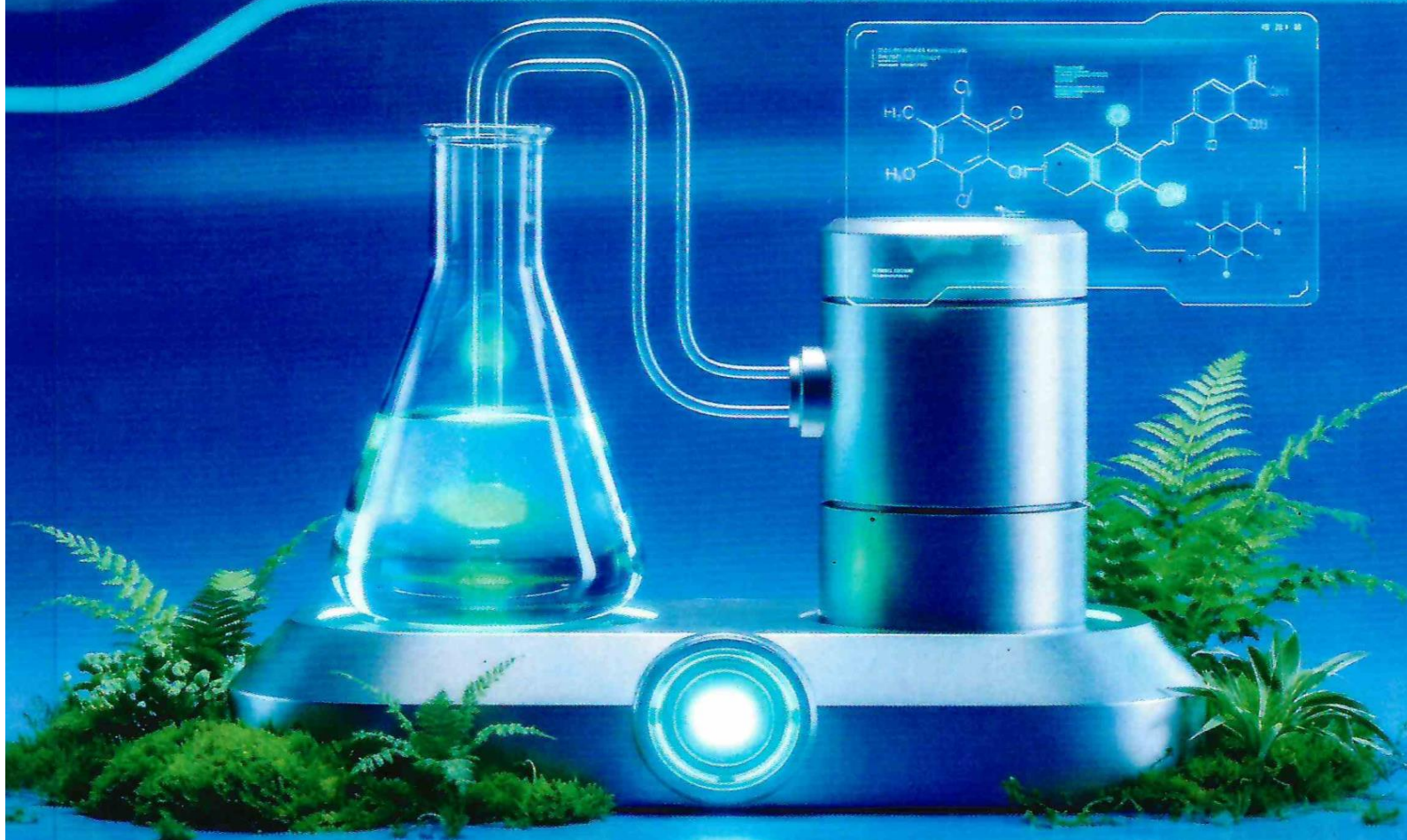


YASHIL KIMYO VA BARQAROR RIVOJLANISH

Zamonaviy ta'lim, innovatsion usullar va kelajak
O'qituvchilarini shakllantirish istiqbollari



Xalqaro ilmiy amaliy anjuman

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI MAKTABGACHA VA MAKTAB
TA'LIMI VAZIRLIGI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI**

**“YASHIL KIMYO VA BARQAROR RIVOJLANISH:
ZAMONAVIY TA'LIM, INNOVATSION USULLAR VA
KELAJAK O'QITUVCHILARINI SHAKLLANTIRISH
ISTIQBOLLARI”**

mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman

MATERIALLAR TO'PLAMI
25-may 2026-yil

CHIRCHIQ – 2026

Anjuman haqida

“Yashil kimyo va barqaror rivojlanish: zamonaviy ta’lim, innovatsion usullar va kelajak o’qituvchilarini shakllantirish istiqbollari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman yashil kimyo, barqaror rivojlanish, zamonaviy ta’lim texnologiyalari, innovatsion pedagogik yondashuvlar hamda kelajak o’qituvchilarini tayyorlashning dolzarb masalalarini muhokama qilishga bag’ishlanadi. Mazkur yo’nalishlarda erishilgan ilmiy natijalar yalpi majlislar, sho’ba yig’ilishlari va taklif etilgan ma’ruzalar orqali keng jamoatchilikka taqdim etiladi.

Anjuman doirasida ilmiy-nazariy bilimlarni amaliyot bilan uyg’unlashtirish, tadqiqot natijalarini amaliy sohalarga joriy etish hamda barqaror rivojlanish va ekologik xavfsizlik masalalari muhokama qilinadi. Sho’ba yig’ilishlari va poster sessiyalarida turli yo’nalishlardagi ilmiy ishlar taqdim etilib, yosh olimlar va tadqiqotchilar uchun ilmiy muloqot maydoni yaratiladi.

To’plamda xalqaro va respublika miqyosidagi mutaxassislar, tadqiqotchilar va talabalarning ilmiy ishlari jamlangan bo’lib, maqolalar anjuman yo’nalishlari bo’yicha tartiblangan.

Anjumanning asosiy sho’balari:

1. Yashil kimyo va barqaror texnologiyalar
2. Kimyo va kimyoviy ta’limning zamonaviy muammolari
3. Innovatsion pedagogik texnologiyalar va ta’lim metodlari
4. Atrof-muhit muhofazasi va ekologik xavfsizlik
5. Tabiiy fanlar va fanlararo tadqiqotlar
6. Kelajak o’qituvchilarini tayyorlash: muammolar va istiqbollar

Ushbu konferensiya Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirining 2026-yil 16-yanvardagi “Respublikada 2026-yilda o’tkaziladigan xalqaro va mahalliy ilmiy hamda ilmiy-texnik tadbirlar ro’yxatini tasdiqlash to’g’risida”gi 11-son buyrug’iga asosan tashkil etiladi.

© 2026-yil Chirchiq davlat pedagogika universiteti, “Yashil kimyo va barqaror rivojlanish: zamonaviy ta’lim, innovatsion usullar va kelajak o’qituvchilarini shakllantirish istiqbollari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman tashkiliy qo’mitasi. Chirchiq shahri, 2026-yil 25-may.

Anjuman materiallari universitet kengashining 2026-yil __-maydagi __-son majlisi qarori asosida nashrga tavsiya etildi.

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Amir Temur ko’chasi 104, Chirchiq shahri, 111700, O‘zbekiston

Veb-sahifa: www.cspu.uz

E-mail: conference@cspu.uz

ANJUMAN PREZIDIUMI

E.G. Karimova	O'zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta'limi vazirligi
Q.A. Sharipov	O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vaziri
Sh.A. Ayupov	O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi prezidenti
G.I. Muxamedov	Chirchiq davlat pedagogika universiteti rektori
D.M. Xaydarov	Salohiyat maktabi direktori

TAHRIR HAY'ATI

Tahrir hay'ati raisi,

G.I. Muxamedov ChDPU rektori, k.f.d., professor.

Rais muovini,

B.X.Eshchanov ChDPU Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektori, f-m.f.d., professor.

A'zolar:

M.G. Muxamediyev	O'zbekiston Milliy universiteti kimyo fanlari doktori, professor
D.B. Axmadjanov	ChDPU O'quv ishlari bo'yicha prorektor, p.f.d., dotsent.
O.A. Ortikov	ChDPU Moliya-iqtisod ishlari bo'yicha prorektor. i.f.d., dotsent
S.B. Qorayev	ChDPU Yoshlar masalalari va ma'naviy-ma'rifiy ishlar bo'yicha birinchi prorektor, p.f.d., professor
A.K. Raximov	ChDPU Tabiiy fanlar fakulteti dekani, p.f.d., professor.
R.A. Eshchanov	ChDPU Kimyo kafedrası professori, b.f.d., professor.
M.G. Muxamediev	O'zbekiston Milliy universiteti, polimerlar kimyosi kafedrası prfessori, kimyo fanlari doktori, professor
D.J. Bekchanov	O'zbekiston Milliy universiteti, polimerlar kimyosi kafedrası prfessori, kimyo fanlari doktori, professor
N.M. Qutlimuratov	ChDPU Kimyo kafedrası mudiri, k.f.f.d.(PhD), dotsent.
T.X. Raximov	O'zbekiston Milliy universiteti, ChDPU Kimyo kafedrası professori professori, k.f.d. professor.

G.Q. Otamuxamedova	ChDPU Ilmiy-tadqiqot, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i, k.f.d.(DSc), dotsent
A.D. Kurbanova	ChDPU Kimyo kafedrası dotsenti., k.f.n., dotsent.
Q.U. Komilov	ChDPU Kimyo kafedrası dotsenti., t.f.n., dotsent.
M.M. Jo'rayev	ChDPU Kimyo kafedrası doktoranti, k.f.f.d.(PhD), dotsent.
D.U. Nurmatov	ChDPU Kimyo kafedrası dots.v.b., k.f.f.d.(PhD).
M.S. Xudayberganov	ChDPU Kimyo kafedrası dots.v.b., k.f.f.d.(PhD).
O.X. Tursunmuratov	ChDPU Kimyo kafedrası dots.v.b., p.f.f.d.(PhD).
L.Q. Ablakulov	ChDPU Kimyo kafedrası dots.v.b., p.f.f.d.(PhD).
X.T. Turayeva	ChDPU Kimyo kafedrası dots.v.b., k.f.f.d.(PhD).
M.T. Akbarova	ChDPU Kimyo kafedrası katta o'qituvchisi
A.Q. Matyakubov	ChDPU Kimyo kafedrası katta o'qituvchisi
X.A. Niyozov	ChDPU Kimyo kafedrası katta o'qituvchisi
V.A. Masharipov	ChDPU Kimyo kafedrası katta o'qituvchisi
A.A. Mirzaraximov	ChDPU Kimyo kafedrası katta o'qituvchisi
M.E. Qurbonova	ChDPU Kimyo kafedrası katta o'qituvchisi
N.N. Eshniyozova	ChDPU Kimyo kafedrası o'qituvchisi
O'.D.Raxmatjanov	ChDPU Kimyo kafedrası o'qituvchisi
N.Sh. Omonov	ChDPU Kimyo kafedrası tayanch doktoranti
Sh.D. Xamidova	ChDPU Kimyo kafedrası o'qituvchisi

MUQADDIMA

Hurmatli anjuman ishtirokchilari!

Hurmatli olimlar, pedagoglar, ilmiy tadqiqotchilar va soha mutaxassislari!

Aziz mehmonlar!

Chirchiq davlat pedagogika universiteti nomidan barchangizni “Yashil kimyo va barqaror rivojlanish: zamonaviy ta’lim, innovatsion usullar va kelajak o’qituvchilarini shakllantirish istiqbollari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjumanda samimiy qutlaymiz.

Mazkur anjuman zamonaviy ilm-fanning eng dolzarb yo’nalishlaridan biri bo’lgan yashil kimyo, ekologik xavfsizlik, barqaror rivojlanish konsepsiyasi hamda innovatsion pedagogik yondashuvlarni integratsiyalashgan holda tahlil qilishga bag’ishlangan. Shu bilan birga, anjuman doirasida “Kelajak o’qituvchisi” konsepsiyasi alohida ilmiy-metodik yondashuv sifatida ko’rib chiqilib, unda o’qituvchining ekologik savodxonligi, innovatsion fikrlash qobiliyati, raqamli kompetensiyalari hamda barqaror rivojlanish tamoyillarini ta’lim jarayoniga tatbiq eta olish salohiyatini shakllantirish masalalariga alohida e’tibor qaratiladi.

Fursatdan foydalanib, universitetimiz tomonidan qisqa vaqt ichida erishilgan ayrim natijalar haqida to’xtalib o’tmoqchiman. Chirchiq davlat pedagogika universiteti O’zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 27-iyuldagi PQ-3152-sonli qaroriga asosan tashkil etilgan.

Universitet faoliyatining dastlabki bosqichidan boshlab 2025–2030-yillarga mo’ljallangan rivojlanish konsepsiyasi qabul qilinib, “PTIK”, “Individual ta’lim”, “Uchinchi o’qituvchi”, “Kelajak o’qituvchisi” kabi ustuvor yo’nalishlar zamonaviy pedagogik universitetni shakllantirish hamda uni xalqaro ilmiy-ta’lim makoniga integratsiya qilishga qaratilgan.

Hozirgi kunda Chirchiq davlat pedagogika universitetida 20 ta oliy ta’lim yo’nalishi bo’yicha kadrlar tayyorlanmoqda va talabalar soni 19 400 nafardan ortiqni tashkil qiladi. Strategik rivojlanish rejasiga muvofiq, 2030-yilga qadar talabalar sonini 20000 nafarga yetkazish maqsad qilingan.

Mazkur maqsadga erishish doirasida 21 ta yangi ta’lim dasturi akkreditatsiyadan o’tkazildi, ayrim pedagogik va tegishli yo’nalishlar esa xalqaro akkreditatsiya jarayoniga tayyorlanmoqda. Bu esa universitetning ta’lim sifati va xalqaro raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi.

2026–2027-o’quv yilidan boshlab yangi hududiy ta’lim markazlarini rivojlantirish va bosqichma-bosqich yangi fakultet va yo’nalishlarni kengaytirish rejalashtirilgan. Ushbu tashabbuslar pedagogik ta’limni modernizatsiya qilish, malakali pedagog kadrlar tayyorlash hamda hududiy ta’lim infratuzilmasini mustahkamlashga yo’naltirilgan.

Bugungi kunda universitetda 500 nafar professor-o'qituvchi faoliyat yuritmoqda, ilmiy salohiyat esa 51 foizni tashkil etadi. 2030-yilga borib professor-o'qituvchilar ilmiy salohiyat darajasini esa 65 foizga yetkazish vazifasi belgilangan.

Universitetda ilmiy-tadqiqot faoliyatini rivojlantirish va ilm-fanni ta'lim jarayoni hamda amaliyot bilan integratsiya qilishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ayni paytda universitet olimlari tomonidan umumiy qiymati 10 milliard so'm bo'lgan 2 ta amaliy ilmiy loyiha hamda 1 milliard so'mlik 100 dan ortiq xo'jalik shartnomasi amalga oshirilmoqda.

Xususan, Tabiiy fanlar fakultetida ta'lim jarayonini modernizatsiya qilish va talabalarning amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Fakultetda **“Eshitdim – Ko'rdim – Bajardim”** tamoyili asosida tashkil etilgan o'quv mashg'ulotlari ta'lim jarayonining asosiy yondashuvlaridan biri sifatida joriy etilgan.

Mazkur tamoyil talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, ularni laboratoriya sharoitida mustaqil tajriba o'tkazish va amaliy faoliyatga tayyorlashga xizmat qiladi. Shu orqali ta'lim jarayonida kompetensiyaviy yondashuvning samaradorligi oshirilmoqda.

Shuningdek, Kimyo kafedrasida ilmiy-tadqiqot va innovatsion faoliyatni rivojlantirish maqsadida **“Kimyoni o'qitishda barqaror taraqqiyot ta'limi konsepsiyalarini qo'llash”** yo'nalishida kompleks ilmiy-metodik ishlar olib borilmoqda. Kafedrada quyidagi asosiy ilmiy yo'nalishlar bo'yicha tadqiqotlar yo'lga qo'yilgan: polimer sorbentlar sintezi va ularning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish; organik faol moddalar sintezi va ularning biologik faolligini tadqiq etish; fosfogips asosida suv tejovchi interpolimer kompleks materiallarni olish texnologiyalarini ishlab chiqish.

Ushbu tadqiqotlar ekologik xavfsiz kimyoviy jarayonlarni rivojlantirish, resurs tejamkor texnologiyalarni joriy etish hamda barqaror rivojlanish tamoyillarini ta'lim va ilmiy faoliyatga integratsiya qilishga xizmat qiladi. Kimyo kafedrası tarkibida zamonaviy ilmiy laboratoriyalar faoliyati yo'lga qo'yilgan bo'lib, ular quyidagi yo'nalishlarda ishlaydi: “Noorganik va organik polimerlar kimyosi” laboratoriyasi; “Polimer kompozitsion materiallar va interpolimer komplekslar” laboratoriyasi; “Organik kimyo va biologik faol moddalar sintezi” laboratoriyasi

Mazkur laboratoriyalar zamonaviy asbob-uskunalar bilan jihozlangan bo'lib, talabalarning ilmiy izlanishlari va professor-o'qituvchilarning tadqiqot faoliyatini qo'llab-quvvatlashga xizmat qiladi. Dala-amaliyot ilmiy-tadqiqot markazi, Fakultetda ta'lim va ilmiy-tadqiqot jarayonini ishlab chiqarish bilan integratsiya qilish maqsadida dala-amaliyot ilmiy-tadqiqot markazi tashkil etilgan. Ushbu markaz quyidagi vazifalarni bajaradi: talabalarning real sharoitda amaliy ko'nikmalarini shakllantirish; ilmiy tajribalarni ishlab chiqarish muhiti bilan uyg'unlashtirish; innovatsion loyihalarni amaliy sinovdan o'tkazish; ilmiy natijalarni real sektor ehtiyojlariga yo'naltirish.

Dala-amaliyot markazi orqali talabalarda ilmiy fikrlash, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish va innovatsion yechimlar ishlab chiqish kompetensiyalari rivojlantirilmoqda.

HURMATLI HAMKASBLAR!

Bugungi kunda jahon ta'lim tizimi keng ko'lamli transformatsiya jarayonini boshdan kechirmoqda. Global iqlim o'zgarishlari, raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi, ta'lim sifatiga qo'yilayotgan yangi talablar hamda ekologik va ijtimoiy muammolar ta'lim tizimida mutlaqo yangi yondashuvlarni shakllantirish zaruratini yuzaga keltirmoqda.

Shu jihatdan "yashil iqtisodiyot" va barqaror rivojlanish konsepsiyasi nafaqat ekologik ustuvor yo'nalish sifatida, balki ta'lim tizimida innovatsion kompetensiyalarni rivojlantirishning muhim omili sifatida namoyon bo'lmoqda.

Mazkur sharoitda ekologik savodxon, raqamli texnologiyalarni egallagan hamda innovatsion fikrlash qobiliyatiga ega pedagog kadrlarni tayyorlash bugungi kunning strategik vazifalaridan biri hisoblanadi. Xususan, ta'lim sifatini oshirish, talabalarda mustaqil fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirish hamda amaliy kompetensiyalarni mustahkamlash dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Shu bilan birga, ta'lim jarayonida raqamli resurslardan samarali foydalanish, ekologik tafakkurni shakllantirish hamda barqaror rivojlanish tamoyillarini pedagogik amaliyotga integratsiya qilish yo'nalishidagi ilmiy tadqiqotlar xalqaro ilmiy hamkorlikning ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylanmoqda.

Ta'kidlash lozimki, O'zbekiston Respublikasida ham ta'lim tizimini modernizatsiya qilish, innovatsion pedagogik texnologiyalarni keng joriy etish hamda raqamli ta'lim muhitini rivojlantirish bo'yicha izchil islohotlar amalga oshirilmoqda.

Ishonchimiz komilki, anjuman doirasida taqdim etiladigan ilmiy ma'ruzalar va amaliy takliflar ta'lim sifatini oshirish, innovatsion pedagogik texnologiyalarni rivojlantirish hamda barqaror rivojlanishga yo'naltirilgan zamonaviy ta'lim tizimini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Anjuman ishida ishtirok etayotgan barcha xorijiy va mahalliy olimlar, pedagoglar hamda hamkorlarga o'z minnatdorchiligimizni bildiramiz.

Barcha ishtirokchilarga mustahkam sog'liq, kasbiy muvaffaqiyatlar va ilmiy yutuqlar tilaymiz.

Hurmat bilan,
G.I. Muxamedov,
Chirchiq davlat pedagogika universiteti rektori,
kimyo fanlari doktori, professor

I SHO'BA. YASHIL KIMYO VA BARQAROR TEXNOLOGIYALAR.

TA'LIMNING BARQARORLIGI INDIKATORI SIFATIDA PISA SINOVHLARI

R.A.Eshchanov, S.O.Tohirova

Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Toshkent viloyati, O'zbekiston

Abstract. This article provides a scientific and practical analysis of the PISA tests as a measure of the sustainability of education. The study highlights that a sustainable education system increases the intellectual potential of society, serves the development of society, and requires the training of competitive personnel, and that the PISA tests are an important international indicator in assessing the sustainability of the education system.

Key words: Educational sustainability, PISA research, real-life situations, literacy, comparison, innovative technologies. Hozirgi kunda ta'lim tizimining barqarorligi mamlakatning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishida muhim omillaridan biri hisoblanadi. Bugungi zamonaviy rivojlangan davlatlarda ta'lim barqarorligi faqatgina savodxonlik darajasi bilan emas, balki yosh avlodning olgan bilimlarini real hayotiy vaziyatlarda qo'llash qobiliyati bilan o'lchanmoqda. Shuni inobatga olib ta'lim sifatini xalqaro darajaga olib chiqish, uni tahlil qilish hamda boshqalar bilan taqqoslash muhim ahamiyat kasb etadi. Shuning uchun zamonaviy sharoitda ta'lim sifatini baholash va uni xalqaro mezonlar asosida tahlil qilish zarurati ortib bormoqda. Bu borada esa [OECD](#) tomonidan tashkil etilgan [PISA](#) (Programme for International Student Assessment) tadqiqotlari muhim o'rin tutadi. OECDning tarifiga ko'ra: "PISA – bu 15 yoshli o'quvchilarning funksional savodxonligini aniqlashga qaratilgan xalqaro baholash dasturi bo'lib, u o'qish savodxonligi, matematika va tabiiy fanlar bo'yicha bilimlarni real hayotiy vaziyatlarda qo'llay olish qobiliyatini o'lchashdir". Mazkur tadqiqot har uch yilda bir marotaba o'tkazilib kelinmoqda, bu tadqiqotda juda ko'p dunyoning mamlakatlari ishtirok etadi. PISA natijalari ta'lim tizimining samaradorligini, o'quvchilarning mustaqil fikrlay olish darajasini va muammolarni mustaqil hal qilish kompetensiyalarini aniqlash imkonini beradi. PISA xalqaro baholash dasturi umumiy o'rta ta'lim tizimida o'quvchilarning funksional savodxonligini aniqlash bilan bir qatorda, milliy ta'lim natijalarining xalqaro mezonlar bilan qiyosiy muvofiqligini baholash imkonini beradi. Bu esa ta'lim tizimining faqat nazariy bilim berish bilan cheklanib qolmasdan, balki amaliy kompetensiyalarni shakllantirish darajasini ham ko'rsatadi. Ta'limning barqarorligi deganda tizimning o'zgaruvchan sharoitlarga moslasha olish qobiliyati, sifatni saqlab qolish va uzluksiz rivojlanish imkoniyati tushuniladi. PISA natijalari orqali mamlakatlar o'z ta'lim siyosatini qayta ko'rib chiqish, kuchli va zaif tomonlarini aniqlash hamda samarali strategiyalar ishlab chiqish imkoniga ega bo'ladi. Shu bilan birga, PISA ma'lumotlari ta'limdagi tenglik, resurslardan foydalanish samaradorligi va o'quvchilar o'rtasidagi tafovutlarni ham aniqlashga xizmat qiladi.

Xususan, yuqori natijalarga erishgan davlatlar tajribasi asosida o'quv dasturlarini modernizatsiya qilish, o'qituvchilar malakasini oshirish va ta'limda innovatsion texnologiyalarni qo'llash kengaymoqda. PISA sinovlari ta'lim tizimining barqarorligini baholashda muhim xalqaro indikator hisoblanadi. U nafaqat ta'lim sifatini aniqlash, balki uni rivojlantirish yo'nalishlarini belgilashda ham muhim ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi. Shuning uchun har bir mamlakat PISA natijalaridan samarali foydalanishi va ta'lim tizimini takomillashtirishga yo'naltirishi zarur.

So'ngi yillarda O'zbekiston ham PISA tadqiqotlariga ishtirok etmoqda. Bu esa O'zbekiston yoshlarining faqat yodlashga asoslangan ta'limdan, mantiqiy fikrlay olishga o'tishini, darsliklarni hayotiy vaziyatlar asosida o'zgartirishni hamda eng muhimi bo'lajak o'qituvchilar malakasini baholashning yangi, xalqaro metodikasini joriy etish kerakligini ko'rsatadi. PISA natijalari mamlakatning iqtisodiy va ijtimoiy barqarorligi uchun "erta ogohlantirish tizimi" vazifasini o'taydi. Agar indikatorlar past bo'lsa, bu ta'lim tizimida islohotlar zarurligini, yuqori bo'lsa, mamlakat kelajakda yuqori texnologiyali iqtisodiyotga tayyorligini anglatadi.

Xulosa qilib aytganda, Ta'lim barqarorligi — bu shunchaki sonlardan iborat gaplar emas, balki raqobatbardosh yosh avlod tarbiyasi hamdir. Ta'lim barqarorligi uchun kimyo fani faqat laboratoriya ichida emas, balki ekologiya, tibbiyot va qishloq xo'jaligi bilan integratsiyalashgan holda o'qitilishi zarurdir. Bugungi kunda ushbu yo'nalishda amaliy tadqiqotlar olib bormoqdamiz. Bu amaliy tadqiqotimiz bo'lajak o'qituvchilarni PISA talablariga mos ravishda tayyorlashning samarali pedagogik mexanizmlarini aniqlashga qaratilgan. Chunki o'quvchilar "Nima uchun?" degan savolga ilmiy asoslangan holda javob bera olishi kerak. Kimyo fanidan PISA ko'rsatkichlarini oshirish — bu darsliklarni murakkablashtirish emas, balki fanni hayotiy vaziyatlarga yaqinlashtirishdir. Bu esa o'z navbatida bo'lajak kimyo o'qituvchilarining tayyorgarlik metodikasini tubdan yangilashni talab qiladi. Bo'lajak kimyo o'qituvchilari uchun PISA talablariga moslashish — bu shunchaki test ishlash emas, balki hayotga qarashni o'zgartirish demakdir. PISA o'qituvchidan fanni "nima?" deb emas, balki "nima uchun?" va "qanday?" degan savollar orqali o'rgatishni talab qiladi. O'qituvchilar o'quvchilarga kimyoviy elementlarni shunchaki yodlatish o'rniga, ularni real hayotdagi muammolarga bog'lashni o'rgatish muhimdir.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Oripova M.Q. PISA – o'quvchilarni ta'limiy yutuqlarini baholash xalqaro dasturining ahamiyati // Konferensiya materiallari. – Toshkent, 2022. 166-169 B.
2. Ismailov A.A. O'quvchilarning yutuqlarini xalqaro tadqiqot dasturlari asosida baholash // "Ta'limdagi xalqaro tadqiqotlarning Yangi O'zbekiston taraqqiyotidagi o'rni" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya maqolalar to'plami – Toshkent, 2022. 21-26 B.
3. OECD. PISA 2022 Results .- Paris, 2023. Volume I–III.

Functionalized Polymer&Metal Oxide Nanocomposite Material for Efficiency Photocatalytic Application

Dmitry Kovalenko¹, Changhua An², Xintai Su³, Davronbek Bekchanov^{4*}, Davron Eshtursunov⁴, Ilkhom Abdusalilov⁴, Mukhtarjan Mukhamediev⁴

¹ Francisk Skorina Gomel State University, Sovetskaya 104, 246028, Gomel, Belarus

²School of Environment and Energy, Guangdong Provincial Key Laboratory of Solid Wastes Pollution Control and Recycling, South China University of Technology, Guangzhou,

Guangdong 510006, China ³Tianjin Key Laboratory of Organic Solar Cells and Photochemical Conversion, School of Chemistry and Chemical Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin, 300384, PR China ⁴Department of Polymer Chemistry, National University, Tashkent 100174, Uzbekistan

Functionalized polymer&metal oxide nanocomposite materials are distinguished by their multifunctional properties. In this study, a functional polymer (PPE-4) synthesized based on polyvinyl chloride and polyethyleneimine was incorporated into a copper oxide/polymer nanocomposite (CuO&PPE-4) synthesized by thermal processing of a polymer/metal complex obtained by sorption of Cu(II) ions to improve its photocatalytic and antibacterial properties. Synthesized functional CuO&PPE-4 nanocomposite material was characterized using UV-Vis, PL, FTIR, Raman, XRD, SEM-EDX, and BET surface analysis to identification its structure, morphology, and physicochemical properties. The functionalized CuO&PPE-4 in 160⁰C photocatalyst exhibited a band gap energy of 3.16 eV, demonstrating significant photocatalytic and antibacterial potential. The photocatalytic degradation of the functional CuO&PPE-4 material of tetracycline (TC) was evaluated under sunlight irradiation. UV-Vis spectroscopy confirmed a progressive decline in TC absorbance at 276 nm and 358 nm, indicating effective photocatalysis. The process followed pseudo-first-order kinetics, with rate constants of 1.01685 min⁻¹ (5 mg/L TC), 0.90951 min⁻¹ (10 mg/L), and 0.48637 min⁻¹ (20 mg/L). Possible reaction pathways for the photocatalytic degradation of TC are presented based on HPLC MS analysis. Furthermore, practical results show that the functionalized CuO&PPE-4 nanocomposite material removes TC very effectively from pharmaceutical industry wastewater.

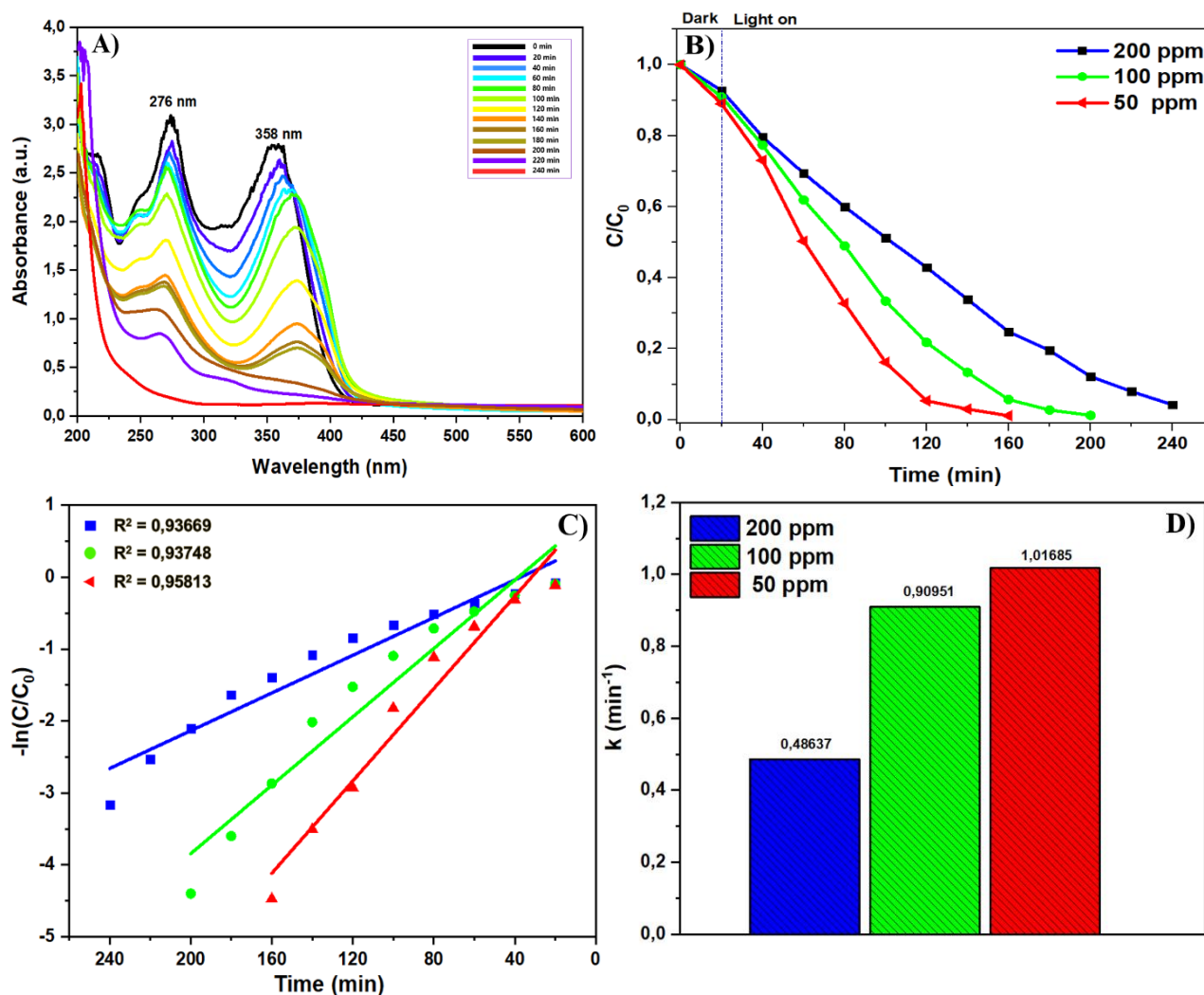


Fig 1. (A) Time-dependent UV-visible absorption spectra of tetracycline aqueous solution in the presence of CuO&PPE-4, (B) photocatalytic degradation efficiency of Tetracycline in different concentrations over CuO&PPE-4 sample, (C) kinetics of photocatalytic degradation of TC by different concentrations, (D) effect of various concentrations on the photocatalytic reaction rate of TC, and (E) reusability of CuO&PPE-4 of the photocatalytic degradation of TC.

Linear fits of $\ln(C_0/C_t)$ versus time (See Figure 1 C) yielded k_{app} values of $1.01685 \pm 0.005 \text{ min}^{-1}$ (50 mg/L), $0.90951 \pm 0.004 \text{ min}^{-1}$ (100 mg/L), and $0.48637 \pm 0.003 \text{ min}^{-1}$ (200 mg/L), with uncertainties from quadruplicate measurements. These rates decreased with increasing TC concentration, suggesting active site saturation, consistent with Langmuir-Hinshelwood kinetics. In the figure 14B illustrates degradation efficiency declining from ~80% at 50 mg/L to ~50% at 200 mg/L over 60 minutes, reflecting reduced reactive oxygen species (ROS) availability at higher loads. TOC analysis (See Figure 1 D) confirmed a $48.6 \pm 1.2\%$ reduction after 60 minutes at 20 mg/L, correcting the abstract's 80-minute claim to align with the 60-minute UV-Vis endpoint, and indicating substantial mineralization into CO_2 and H_2O .

Photocatalytic materials used in industry must have effective photocatalytic activity, and on the other hand, the long-term reusability of the functional material is important for effective wastewater treatment. Therefore, a reusability test for the functional CuO&PPE-4 nanocomposite material was conducted by photocatalytic degradation of the antibiotic TC for ten cycles. As shown in Figure 14 E, during the reusability test, the photocatalytic activity of the functional CuO&PPE-4 nanocomposite material for the photocatalytic degradation of the antibiotic TC decreased slightly from cycle 1 to cycle 10. During the study of the reusability of the functional CuO&PPE-4

nanocomposite material, it was found that after the 10th cycle, the photocatalytic efficiency of the functional material decreased to only 94.6%. This indicates that the functional CuO&PPE-4 nanocomposite material not only has higher photocatalytic activity but also good reusability. The good reusability of the functional CuO&PPE-4 nanocomposite material is primarily due to the strong bond between CuO nanoparticles and the amin functional groups of polymer matrix.

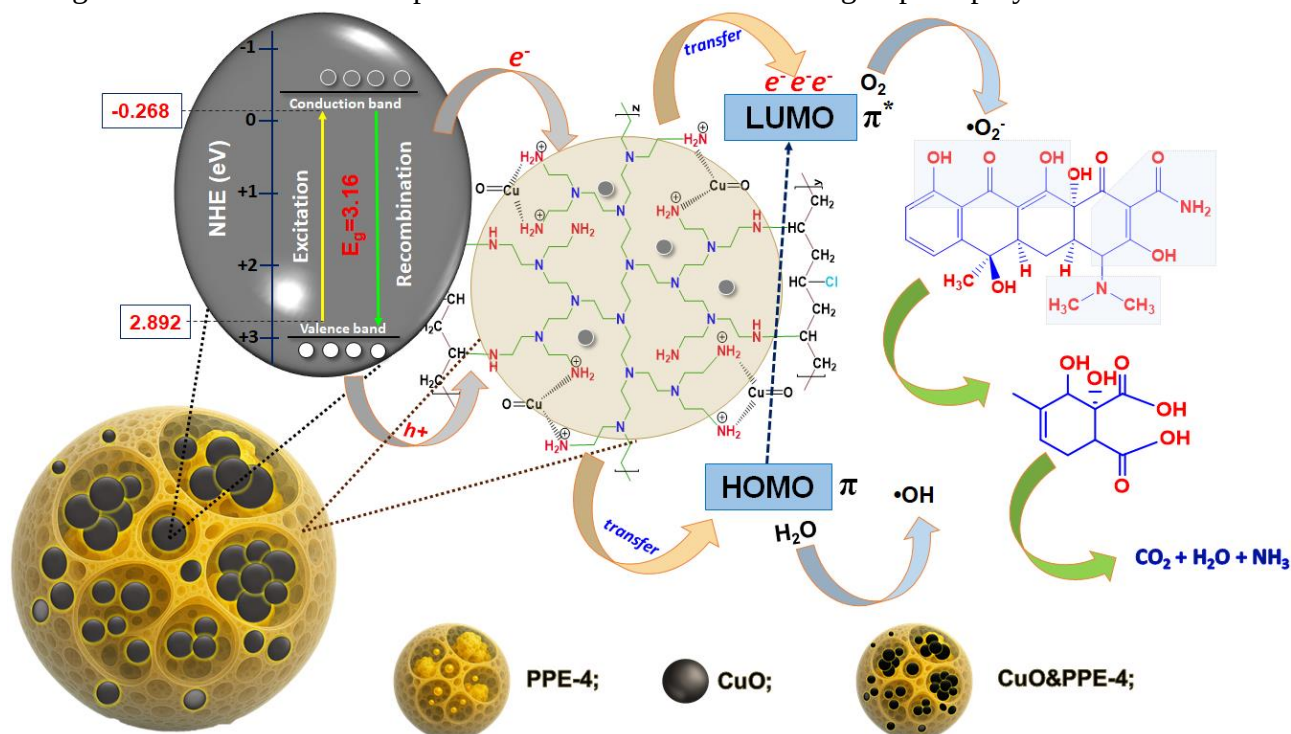


Fig. 1 Schematic illustration of the band structure of CuO&PPE-4

Based on the obtained data, the proposed mechanism of photocatalytic degradation of antibiotic TC by functionalized CuO&PPE-4 material under UV irradiation is illustrated in figure 15. Under UV light irradiation, electrons are excited in the conduction band of CuO nanocrystals, leaving holes in the valence band. The electrons in the conduction band can reduce the surface-adsorbed oxygen to form superoxide radicals ($\cdot\text{O}_2^\cdot$). Meanwhile, the holes in the valence band can react with H₂O molecules to form hydroxyl radicals ($\cdot\text{OH}$). These reactive radical species then attack the antibiotic TC molecules, leading to their photocatalytic degradation. However, the photocatalytic activity of CuO nanocrystals may be reduced due to the inevitable recombination loss. The incorporation of aminated PVC (PPE-4) into CuO nanocrystals promotes effective interfacial contact between CuO and the amine groups of aminated PVC, facilitating the transport of conduction band electrons to reaction sites through π - π^* interactions. Enhanced electron transfer to the surface of aminated PVC via the CuO-amine group coordination bond, driven by ligand-mediated proton and electron transfer, helps suppress the recombination of photogenerated electron-hole pairs. Hence, a large number of electrons were available on the surface to react with oxygen to produce abundant superoxide radicals for the photocatalytic degradation of TC antibiotic. Furthermore, the aminated PVC matrix provides large active adsorption sites, promoting the partial adsorption of TC antibiotic molecules onto the surface of the functional material. In addition, it inhibits the aggregation of photocatalytically active particles, further contributing to enhanced photocatalytic activity.

The efficient photocatalytic activity of CuO&PPE-4 stems from the synergistic interplay of CuO nanoparticles and the PPE-4 matrix. With a band gap of 3.16 eV, CuO absorbs sunlight's UV fraction ($\sim 40 \text{ W/m}^2$), contrary to the abstract's "visible light" claim, to generate electron hole

pairs. Conduction band electrons reduce O_2 to superoxide radicals (O_2^-), while valence band holes oxidize H_2O or OH^- to hydroxyl radicals ($\bullet OH$). This ROS drive TC degradation, as elucidated by HPLC-MS analysis, which maps a stepwise pathway: initial hydroxylation forms $C_{22}H_{22}N_2O_9$ (458 m/z), followed by dehydroxylation loss to $C_{22}H_{24}N_2O_8$ (445 m/z) and $C_{22}H_{22}N_2O_8$ (441 m/z) via detachment of functional groups (e.g., $-NH_2$, $-CH_3$). Further ring cracking yields $C_{19}H_{21}NO_8$ (393 m/z), $C_{17}H_{16}O_8$ (349 m/z), and $C_{20}H_{17}NO_7$ (383 m/z), with $C_{18}H_{18}O_5$ (314 m/z), $C_{16}H_{18}O_5$ (290 m/z), $C_{16}H_{10}O_5$ (282 m/z) and $C_{15}H_{16}O_4$ (260 m/z) indicating smaller fragments, ultimately mineralizing to CO_2 and H_2O . Eventually, these intermediates were degraded to CO_2 and H_2O . Since the PPE-4 matrix facilitates enhanced electron flow, leading to the generation of superoxide radicals ($e^- + O_2 \rightarrow \bullet O_2^-$), $\bullet O_2^-$ is considered the primary active radical, while hydroxyl radicals ($\bullet OH$) are regarded as secondary active species. PPE-4 enhances this efficiency by adsorbing TC and mediating charge separation, reducing recombination as supported by PL quenching. The catalyst's ability to handle high TC concentrations underscores its practical advantage in treating heavily polluted waters.

Acknowledgements

This work was supported by a grant from the Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan, Grant numbers, FL-8323102079 and FL-8824063235.

References

- [1] J. Prakash, J. C. Pivin, and H. C. Swart, Noble metal nanoparticles embedding into polymeric materials: From fundamentals to applications, *Adv. Colloid Interface Sci.*, vol. 226 (2015) 187–202. doi: 10.1016/j.cis.2015.10.010.
- [2] G. H. Matar and M. Andac, Highly efficient degradation of basic dyes using gold-coated nature-based supermagnetic iron oxide nanoparticles as eco-friendly nanocatalysts, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 31(17) (2024) 24894–24912. doi: 10.1007/s11356-024-32775-3.
- [3] D. Bekchanov *et al.*, Magnetic and reusable Fe_3O_4 /PPE-2 functional material for efficient photodegradation of organic dye, *Environ. Res.*, 269 (2025) 120911. doi:10.1016/j.envres.2025.120911.

РОЛЬ ЗЕЛЁНОЙ ХИМИИ В ПОВЫШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ УЧАЩИХСЯ

Ш.Д. Хамидова, А.К. Рахимов

Чирчикский государственный педагогический университет

Abstract. This article examines the role of green chemistry in developing students' environmental awareness. It highlights the fundamental principles of green chemistry, its importance in environmental education, and the development of environmentally responsible behavior in young people. The influence of environmental knowledge on the development of a rational attitude toward natural resources and the environment is analyzed.

Keywords: green chemistry, environmental awareness, environmental education, students, environmental protection, sustainable development.

В современном мире экологические проблемы становятся всё более серьёзными и глобальными. Загрязнение атмосферы, воды и почвы, изменение климата, истощение природных ресурсов, увеличение количества промышленных отходов оказывают негативное влияние на здоровье человека и состояние окружающей среды. В связи с этим особое значение приобретает формирование экологической культуры молодого поколения. Именно учащиеся в будущем будут принимать важные решения в области экономики, промышленности, науки и технологий, поэтому уже сегодня необходимо воспитывать у них ответственное отношение к природе и окружающему миру. Одним из эффективных средств формирования экологической культуры является зелёная химия.

Зелёная химия представляет собой современное направление химической науки, целью которого является разработка безопасных для человека и природы химических процессов и технологий. В отличие от традиционной химии, ориентированной прежде всего на получение нужного продукта, зелёная химия уделяет большое внимание экологической безопасности, снижению токсичности веществ, уменьшению количества отходов и рациональному использованию природных ресурсов. Основная идея зелёной химии заключается в предотвращении загрязнения окружающей среды ещё на стадии разработки химических процессов.

Появление концепции зелёной химии связано с развитием экологического мышления в конце XX века. Учёные пришли к выводу, что борьба с последствиями загрязнения требует огромных финансовых затрат и не всегда позволяет полностью восстановить окружающую среду. Поэтому значительно эффективнее предотвращать образование вредных веществ, чем устранять их последствия. На этой основе были сформулированы основные принципы зелёной химии, среди которых особое значение имеют предотвращение отходов, использование безопасных веществ, применение энергосберегающих технологий, использование возобновляемого сырья и снижение токсичности химических продуктов (Ердаков, 2019).

Зелёная химия тесно связана с экологическим образованием. Изучение её принципов помогает учащимся понять, каким образом научные достижения могут использоваться для сохранения природы и улучшения качества жизни людей. В процессе обучения школьники осознают, что химия может быть не только источником экологических проблем, но и важным инструментом их решения. Это способствует формированию положительного отношения к науке и развитию экологически ответственного мышления.

Экологическая культура включает знания, ценности и навыки бережного отношения к природе. Важную роль в её формировании играет школьный курс химии, так как многие экологические проблемы имеют химическую природу: загрязнение воздуха, воды и почвы. Внедрение принципов зелёной химии делает обучение более современным и безопасным. Учащиеся изучают экологически безопасные реакции, переработку отходов и влияние химических веществ на окружающую среду. Использование безопасных реактивов, уменьшение количества веществ и виртуальных лабораторий повышает безопасность. Зелёная химия развивает экологическое мышление, исследовательские навыки и формирует ответственное отношение к природе и устойчивому развитию общества (Третьяков, 2021).

Таким образом, зелёная химия играет важную роль в повышении экологической культуры учащихся. Она способствует формированию экологического мышления, развитию ответственности за состояние окружающей среды и воспитанию культуры рационального природопользования. Изучение принципов зелёной химии помогает учащимся осознать взаимосвязь между деятельностью человека и природой, понять необходимость экологически безопасных технологий и сформировать готовность участвовать в решении экологических проблем.

В условиях глобальных экологических вызовов значение зелёной химии в образовательном процессе постоянно возрастает.

Литература

- Ердаков Л.Н. Экологическое воспитание школьников. – Санкт-Петербург: Питер, 2019.
Кузнецов В.Н. Основы экологической химии. – Москва: Высшая школа, 2017. – 274 с.
Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. – Москва: ФАИР-ПРЕСС, 2020.
Третьяков А.В. Современные технологии экологического образования. – Казань: Университет, 2021. – 214 с.

NEFTNI QAYTA ISHLASH KORXONALARIDA HOSIL BO'LADIGAN OG'IR QOLDIQLARDAN EKOLOGIK TOZA VA IQTISODIY SAMARALI FOYDALANISH YO'LLARI

Ma'murov Murodjon Zafarjon o'g'li

Farg'ona davlat universiteti, tayanch doktorant, Farg'ona vil. O'zbekiston

mmamurov320@gmail.com +99890 5785 30 45 <https://orcid.org/0009-0006-1196-5993>

Abstract. This article analyzes modern methods for the environmentally clean and economically efficient utilization of heavy residues — fuel oil, tar, and vacuum residue — generated at petroleum refineries. Visbreaking, delayed coking, hydrocracking, and slurry-phase technologies are compared based on ecological and economic criteria. Prospects for methanol and hydrogen synthesis from vacuum residue are discussed.

Keywords: heavy petroleum residues; visbreaking; vacuum residue; hydrocracking; ecological technology.

Neftni qayta ishlash jarayonining har qaysi bosqichida og'ir fraksiyalar — atmosfera va vakuum qoldiqlari, mazut, gudron — to'planadi. Ushbu qoldiqlar tarkibida yuqori molekulyar massali uglevodorodlar, asfaltlar, smolalar hamda oltingugurt, azot va vanadiy kabi geteroatomlar mavjud bo'lib, ularni oddiy yoqilg'i sifatida yoqish nafaqat iqtisodiy yo'qotish, balki jiddiy atrof-muhit ifloslantirish manbai hamdir [1:1]. Xalqaro energetika agentligi ma'lumotlariga ko'ra, dunyo neftini qayta ishlash zavodlarida yiliga taxminan 800 million tonna og'ir qoldiq hosil bo'lmoqda [2:87]. Bunday qoldiqlardan samarali foydalanish zamonaviy neft sanoatining eng dolzarb ekologik va iqtisodiy muammolaridan biriga aylangan.

Og'ir neft qoldiqlarini qayta ishlashning eng keng tarqalgan termal usuli — **visbreking** — bo'lib, unda qoldiq 425–510°C haroratda yengil qismlarga parchalanadi va yoqilg'i moyi yopishqoqligi 50–60% gacha kamaytiriladi [3:1]. Kumar va boshqalar (2008) ta'kidlashicha, visbreking nisbatan arzon kapital xarajat talab etib, mavjud qoldiqlarning 33% ini qayta ishlash salohiyatiga ega; biroq uning asosiy ekologik kamchiligi — past konversiya darajasi (15–25%) va qo'shimcha oltingugurt tutuvchi gazlar ajralib chiqishi [3:1]. Shu sababdan visbreking yolg'iz ekologik yechim sifatida emas, balki dastlabki qayta ishlash bosqichi sifatida baholanishi lozim.

Kechiktirilgan koks olish (delayed coking) jarayoni konversiya darajasi jihatdan visbrekingdan ancha yuqori — 25–40% — bo'lib, amalda ko'plab zamonaviy zavodlarda qo'llaniladi. Biroq bu jarayonda hosil bo'ladigan neft koksi sifati past va tarkibida sezilarli miqdorda vanadiy, nikel hamda oltingugurt mavjud bo'ladi, bu esa uni ekologik jihatdan cheklab qo'yadi [4:209]. Munoz, Paez va Ancheyta (2023) ishlab chiqqan gidrotozalash bilan kechiktirilgan koks olishni birlashtirgan kombinatsion texnologiya esa oltingugurt miqdorini keskin kamaytirib, chiqindi qoldig'ini minimallashtirishga erishgan [4:209].

Ekologik talablar tobora qattiqlashib borayotgan sharoitda **gidrokrekking** eng perspektiv texnologiya sifatida e'tiborni tortmoqda. Bu jarayonda yuqori bosim (7–20 MPa) ostida katalizator ishtirokida og'ir qoldiqlar dizel, benzin va LPG fraksiyalariga aylantiriladi; konversiya darajasi 50–90% ga yetadi [1:3]. Ayniqsa, **slurry-fazali gidrokrekking** vakuum qoldig'ini yuqori konversiyada qayta ishlash imkonini beradi, chunki dispersli nano-katalizatorlar asfalt va metall komponentlar tufayli zaharlashga chidamlidir [1:3].

Vakuum qoldig'idan vodorod va metanol sintezi bo'yicha so'nggi tadqiqotlar alohida e'tiborga loyiq. Khurmy va boshqalar (2023) vakuum qoldig'ini kislorod-bug' gazifikatsiyasi asosida sintez-gaz ishlab chiqarib, undan metanol olish jarayonini texno-iqtisodiy tahlil qildi va metanol ishlab chiqarishga yo'naltirilganda spetsifik energiya sarfi 86.01% ga kamayishi, CO₂ chiqindisi esa 69.76% ga pasayishi aniqlangan [2:86]. Bu natija og'ir neft qoldiqlarini "chiqindi" emas, balki qimmatli kimyoviy xomashyo sifatida qayta baholash zarurligini ko'rsatadi.

1-jadval. Og'ir qoldiqlarni qayta ishlash texnologiyalarining ekologik-iqtisodiy taqqoslanishi

Texnologiya	Konversiya (%)	SO ₂ chiqindi	Kapital xarajat	Asosiy mahsulot
Visbreking	15–25	O'rta	Past	Yoqilg'i moyi, distillyat
Kechiktirilgan koks olish	25–40	Yuqori	O'rtacha	Koks, dizel
Gidrokrekking (fixed-bed)	50–90	Past	Yuqori	Dizel, benzin
Slurry-fazali gidrokrekking	70–95	Juda past	Juda yuqori	Premium distillyat
Vakuum qoldig'i gazifikatsiyasi	>90	Minimal	Yuqori	Metanol, vodorod

Neftni qayta ishlash korxonalari og'ir qoldiqlarini ekologik toza va iqtisodiy samarali yo'l bilan qayta ishlash uchun bitta universal texnologiya mavjud emas — har bir zavodning xomashyo tarkibi, quvvati va mahsulot bozori hisobga olinishi lozim. Qisqa muddatli echim sifatida visbreking bilan gidrotozalashni birlashtirish, uzoq muddatli strategiya sifatida esa slurry-fazali gidrokrekking yoki gazifikatsiya asosida metanol sintezini joriy etish maqsadga muvofiqdir. O'zbekiston neftini qayta ishlash zavodlari uchun ushbu texnologiyalardan foydalanish bo'yicha pilot tadqiqotlar o'tkazish ilmiy va iqtisodiy jihatdan dolzarb masala bo'lib qolmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- Prajapati, R., Kohli, K., & Maity, S. K. (2021). Slurry phase hydrocracking of heavy oil and residue to produce lighter fuels: An experimental review. *Fuel*, 288, 119686.
- Khurmy, A. A., Al-Harbi, M., & Bassyouni, M. (2023). Conversion of vacuum residue from refinery waste to cleaner fuel: Technical and economic assessment. *Sustainability*, 15(21), 119686.
- Kumar, S., Srivastava, S. P., & Jain, S. K. (2008). Petroleum residue upgradation via visbreaking: A review. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 47(23), 9150–9164.
- Muñoz, J. A. D., Pérez, G., & Ancheyta, J. (2023). Combination of hydrotreating and delayed coking technologies for conversion of residue. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 63, 209–219.

METAN YONISH REAKSIYALARI ORQALI BARQAROR TARAQQIYOT TUSHUNCHALARINI SHAKLLANTIRISH

R.A. Eshchanov, A.K. Raximov

¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Toshkent viloyati, O'zbekiston
ruzimboy@gmail.com

Abstract: This article highlights the importance of teaching methane combustion processes based on green chemistry and sustainable development concepts. Complete and incomplete combustion of methane, energy loss, environmental impact, and efficient use of natural gas are scientifically and practically analyzed.

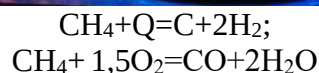
Key words: methane, green chemistry, sustainable development, natural gas, energy efficiency

Hozirgi kunda barqaror taraqqiyot g'oyalari ta'lim tizimining barcha bosqichlariga keng joriy etilmoqda. Ayniqsa, kimyo fanini o'qitishda ekologik xavfsizlik, energiya resurslaridan oqilona foydalanish hamda atrof-muhitni muhofaza qilish bilan bog'liq tushunchalarni integratsiyalash muhim ahamiyat kasb etadi [1]. Kimyo fani tabiiy jarayonlarni ilmiy asosda tushuntirib beruvchi fan sifatida o'quvchilarda ekologik tafakkur, energiya madaniyati va resurslarga nisbatan mas'uliyat hissini shakllantirishda muhim o'rin egallaydi [2].

Organik kimyo mavzularini kundalik hayot bilan bog'lab o'qitish o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqishini oshiradi hamda nazariy bilimlarning amaliy ahamiyatini anglashga yordam beradi. Xususan, to'yingan uglevodorodlarning birinchi vakili bo'lgan metanning yonish jarayonini barqaror taraqqiyot tushunchalari asosida tahlil qilish energiya samaradorligi va ekologik muammolarni tushuntirishda samarali vosita hisoblanadi. Tabiiy gazning to'la va chala yonishi jarayonida hosil bo'ladigan mahsulotlar, ajraladigan issiqlik miqdori hamda atmosferaga ta'siri o'quvchilarda kimyoviy jarayonlarni real hayot bilan bog'liq holda tushunishga imkon beradi [3].

Bugungi kunda tabiiy gazdan maishiy va sanoat miqyosida keng foydalanilmoqda. Biroq gazning noto'g'ri yoki samarasiz yonishi natijasida katta miqdorda energiya yo'qotilishi kuzatiladi. Metanning chala yonishi oqibatida zaharli uglerod(II)-oksid hosil bo'lib, bu holat inson salomatligi va atrof-muhit uchun salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli kimyo ta'limida yashil kimyo va barqaror taraqqiyot tamoyillaridan foydalanish orqali o'quvchilarda energiyadan oqilona foydalanish ko'nikmalarini shakllantirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Asosiy qism. Kimyo fanini zamonaviy yondashuvlar asosida o'qitishda barqaror taraqqiyot va yashil kimyo tamoyillaridan foydalanish muhim pedagogik ahamiyatga ega. Ayniqsa, organik kimyo mavzularini kundalik hayot bilan bog'lab tushuntirish o'quvchilarning nazariy bilimlarini mustahkamlash bilan bir qatorda ularda ekologik tafakkurni ham shakllantiradi. Shu nuqtai nazardan metan gazining yonish jarayonini o'rganish muhim amaliy misol bo'lib xizmat qiladi (1-rasm).



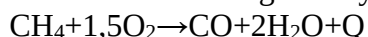
1-rasm. Metan gazining yonish jarayoni

Metan tabiiy gazning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. U maishiy ehtiyojlarda, sanoatda va energetika tizimida keng qo'llaniladi. Metanning kislorod yetarli muhitdagi to'la yonishi natijasida karbonat ангидрид, suv va katta miqdorda issiqlik hosil bo'ladi. Jarayon quyidagi reaksiya asosida amalga oshadi:



Mazkur reaksiya ekzotermik jarayon bo'lib, metanning molyar yonish issiqligi taxminan - 890 kJ/mol ni tashkil etadi. Hisoblashlarga ko'ra, 1 m³ metan to'liq yonganda taxminan 39,7 MJ issiqlik energiyasi ajraladi. Gaz plitalarida alangani zangori rangda yonishi aynan to'la yonish sodir bo'layotganligini bildiradi. Bu holatda energiyadan samarali foydalaniladi va zararli moddalar kam hosil bo'ladi.

Kislorod yetarli bo'lmagan sharoitda esa metanning chala yonishi kuzatiladi:



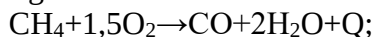
Ushbu reaksiyaning molyar yonish issiqligi: $\Delta H \approx -890 \text{ kJ/mol}$

Normal sharoitda 1 mol gaz hajmi 22,4 l ga teng bo'lgani uchun 1 m³ (1000 l) metandagi modda miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$n = 1000 / 22,4 \approx 44.64 \text{ mol};$$

Ajralib chiqadigan issiqlik miqdori: $Q = 44.64 \times 890 \approx 39730 \text{ kJ}$; Demak, 1 m³ metanning to'la yonishidan taxminan: 39.7 MJ; issiqlik energiyasi ajraladi. Bunday jarayonda alanga zangori rangda yonadi va energiyadan samarali foydalaniladi.

Kislorod yetarli bo'lmagan sharoitda esa metanning chala yonishi sodir bo'ladi:



Mazkur reaksiyaning issiqlik effekti: $\Delta H \approx -520 \text{ kJ/mol}$

1 m³ metan uchun ajraladigan issiqlik miqdori:

$Q = 44.64 \times 520 \approx 23200 \text{ kJ}$ ya'ni taxminan: 23.2 MJ ga teng bo'ladi.

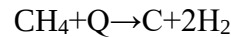
Energiya yo'qotilishi quyidagicha aniqlanadi: $39.7 - 23.2 = 16.5 \text{ MJ}$

Foiz hisobida esa: $16.5 / 39.7 \times 100 \approx 41.5\%$.

Demak, metanning chala yonishi natijasida taxminan 40-42 % energiya isrof bo'ladi.

Ushbu energiya yo'qotilishi metanning to'liq yonmasligi, issiqlikning samarasiz tarqalishi hamda uglerod(II)-oksid hosil bo'lishi bilan bog'liqdir.

Kislorod yetishmovchiligi va yuqori harorat ta'sirida metanning ayrim molekularlari termik parchalanishga ham uchrashi mumkin:



Mazkur jarayon endotermik xarakterga ega bo'lib, natijada uglerod (qurum) va vodorod hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan qurum gaz plitalari va yonish qurilmalarida to'planib, issiqlik almashinuvi samaradorligini kamaytiradi hamda atmosfera ifloslanishiga sabab bo'ladi.

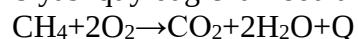
Bugungi kunda tabiiy gaz resurslaridan oqilona foydalanish dolzarb masalalardan biridir. Masalan, Xorazm viloyatida aholi tomonidan yiliga juda katta hajmdagi tabiiy gaz iste'mol qilinadi. Gazning samarasiz yonishi va energiyaning isrof bo'lishi iqtisodiy hamda ekologik muammolarni yuzaga keltiradi. Shu sababli o'quvchilarga metanning yonish jarayonini oddiy maishiy misollar orqali tushuntirish ularda energiya tejamkorligi va ekologik madaniyatni shakllantirishda muhim vosita hisoblanadi.

1-jadval.

Xorazm viloyatida tabiiy gazning samarasiz yonishi natijasidagi energiya yo'qotilishining tahlili

Ko'rsatkich	Miqdor	Izoh
Xorazm viloyati aholisi iste'mol qiladigan tabiiy gaz hajmi	967 mln m ³	Yillik iste'mol hajmi
Samarasiz yonayotgan gaz miqdori	50 %	Taxminiy hisob
Samarasiz foydalanilayotgan gaz hajmi	483.5 mln m ³	967 mln m ³ ning 50 % qismi
Chala yonishdagi energiya yo'qotilishi	40-42 %	Metanning chala yonishidagi issiqlik yo'qotilishi
Behuda sarflanayotgan gaz energiyasi	193-203 mln m ³	Energiya yo'qotilishi hisobiga
Oqibatlari	Energiya va iqtisodiy yo'qotish	Tabiiy resurslarning samarasiz sarfi
Ekologik ta'siri	CO va zararli moddalar hosil bo'lishi	Atmosfera ifloslanishi va inson salomatligiga salbiy ta'sir

Metan-havo aralashmasining portlash sababi ko'pincha noto'g'ri talqin qilinadi. Ayrim hollarda "metan yongani uchun portlaydi" degan tushuncha uchraydi. Aslida esa portlashning asosiy sababi yonish jarayonida haroratning juda tez ortishi natijasida gazlar bosimining keskin oshishidir. Metanning to'la yonish reaksiyasi quyidagicha ifodalanadi:



Reaksiyadan ko'rinib turibdiki, ideal gazlar nuqtai nazaridan qaralganda, reaksiyaga kirishayotgan gazlar hajmi bilan hosil bo'layotgan gazlarning umumiy hajmi farq qilmaydi. Ya'ni, metanning portlash reaksiyasi natijasida to'g'ridan-to'g'ri hajm o'zgarishi kuzatilmaydi. Yuqori haroratda hosil bo'lgan suv gaz holatida bo'lib, u ham ideal gaz sifatida qaraladi.

Biroq yonish jarayonida harorat juda tez oshadi. gazlar aralashmasining alangalanishida harorat taxminan 600-700 °C gacha yetishi mumkin. Gazlarning harorati oshishi esa ularning hajm kengayishiga va bosimning ortishiga olib keladi. Masalan, 100 m³ hajmli yopiq xonaga 5 m³ metan sizib chiqqan deb qaraymiz. Ushbu metanning to'la yonishi uchun taxminan 10 m³ kislorod kerak bo'ladi. Yonish natijasida xona ichidagi gaz aralashmasining harorati keskin ortadi va havo hajmi bilvosita kengayishga intiladi.

Gazlarning hajmiy kengayish koeffitsiyenti taxminan har bir °C uchun 0,366 % ni tashkil qiladi. Agar harorat 700 °C ga ohsa: $700 \times 0.366\% = 256.2\%$

Bu gaz bosimining taxminan 2.562 atm (kg/sm²) gacha ortishini bildiradi. Yopiq muhitda hosil bo'lgan ushbu yuqori bosim juda qisqa vaqt ichida devor va oynalarga katta kuch bilan ta'sir qiladi. Masalan, bitta oynaning o'lchami $1,5 \times 1,7$ m bo'lsa, uning yuzasi 25 500 sm² ni tashkil etadi. Bunda umumiy bosim kuchi: $2.562 \times 25500 \approx 65331$ kg. ya'ni taxminan: 65.3 tonna kuch hosil qiladi. Aynan mana shu bosimning juda qisqa vaqt ichida keskin ortishi oynalarning sinishi va portlash hodisasini yuzaga keltiradi. Demak, metan portlashining asosiy sababi gaz hajmining bevosita ortishi emas, balki yuqori harorat ta'sirida gaz bosimining keskin oshishidir.

Metan gazining to'la va chala yonish jarayonlarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, tabiiy gazdan noto'g'ri foydalanish natijasida katta miqdorda energiya yo'qotilishi yuzaga keladi. Hisoblashlarga ko'ra, metanning chala yonishida taxminan 40-42 % energiya isrof bo'ladi. Agar Xorazm viloyati aholisi tomonidan iste'mol qilinadigan 967 mln m³ tabiiy gazning kamida 25 % qismi samarasiz yonayotgan deb olinsa, taxminan 96,5-101,5 mln m³ gaz energiyasi behuda sarflanayotganligi aniqlanadi. Bu juda katta energetik va iqtisodiy yo'qotish hisoblanadi. Agar tabiiy gazning o'rtacha narxi 1 m³ uchun taxminan 1000 so'm deb olinsa, faqat energiya isrofi hisobiga yiliga qariyb 96,5-101,5 milliard so'mlik iqtisodiy zarar yuzaga keladi.

Ushbu holat tabiiy resurslardan samarasiz foydalanish bilan bir qatorda ekologik muammolarni ham keltirib chiqaradi. Chala yonish natijasida uglerod(II)-oksid va boshqa zararli moddalar hosil bo'lib, atmosfera ifloslanishiga hamda inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli gaz qurilmalarida alangani zangori rangda yonishini ta'minlash, havo almashinuvini yaxshilash va yonish jarayonini nazorat qilish energiya tejamkorligi hamda barqaror taraqqiyot nuqtai nazaridan muhim ahamiyatga ega. Bu juda katta energetik va iqtisodiy yo'qotish hisoblanadi (1-jadval).

Mazkur hajmdagi tabiiy gaz kimyo sanoati uchun muhim xomashyo bo'lib xizmat qilishi mumkin edi. Metandan vodorod, sintez-gaz, metanol, ammiak, asetilen, polimer materiallar hamda boshqa organik birikmalar olish imkoniyati mavjud. Ayniqsa, vodorod energetikasi va yashil texnologiyalar rivojlanayotgan hozirgi davrda tabiiy gazdan oqilona foydalanish strategik ahamiyat kasb etadi (2-jadval).

2-jadval.

Behuda sarflanayotgan metan gazidan olinishi mumkin bo'lgan mahsulotlar (taxminiy nazariy hisob)

Mahsulot nomi	Kimyoviy jarayon (soddalashtirilgan)	Taxminiy olinadigan miqdor	Ahamiyati
Vodorod (H ₂)	$\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$	68-72 ming tonna	Yashil energetika, yoqilg'i elementlari
Sintez-gaz (CO + H ₂)	$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$	772-812 mln m ³	Kimyo sanoatining asosiy xomashyosi
Metanol (CH ₃ OH)	$\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$	274-290 ming tonna	Erituvchi, yoqilg'i va organik sintez uchun
Ammiak (NH ₃)	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$	388-411 ming tonna	Mineral o'g'itlar ishlab chiqarish

Asetilen (C_2H_2)	$2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$	111-118 ming tonna	Payvandlash va organik sintez
Polimer materiallar	Metan asosida organik sintez orqali	Yuz minglab tonna xomashyo	Plastmassa va kompozit materiallar
Boshqa organik birikmalar	Metandan kimyoviy qayta ishlash orqali	Katta sanoat hajmida	Formaldegid, sirka kislotasi va boshqalar

Xorazm viloyati misolida keltirilgan ushbu ko'rsatkichlar muammoning naqadar dolzarb ekanligini ko'rsatadi. Agar bu holat butun O'zbekiston miqyosida tahlil qilinsa, energiya isrofi yanada ulkan hajmga ega bo'lishi mumkin. Shu sababli kimyo ta'limida barqaror taraqqiyot, yashil kimyo va energiya samaradorligi tushunchalarini amaliy misollar asosida o'qitish o'quvchilarda ekologik madaniyatni shakllantirish hamda tabiiy resurslardan oqilona foydalanish ko'nikmalarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. G. Sh. Ulug'bekova, N.Sh. Omonov, R.A. Eshchanov M.M. Jo'rayev Murod, Z.M. Ataullayev. Kimyoni 7-sinf o'quvchilariga o'qitishda xalqaro baholash tizimiga moslashtirishni rivojlantirish / "International scientific innovation research conference" with an article entitled conference on the role and importance of science in the modern world, Volume 01, Issue 04, 2024, 16.05.2024, P. 139-144.

2. Z.M. Ataullayev. Barqaror rivojlanish konsepsiyasi asosida bo'lajak kimyo o'qituvchilarining kasbiy tayyorgarligini baholash va takomillashtirish / 2025-yil "Atrof-muhitni asrash va "Yashil" iqtisodiyot" yili davlat dasturi doirasida o'tkazilgan "O'zbekistonda yashil iqtisodiyot: barqaror rivojlanishning yangi modeli" mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiya, 715-719-betlar

3. R.A. Eshchanov, V.A. Masharipov, Z.M. Ataullayev. Maktab kimyo fanida yashil iqtisodiyot mavzusini barqaror taraqqiyot tushunchalari bilan uyg'unlikda o'qitish / Коллоидная химия: инновации и решения для химической технологии, экологии и промышленности, Материалы международной научно-технической конференции, посвященной светлой памяти академика МАНЭБ, д.х.н., проф. А.А. Агзамходжаева, 7–8 февраля 2025 года город Термез

O'SIMLIK EKSTRAKTI ASOSIDA OLTIN NANOZARRACHALAR SINTEZIGA KONSENTRATSIYA VA VAQTNING TA'SIRINI O'RGANISH

¹Rajabova Shaxnoza Rustam qizi tayanch doktorant, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universitet Analitik kimyo kafedrasi. rajabovashaxnoza2017@gmail.com

²Qutlimurotova Nigora Xakimovna Kimyo fanlari doktori professor. Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universitet Analitik kimyo kafedrasi.

³Rajabova Gulnoza Rustam qizi magistrant, Qarshi davlat universiteti Noorganik kimyo kafedrasi.

Abstract: Gold nanoparticles (AuNPs) are widely used in sensors, solar cells, and biological assays due to their large surface area and biocompatibility; therefore, their synthesis using eco-friendly methods is of great importance. In this study, spherical gold nanoparticles with sizes ranging from 20–80 nm were successfully synthesized using an extract of juniper (*Juniperus communis* L.) leaves. At a metal salt concentration of 1 mM, monodisperse AuNPs with an average diameter of 35 nm and minimal agglomeration were obtained; increasing the concentration led to an increase in particle size due to changes in the nucleation and growth kinetics. Over time, a red-shift of the absorption peak from 525 nm to 570 nm was observed in the UV–Vis spectra, indicating an increase in nanoparticle size, as well as increased polydispersity and aggregation.

Keywords: Juniper plant extract, Gold nanoparticles (AuNPs), UV-Vis spectrophotometry, Gold(III) chloride ($HAuCl_4$) or chlorauric acid oltin, Polyvinylpyrrolidone (PVP).

Oltin nanozarrachalari (AuNPs) o'zining keng sirt maydoni, yuqori optoelektron xossalari, kimyoviy inertligi va biyomassalashuvchanligi sababli sensorlar, quyosh batareyalari va biologik tahlillarda keng qo'llanilmoqda. Shuning uchun ekologik toza usulda oltin nanozarrachalarini sintez qilish muhim ahamiyat kasb etadi. O'simlik ekstraktlarida uchraydigan flavonoidlar, polifenollar va alkaloidlar nanozarrachalarni yashil sintez orqali ekologik xavfsiz tarzda olishda tabiiy qaytaruvchi va barqarorlashtiruvchi vosita bo'lib xizmat qiladi va bu ularni keng qo'llash imkonini bermoqda. So'nggi yillarda yashil kimyo asosida oltin nanozarrachalarini (AuNPs) sintez qilishga bo'lgan qiziqish ortib bormoqda. Masalan, Cranberry graveolens ekstrakti yordamida 27–45 nm o'lchamdagi sharsimon AuNPs sintez qilinib, 530–550 nm oralig'ida oltin nanozarrachalariga (AuNPs) xos bo'lgan yutilish spektrini namoyon qildi [1]. Shuningdek, *Juniperus communis* L. barglari ekstrakti asosida sintez qilingan oltin nanozarrachalar (AuNPs) uchun 530–700 nm diapazonda kuzatilgan plazmon rezonansi sintez jarayonining muvaffaqiyatli kechganini tasdiqlagan [2]. Mazkur tadqiqotda archa (*Juniperus communis*) barglari ekstrakti asosida polivinilpirrolidon (PVP) sirti aktiv moddasi ishtirokida 20–80 nm o'lchamli, bir xil morfologiyaga ega oltin nanozarrachalar muvaffaqiyatli sintez qilindi. Sintez natijasida olingan AuNPs UV–Vis spektrida taxminan 525–570 nm oralig'ida yutilish cho'qqisini namoyon etib, oltin nanozarrachalar hosil bo'lganini tasdiqladi. Metall tuzining 1 mM konsentratsiyasi qo'llanilganda, o'rtacha diametri 35 nm bo'lgan, sharsimon shakldagi, monodispers va minimal aglomeratsiyaga ega AuNPs sintez qilindi. Konsentratsiya oshishi bilan nanozarrachalarning o'rtacha diametri kattalashdi. Buning sababi yuqori konsentratsiyada yadrolanish va o'sish jarayonlarining kinetikasi o'zgarib, zarrachalarga ko'proq atomlarning qo'shilishi natijasida ularning hajmi ortadi. AuNPs hosil bo'lishiga keying parametri sifatida vaqtning ta'siri o'rganildi. Bunga ko'ra, archa ekstrakti yordamida sintez qilingan AuNP larning hosil bo'lishi vaqt o'tishi bilan 200–800 nm oralig'idagi UV–Vis spektrlaridagi yutilish cho'qqilari o'zgarishiga asoslanib o'rganildi. Dastlabki bosqichda asosiy cho'qqi taxminan 525 nm da paydo bo'lib, kichik o'lchamli va nisbatan bir xil nanozarrachalarning hosil bo'lishini ko'rsatdi. Vaqt o'tishi bilan cho'qqi pozitsiyasida sezilarli siljish kuzatildi. Keyinchalik oltin nanozarrachalarining cho'qqilari vaqt o'tishi bilan 525 nmdan 570 nmgacha o'zgarishi kuzatildi. Reaksiya vaqti ortishi bilan AuNP larning o'lchami biroz kattalashibgina qolmay, balki namunalarning zichligi ham oshdi, natijada absorbsiya (yutilish) kuchaydi. Cho'qqi pozitsiyasining qizil tomonga siljishi (red-shift) nanozarrachalar hajmining oshishini va zarrachalarning biroz agregatsiyalanganligini ko'rsatadi. Bundan tashqari, yutilish spektrlarining kengayishi va cho'qqilarning asta-sekin tekislanishi kuzatildi, bu polidisperslikning oshishini va nanozarrachalar o'lchamlarining kengroq tarqalishini ko'rsatadi. Bunday xatti-harakat sintez jarayonida o'simlik ekstrakti tarkibidagi faol fitokimyoviy komponentlarning bosqichma-bosqich kamayishi yoki vaqtga bog'liq zarracha agregatsiyasi bilan izohlanishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, archa barglari ekstrakti asosida ekologik xavfsiz sharoitda sintez qilingan oltin nanozarrachalar muvoffaqiyatli sintez qilindi. AuNPs lar 1 mM konsentratsiyali oltin xlorid tuzi eritmasida va qisqa vaqt ichida sintez qilish eng samarali ekanligi isbotlandi hamda ushbu nanozarrachalar kimyo asosidagi ekologik toza texnologiyalar uchun istiqbolli nanomaterial sifatida e'tirof etiladi.

Adabiyotlar

- Queen, J. E., Prasad, T. a. A., Vithiya, B. S. M., Odhah, O. H., Kumar, N. S., Tamizhdurai, P., Alreshaidan, S. B., Basivi, P. K., Pabba, D. P., & Al-Fatesh, A. S. (2025). Optimized green synthesis of gold nanoparticles from cranberry fruit extract using response surface methodology for enhanced biomedical applications and catalytic degradation. *Bioorganic Chemistry*, 161, 108546.
- Khalil, A. T., Ovais, M., Ullah, I., Ali, M., Shinwari, Z. K., & Maaza, M. (2017). Physical properties, biological applications and biocompatibility studies on biosynthesized single phase

cobalt oxide (Co₃O₄) nanoparticles via *Sageretia thea* (Osbeck.). *Arabian Journal of Chemistry*, 13(1), 606–619.

Baek, K., & Patra, J. K. (2015). Novel green synthesis of gold nanoparticles using *Citrullus lanatus* rind and investigation of proteasome inhibitory activity, antibacterial, and antioxidant potential. *International Journal of Nanomedicine*, 7253.

METALL IONLARINING O'SIMLIKLAR O'SISHI VA RIVOJLANISHIGA TA'SIRI

N.M. Qutlimuratov, A.K. Raximov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Abstract. Today, the rapid expansion of urbanization and the fast growth of the population are increasing the demand for organic food products. The use of mineral fertilizers in obtaining high agricultural yields from plants affects soil fertility and composition, eventually leading to soil degradation over time. The application of stimulators and nanotechnologies in agriculture creates a foundation for achieving the intended goals effectively.

Keywords: stimulator, urbanization, metal ions, wheat, molar concentration, toxic properties, and abiotic stress.

O'simliklarning o'sish va rivojlanish bosqichlarida tashqi stress omillariga nisbatan chidamliligini oshirish hozirgi zamon bioorganik kimyo fani oldidagi eng asosiy vazifalardan biridir. Bu o'rinda o'simliklarning rivojlanishida asosiy rol o'ynovchi biogen birikmalar va ularning ta'sirini o'rganish ushbu fanning dolzarb masalalaridan hisoblanadi.

Ma'lumki, biogen birikmalar o'simliklar o'sishi va rivojlanishining barcha bosqichlarida moddalar almashinuvini boshqarishda ishtirok etadi. Tashqi biotik yoki abiotik omillar ta'sirida ko'pincha moddalar almashinuvi jarayonidagi o'zgarishlar o'simlikni nobud bo'lish darajasigacha ham olib kelishi mumkin. Bunda gormonlar yoki hujayra va to'qimalarda mavjud boshqa fiziologik faol moddalar ham o'simlikni qayta tiklanishida faollik darajalarini namoyon eta olmasliklari kuzatiladi. Bunday holatlarda tabiiy yoki sintetik biostimulyatorlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ayniqsa, qishloq xo'jaligi o'simliklarning tashqi ta'sir etuvchi omillarga nisbatan chidamli formalarini yaratish yoki chidamlilik darajasini oshirish xalq xo'jaligini rivojlantirishda alohida o'rin egallaydi.

Og'ir metallar atrof-muhitda muhim va muhim bo'lmagan holda ikkala shaklda mavjud. Ushbu og'ir metal ionlari tuproq biosrukturasiga tabiiy va antropogen kabi turli manbalardan kiradi. Kobalt (Co), mis (Cu), temir (Fe), marganes (Mn), molibden (Mo), nikel (Ni) va rux (Zn) kabi muhim og'ir metallar o'simliklarning o'sishi va rivojlanishida foydali rol o'ynaydi. Optimal darajada bu foydali elementlar o'simlikning ozuqaviy darajasini yaxshilaydi, shuningdek, o'simliklarning normal o'sishi va yaxshi hosil olish uchun zarur bo'lgan bir qancha mexanizmlarni yaxshilaydi. Quruq o'simliklar uchun ularning optimalligi diapazoni xilma-xildir. O'simlik og'ir metallarni eruvchan komponent sifatida oladi yoki ularni ildiz eksudati bilan eriydi. Ularning ortiqcha bo'lishi o'simliklar uchun zaharli bo'lib, o'simlikning boshqa muhim bo'lmagan elementlarni qabul qilish va to'plash qobiliyatini o'zgartiradi. O'simlik to'qimalarida og'ir metallarning ko'payishi to'g'ridan-to'g'ri va bilvosita toksik ta'sir ko'rsatadi. Bunday to'g'ridan-to'g'ri ta'sir oksidlovchi stressning paydo bo'lishi bo'lib, u sitoplazmatik fermentlarning cheklanganligini va hujayra tuzilmalarining shikastlanishini yanada kuchaytiradi. Ushbu ionlar turli fermentlar va oqsillarning roliga ta'sir qiladi, metabolizmi to'xtatadi va fitotoksitetni aniqlaydi. Tuproq-o'simlik tizimida foydali og'ir metal ionlari Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni va Zn bo'yicha so'nggi yutuqlardan kelib chiqqan holda, og'ir metallarning tuproqdagi manbalari va ularni qabul qilish va tashish mexanizmini o'rganilgan. Asosiy metal ionlarini tuproqdan o'simliklarga tashishda metall tashuvchilarning rolini hamda Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni va Zn ning o'simlik o'sishi va rivojlanishida past va yuqori darajada funksiyasi va yuqori darajada metall zaharlanishini yumshatish mexanizmi bo'yicha izlanishlar olib borilmoqda.

Hozirgi kunda bug'doy o'simligining o'sishini tezlashtirish, hosilni oshirish va bug'doy kleykovinasini oshirish sifatida hozirgacha ko'p izlanishlar olib borilmoqda. Shu vaqtgacha stimulyator sifatida bir qancha moddalar sinab ko'rilmogda. Dunyo miqyosida bu ish bilan keng ko'plab olimlar shug'ullanmogda. Hozirga qadar bug'doy o'simligiga stimulyator sifatida foydalanib yuqori samara bergan ba'zi moddalarga to'xtalib o'tsak:

Yuqoridagi maqolalar tahlilidan foydalanib Cu va Ni kabi metall ionlari bug'doy o'simligida sinov uchun tanlab olindi. Har bir metall tuzlaridan 5 xil konsentratsiyada eritmaları tayyorlab olindi. So'ngra bug'doy 2 soat davomida eritmalarga solindi va unumdor bo'lmagan tuproqqa ekildi. Unib chiqish davri kuzatildi va dastlabki 5 kunlik tahlil olindi. Unga ko'ra, har bir elementning konsentratsiyalaridan foydalangan holda natijalar o'rganildi. Solishtirish maqsadida nazorat uchun suvdan foydalandi. Qiyoslash maqsadida o'simliklarning unib chiqishi va unib chiqqan urug'lar soni, o'simlikning uzunligi, tuplar soni kabi xarakterli xossalari asos qilib olindi.

Cu(II) ionini turli konsentratsiyali eritmalarining bug'doy o'simligining unib chiqishiga ta'siri

1.1-jadval

№	Cu ²⁺ ioni konsentratsiyalari (mol·l ⁻¹)	Bug'doy o'simligi eritmada qoldirilgan vaqt (soat)	Unib chiqqan vaqt (kun) va urug' soni(ta)	5 kundagi unib chiqish holati(ta)
1	0.1	2	-	-
2	0.05	2	4 va 1	1
3	0.01	2	4 va 1	1
4	0.001	2	3 va 1	9
5	0.0005	2	3 va 1	5

Xulosa: Bu jadvaldan Cu ning yuqori konsentratsiyalari stimulyatorlik xossalari namoyon etmaganligini va shuning uchun bug'doy unib chiqishiga to'sqinlik qildi deyish mumkin. Uning past konsentratsiyalari esa bug'doy unib chiqishiga ijobiy ta'sir ko'rsatdi. Bundan ko'rinib turibdiki, Cu²⁺ ionining 0,001M konsentratsiyali holati optimal deb topilib, o'simliklarga salbiy ta'sir qilmasligi aniqlandi.

Ni(II) ionini turli konsentratsiyali eritmalarining bug'doy o'simligining unib chiqishiga ta'siri

1.2-jadval

№	Ni ²⁺ ioni konsentratsiyalari (mol·l ⁻¹)	Bug'doy o'simligi eritmada qoldirilgan vaqt (soat)	Unib chiqqan vaqt (kun) va urug' soni(ta)	5 kundagi unib chiqish holati(ta)
1	0.1	2	-	-
2	0.05	2	-	-
3	0.01	2	4 va 1	2
4	0.001	2	3 va 1	7
5	0.0005	2	3 va 1	5

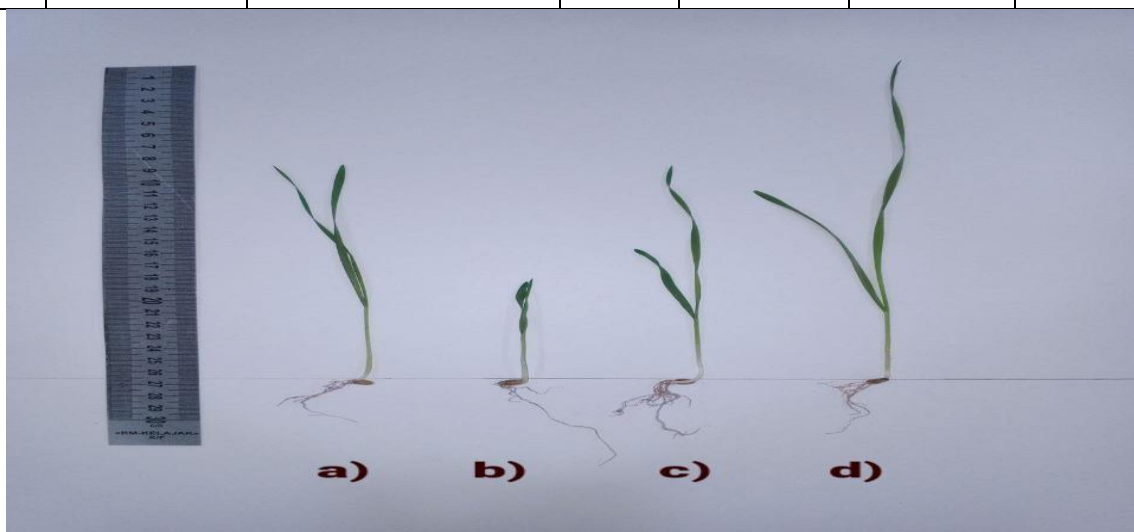
Xulosa: Bu jadvalda 5 kun davomida Ni²⁺ ioni konsentratsiyalarining bug'doy unib chiqishiga ta'sirini ko'rishimiz mumkin. Yuqori konsentratsiyali metall ionlari bug'doy unib chiqishiga to'sqinlik qildi. Past konsentratsiyali holatida esa unib chiqish ko'rsatkichlari ancha samarali. Bundan ko'rinib turibdiki, stimulyatorlik xossasi 0,001 M holatida ta'sir yuqori va optimal deb topildi.

10 kunlik natijalar ham olinib tahlil qilinganda ham kontrolga qaraganda ayrim konsentratsiyalarda natijalar yuqori chiqqanini ko'rishimiz mumkin.

Cu(II) ionini turli konsentratsiyali eritmalarining bug'doy o'simligining unib chiqishi, bargi va ildizi o'zgarishidagi tahlil

1.3-jadval

№	Cu ²⁺ ioni konsentratsiyalari (mol·l ⁻¹)	Urug' ekilgandan keyingi 10 kunlik davr (unib chiqqan urug'lar soni)	Barg soni (ta)	Barg uzunligi (sm)	Tomirlar soni (ta)	Tomirlar uzunligi (sm)
1	0.1	1 ta	2	18	2	4,5
2	0.05	1 ta	2	9	3	8,5
3	0.01	2 ta	2	18	4	6,5
4	0.001	10 ta	2	26	5	5



**3-rasm; a) $C_M(\text{Cu}^{2+}) = 0,1\text{M}$ b) $C_M(\text{Cu}^{2+}) = 0,05\text{M}$
c) $C_M(\text{Cu}^{2+}) = 0,01\text{M}$ d) $C_M(\text{Cu}^{2+}) = 0,001\text{M}$**

Ni(II) ionini turli konsentratsiyali eritmalarining bug'doy o'simligining unib chiqishi, bargi va ildizi o'zgarishidagi tahlil

1.4-jadval

№	Ni ²⁺ ioni konsentratsiyalari (mol·l ⁻¹)	Urug' ekilgandan keyingi 10 kunlik davr (unib chiqqan urug'lar soni)	Barg soni (ta)	Barg uzunligi (sm)	Tomirlar soni (ta)	Tomirlar uzunligi (sm)
1	0.1	-				
2	0.05	-				
3	0.01	3 ta	2	10	4	6
4	0.001	8 ta	3	25,5	7	11

Metall ionlarining o'simliklarning o'sish va rivojlanishiga ta'sir qilish xususiyatlari bo'yicha ilmiy maqolalar tahlil qilindi (unib chiqishi, o'sish va rivojlanishi, hosildorligi) stimulyator sifatida taxmin qilingan metall ionlari tanlab olindi va ularning turli xil konsentratsiyalari eritmaları bug'doy va mosh o'simliklarning o'sishi va rivojlanishiga ta'siri o'rganilganda baholatlarda chetlanishlar ham kuzatildi. Li ionining bug'doy o'simligiga

ta'siri sust ekanligi aksincha mosh o'simligiga yaxshi ta'sir qilganligi aniqlandi. Tanlab olingan metall ionlarining besh xil konsentratsiyali eritmalarida bug'doy hamda mosh o'simliklari uchun urug'ga ishlov berish vaqti va miqdori bo'yicha aniq xulosalar qilindi. Unga ko'ra bug'doy urug'i uchun 2 soat, mosh uchun 1 soat davomida eritmada qoldirish eng maqbul sharoitligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Namira Arif, Vaishali Yadav, Shweta Singh, Svati Singx, Parvaiz Ahmad, Rohit K. Mishra, Shivesh Sharma, Durgesh Kumar Tripathi, N. K. Dubey, Devendra K. Chauhan. Influence of High and Low Levels of Plant-Beneficial Heavy Metal Ions on Plant Growth and Development/ Environmental Toxicology Volume 4 – 2016/ 21 November 2016 <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00069>
2. Babar Shahzad, Mohsin Tanveer, Waseem Hassan, Adnan Noor Shah, Shakeel Ahmad Anjum, Sardar Alam Cheema, Iftikhar Ali. Lithium toxicity in plants: Reasons, mechanisms and remediation possibilities / Plant Physiology and Biochemistry/Volume 107, October 2016, Pages 104-115 /<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.05.034>
3. Yaashikaa, P. R., Senthil Kumar, P., Varjani, S., & Saravanan, A. (2020). Rhizoremediation of Cu(II) ions from contaminated soil using plant growth promoting bacteria: an outlook on pyrolysis conditions on plant residues for methylene orange dye biosorption / *Bioengineered*, 11(1), 175–18/ <https://doi.org/10.1080/21655979.2020.1728034>

VIRTUAL LABORATORIYA SIMULYATSIYALARI YORDAMIDA KIMYOVIY REAKSIYALARNI O'RGATISH SAMARADORLIGINI TAHLIL QILISH

M.R. Komilova, N.M. Qutlimuratov, Sh.Matmuratov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti

Abstract. This study analyzes the pedagogical effectiveness of virtual laboratory simulations in teaching chemical reactions. During the research, the role of modern digital technologies, virtual laboratory platforms, and interactive simulations used in chemistry education in developing students' theoretical knowledge, practical skills, and scientific thinking was investigated. Furthermore, the methodological advantages of integrating virtual laboratories with traditional laboratory activities were substantiated.

Keywords: virtual laboratory, simulation, chemistry education, digital pedagogy, STEM, SMART education, chemical reactions, interactive learning, modeling, experimental competence.

Hozirgi davrda ta'lim tizimini raqamlashtirish va innovatsion pedagogik texnologiyalarni joriy etish tabiiy fanlarni o'qitishda yangi metodik yondashuvlarni talab qilmoqda. Ayniqsa, kimyo fanidagi murakkab abstrakt tushunchalar, mikrodunyo jarayonlari hamda molekulyar darajadagi reaksiyalar mexanizmlarini an'anaviy usullar orqali tushuntirish ko'plab qiyinchiliklarni yuzaga keltirmoqda. Laboratoriya jihozlarining yetishmasligi, ayrim reaktivlarning qimmatligi va xavfliligi ham kimyo ta'limida amaliy mashg'ulotlar samaradorligini pasaytiruvchi omillardan biri hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan virtual laboratoriya simulyatsiyalaridan foydalanish kimyo ta'limining zamonaviy va samarali vositasi sifatida muhim ahamiyat kasb etadi. Virtual laboratoriyalar o'quvchilarga kimyoviy jarayonlarni makro, mikro va simvolik darajalarda bir vaqtning o'zida kuzatish imkonini beradi. Bu esa o'quvchilarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, analitik fikrlashini rivojlantirish hamda eksperimental kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Tadqiqot davomida PhET, Labster, ChemCollective kabi virtual laboratoriya platformalarining didaktik imkoniyatlari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari virtual laboratoriya simulyatsiyalaridan foydalangan o'quvchilarning o'zlashtirish darajasi, mustaqil ishlash ko'nikmalari va fanga bo'lgan qiziqishi an'anaviy o'qitish usullariga nisbatan yuqori ekanligini ko'rsatdi. Ayniqsa, kimyoviy reaksiyalar kinetikasi,

oksidlanish-qaytarilish, elektroliz, gidroliz va kimyoviy muvozanat kabi murakkab mavzularni vizual modellash tirish orqali tushuntirish ta'lim samaradorligini sezilarli oshirdi. Tadqiqotda virtual laboratoriyalar real laboratoriya mashg'ulotlarini to'liq almashtirmasligi, balki ular bilan integratsiyalashgan holda qo'llanganda yuqori samaradorlikka erishilishi asoslandi. "Virtual tajriba — real laboratoriya — raqamli tahlil" modeli kimyo ta'limida xavfsizlik, iqtisodiy samaradorlik va ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirishning muhim metodik yondashuvi sifatida tavsiya etildi. Xulosa qilib aytganda, virtual laboratoriya simulyatsiyalaridan foydalanish kimyo ta'limini modernizatsiya qilish, o'quvchilarning ilmiy tafakkuri va raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish hamda ta'lim sifatini oshirishning istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy raqamli pedagogika sharoitida virtual laboratoriyalar kimyo fanini o'qitishda innovatsion, interaktiv va ilmiy asoslangan ta'lim muhitini yaratishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

Hofstein A., Lunetta V.N. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century // Science Education. – 2004. – Vol. 88(1). – P. 28–54.

Zacharia Z.C., Olympiou G. Physical versus Virtual Manipulative Experimentation in Science Learning // Learning and Instruction. – 2011. – Vol. 21(3). – P. 317–331.

METHODS OF TEACHING "GREEN" ENERGY IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

G.Sh. Karimova

National Research Institute of Renewable Energy Sources under the Ministry of Energy, Tashkent, Uzbekistan, e-mail: gavharshavkatjanovna@mail.ru

Abstract: This article examines the essence of the concepts of sustainable development and green energy, as well as modern methods and techniques for teaching them. It analyzes the importance of interactive teaching methods, project-based learning, problem-based learning, laboratory and practical classes in effectively organizing environmental education. It also demonstrates ways to use innovative pedagogical technologies and information and communication tools in teaching green energy. The article aims to develop students' environmental thinking, scientific approach, and competencies in the field of sustainable development.

Key words: Sustainable development, green energy, renewable energy, environmental education, interactive methods, project-based learning, problem-based learning, laboratory work, environmental culture, innovative technologies.

Today, global environmental issues, climate change, and depleting energy resources make the issue of sustainable development extremely pressing. Therefore, teaching subjects related to sustainable development and green energy is of paramount importance in the education system. Through these subjects, students learn about ecological balance, energy efficiency, and the use of renewable resources.

The Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PK-3012 of May 26, 2017, "On the program of measures for the further development of renewable energy, improving energy efficiency in economic sectors and the social sphere for 2017-2021" and No. PK-3379 of November 8, 2017, "On measures to ensure the rational use of energy resources" defined several objectives. In this regard, extensive work was carried out in priority areas, such as reducing the energy and resource intensity of the economy, widespread implementation of energy efficiency, expanding the use of renewable energy sources, and improving energy efficiency in various sectors of the economy. "Green" or renewable energy is a type of energy that is naturally occurring and does not emit harmful emissions, such as solar, wind, hydroelectric, and geothermal energy. Unlike traditional energy sources (coal, oil, and gas), "green" energy does not emit greenhouse gases into the atmosphere, which is key in the fight against climate change.

The development of “green” energy is primarily driven by environmental imperatives (climate change), technological progress, government policy and investment, and energy security. These factors are accelerating the transition from traditional fuels to renewable energy sources (solar, wind, and hydropower). The main factors influencing the development of green energy are: environmental and climatic factors, in which global warming, the need to reduce greenhouse gas emissions, and environmental problems increase the demand for green technologies; technological progress and innovation. Increasing the efficiency and decreasing the cost of solar panels, wind turbines, and energy storage devices (batteries); from the point of view of public policy and support, state programs for the development of “green” energy, subsidies, tax breaks, and international agreements (e.g., the Paris Agreement); in terms of economic factors, the instability of prices for traditional energy sources (oil, gas, coal), the competitiveness of renewable energy sources and the attraction of investment; in terms of geopolitical factors, the desire to ensure energy security, reduce dependence on energy sources and increase energy independence; and in terms of natural and geographical factors, the duration of sunny days in the region, wind speed and the availability of water resources (for hydroelectric power plants). Given the importance of energy reforms, time itself demonstrates the urgent need to train highly qualified and competitive personnel in the field of renewable energy sources. The task of training highly qualified specialists in the energy sector, particularly for the development of renewable energy, falls to higher education institutions.

Given our country’s development prospects in the green energy sector, the primary objective of Karshi state technical university, Tashkent state technical university, Almalyk state technical university, Andijan state technical university, Bukhara state technical university, Namangan state technical university, and other technical higher education institutions is to train highly qualified, modern, and comprehensively developed specialists in this field.

For example, Karshi state technical university launched a bachelor’s degree program in alternative energy sources and a master’s degree program in hydroelectric power plants. On May 5, 2006, the Institute of Postgraduate Education in the field of “Power Devices Based on Renewable Energy Sources” began operations. The most exciting news is that the Research Center for Energy Saving and Alternative Energy Sources was established in 2021.

The “Alternative Energy Sources” educational and scientific facility at the center includes a solar greenhouse with a useful area of 100 square meters, solar air heaters, an experimental solar house, pyrolysis and biogas units for producing alternative fuels from biomass, a miniature wind and solar power plant, solar water heating units, and a three-kilowatt solar photovoltaic power plant. These facilities provide young scientists with the opportunity to conduct research, combining theoretical knowledge with practical training at the bachelor’s and master’s levels.

The aim of teaching natural sciences is to develop students’ environmental thinking, provide theoretical knowledge about renewable energy sources, develop skills to improve energy efficiency, explain the principles of sustainable development and teach them how to solve practical environmental problems. Both traditional and modern teaching methods are used. One of the primary methods is the lecture method. It is used to systematically convey theoretical knowledge. It explains the principles of sustainable development, types of green energy, and environmental policy.

Modern interactive teaching methods include “Brainstorming”, “Klaster”, “Debate”, “FSMU technologies”, “Case-study” and “Role-playing games”. The main method for increasing students’ interest in science, consolidating knowledge and finding independent solutions to problems in this area is problem-based learning.

The essence of problem-based learning is not to provide students with ready-made answers, but to present them with real-life problematic situations and guide them through independent analysis, finding solutions, and drawing conclusions. For example, the problem of “transitioning a city to “green” energy” sounds like this: imagine that the city you live in gets 80 % of its

electricity from coal and gas. Air pollution is rising. The challenge here is how to develop a plan for a city's gradual transition to "green" energy. Then the student's work begins: they will analyze solar, wind, and biomass energy, determine which source is most efficient, calculate the economic and environmental benefits, and develop a "green city" model.

Additionally, they may be offered assignments to find solutions to various problems: "Energy Shortages", "Plastic Waste and Energy Production", "Improving the Energy Efficiency of Schools", "Climate Change and Energy Choices", "Powering Rural Areas", and "How to Provide Cities with Clean Energy?" Project-based learning can also be used for gifted students. In this case, students are asked to develop practical projects on topics such as "Solar Panel Model", "Wind Turbine", "Energy-Efficient Home Concept – Smart Home" and others.

Another teaching method is to conduct laboratory and practical classes in each subject, which allows students to learn the material faster and easier. The goal of the educational process is to improve the effectiveness of education by collecting, processing, storing, and transmitting knowledge using modern computers, software, the internet, and multimedia. This method encourages students to acquire knowledge independently, makes lessons interactive, and develops their thinking skills. Another method that promotes independent learning is information and communication technology (ICT)-based learning.

The main features of information and communication technology (ICT)-based learning are that each lesson is conducted in real time using interactive methods, which facilitates learning through games, creates the possibility of using virtual simulators and platforms for practicing clinical skills, technical modeling and distance learning, supports independent learning through searching, analyzing and archiving data when working with information, and also provides learning tailored to the individual learning speed of students through an individual approach, which is one of the most preferred methods.

Another highly effective teaching method used in some lessons is the scientific principle of teaching. This principle involves providing students with scientifically sound, accurate, and up-to-date knowledge during their learning process. This principle requires that educational material be based on scientific advances. Educational material must be scientifically accurate, information must be consistent with current scientific advances, and instruction must be interconnected between theory and practice, fostering a scientific worldview in students, and interpreting concepts, laws, and phenomena based on cause and effect – this is the core essence of the scientific principle.

In conclusion, teaching the subject "green" energy in technical higher education institutions is a key focus of the modern education system. Fostering an environmental mindset and a culture of energy conservation in students is a pressing pedagogical challenge. Therefore, it is necessary to update the subject content and teaching methods, drawing on modern approaches.

Secondly, teaching using interactive and innovative methods not only deepens students' knowledge but also develops their environmental awareness. As a result, the younger generation will become specialists who understand the principles of sustainable development and are capable of a scientific approach to environmental issues.

Third, the widespread use of project-based learning, problem-based approaches, student-centered education, and practice-oriented teaching technologies in subject disciplines allows for the effective development of students' competencies. These methods prepare students not only for theoretical knowledge but also for practical work.

Fourth, in the context of implementing the "green" energy strategy, the higher education system plays a central role in transforming specialists into environmentally responsible, scientifically minded, innovative decision-makers. Therefore, the integration of subject-specific educational processes with the enterprise-university-research organization cluster system, the modern equipment of experimental laboratories, and the development of textbooks in accordance with international standards remain priorities.

Literature

1. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan dated May 26, 2017, "On the program of measures for the further development of renewable energy, increasing energy efficiency in economic sectors and the social sphere for 2017-2021" No. PK-3012.
2. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan dated November 8, 2017, "On measures to ensure the rational use of energy resources," No. PK-3379.
3. Clark, J., & Macquarrie, D. Handbook of Green Chemistry and Technology. Blackwell Science, 2022.
4. Mamatov S. Innovative technologies in the energy system and methods of their teaching. Scientific journal of TUTU. 2022.

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РУСЛЕ ЗЕЛЁНОЙ ЭКОНОМИКИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ – ВАЖНЫЙ ШАГ НА ПУТИ НАУЧНОГО ОБМЕНА ОПЫТОМ

Ибрагимов А.Т.¹, Каримов Б.Б.¹, Абдураззаков К.Х.²

¹Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г. Ташкент,
Республика Узбекистан

²ООО "Ташкент-Резина", г. Ташкент, Республика Узбекистан

Abstract. This article presents economic and scientific-technical achievements related to development plans in all sectors of industrial consumer goods production. It characterizes the results of achieving high production volumes in oil and gas production, as well as effective ways to exploit these potential uses within the context of alternative fuel sources.

Keywords: ecology, environmental protection, polymer waste, recycling, secondary raw materials, disposal, recycled products, composite materials.

Все более активно развивается и укрепляется связи в сфере образования, науки и техники между высшими учебными заведениями и научными центрами стран независимых государств, в том числе, и с филиалом РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. Совместно и плодотворно решаются взаимовыгодные проблемы, обмениваясь передовым опытом и информацией, касающимся, выпуском высококвалифицированных кадровых специалистов. Ярким примером тому служат, нынешняя очередная IV Международная научная конференция, проводимая под эгидой «Современные тенденции развития нефтегазовой отрасли в эпоху зелёной экономики и цифровизации».

Широко ведется трансформация инновационных цифровых наукоемких технологий, масштабное реформирование по модернизации и реструктуризации мощностей предприятия, внедрением ноу-хау разработок с выпуском локализуемой высокорентабельной продукции, особенно в рамках обеспечения высокого уровня производства и ритмичного освоения импорт-замещения в ключевых отраслях экономики, в т.ч. химической, нефтегазовой сфере промышленности. Особо можно отметить действенные меры, проводимые по налаживанию полной переработки сырья и материалов, повышению доли экспорта и снижению импортных закупок энергоносителей. В химической отрасли индустрии, кроме модернизации мощностей предприятия с производством минеральных удобрений начаты этапы выпуска малотоннажной полимерной продукции. Совместно с иностранными инвесторами осуществлять крупные проекты, направленные с глубокой переработки природного газа; обеспечивая реализацию программы развития, снижая объем импортных поставок полимерных материалов [1].

Нефтегазовая отрасль стабильно развивается, благодаря локализации производства, внедрению высокотехнологичных инновационных идей и научно-технических решений, в плане освоения разработок ноу-хау. Так, на базе Шуртанского газохимического комплекса возвести мощность по выпуску жидкого синтетического топлива, в акционерном обществе

«Навои-азот» - азотной кислоты, аммиака и карбамида; расширению экономической интеграции доступных видов сырья-материалов, созданию соответствующей современной инфраструктуры для стабильного функционирования химической, нефтегазовой промышленности, производству универсальных типов полимеров, герметик-клеев. Ибо, современные развития трансформационных технологий, инновационных идей и наукоемких разработок требуют освоению локализации производственных мощностей, внедрению ноу-хау источник-ресурсов в рамках эффективного и рационального использования доступного сырья и материалов, во благо обеспечения жизнедеятельности охраны здоровье населения в целом [2].

Во избежание возникновения разных типов производственных аварий и травм, нами созданы слоистые текстильно-кордные эластоплимерные композиты для формования обувных деталей и конструкций, а также по широкому набору резинотехнических изделий, по которым, в настоящее время востребованы в разных сферах экономики, в т.ч. химической, текстильной и нефтегазовой отраслях индустрии промышленности. Значительным преимуществом является сокращения энерго- и материальных ресурсов, за счет повторного и многократного использования вторичных компонентов и ингредиентов, способствующие обеспечения пористости структуры изделия с высокими адгезионными свойствами по отношению упруго-эластических показателей комплектующих материалов.

Таблица 1

Показатели свойств образцов обувных композитов, содержащих полистирол и ФФС

№№ п/п	Наименование полимерного материала	Плотность образцов, г/см ³			Остаточное сжатие образцов, %		
		№1	№2	№3	№1	№2	№3
1	Пористая композиция с полистиролом	0,22	0,34	0,41	4,3	5,4	6,6
2	Клеевой связующий материал с ФФС	0,27	0,37	0,42	2,1	2,5	2,3

Формованы слоистые композитные эластоплимерные материалы с использованием вторичных продуктов в виде разных отходов производства текстиля и резины с их комплектов деталей, в составе которых использованы термореактивные фенольно-формальдегидные смолы (ФФС). Клеевые композиции и обувные материалы с таким связующим отличаются с повышенной когезионной способностью, термостойкостью, твердостью и другими ценными свойствами. Для повышения термостойкости материалов плотностью $0,3 \div 0,5$ г/см³ предусмотренная в их рецептуре дозировка полистирола (20 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука) может быть заменена ФФС в соотношении 1:1, причем, продолжительность приготовления расплава сокращается в два раза (табл. 1).

Полимерные обувные клеевые композиции, изготовленные на основе каучука марки Наирит и смолы, обладают высокими эксплуатационными свойствами. Износ материала за 120 дней фактической носки обуви составил 5%, т.е. по сравнению с аналогичных изделий из кожи превышало почти в 3 раза. Таким образом, по результатам проведенных лабораторных исследований и производственных испытаний выявлена, что клеевая композиция, содержащая в своем составе термореактивную смолу, имеет прочность к склеиванию на 32% выше, чем прочность склеивания пористых подошвенных резин такой же плотности, но без смолы.

Литература

1. Стратегия Нового Узбекистана. e-mail: info@narodnoeslovo.uz; «UzbekistanToday», info@ut.uz. www.mfer.uz; www.ut.uz, info@ut.uz.

2. Ибрагимов А.Т. и др. Эффективность применения кластерной инновации в области переработки местного углеводородного сырья // «Тенденции развития легкой промышленности республики Узбекистан: проблемы, анализ и решения» Сб. матер. межд. онлайн конф. / www.e-science.uz Ч. II «Перспективы инновационных технологий в обувной и меховой промышленности», Ташкент, Узбекистан, июль, 24, 2020, С. 24-28.

**KIMYO VA BARQAROR RIVOJLANISH: ZAMONAVIY TA'LIM, YASHIL
INNOVATSION USULLAR VA KELAJAK O'QITUVCHILARINI SHAKLLANTIRISH
ISTIQBOLLARI**

O.R.Jo'rabekova¹, O.X.Tursunmuratov¹, M.B.Ziyadullayeva¹

¹*Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Toshkent, O'zbekiston*
jorabekovaozoda3@gmail.com

Abstract This thesis explores the enhancement of educational efficiency in teaching the topic "Rubber and Resin" to 10th-grade students of secondary schools through the integration of STEM and visual methods. The study provides specific methodological recommendations for implementing interdisciplinary approaches and visual aids to improve students' conceptual understanding and practical skills.

Key words: STEM education (STEM ta'limi), Visual methods (ko'rgazmali metodlar), rubber and resin (kauchuk va rezina), chemistry teaching methodology (kimyo o'qitish metodikasi) secondary education (umumiy o'rta ta'lim).

Zamonaviy texnologiyalar ta'limda keng qo'llanilib, murakkab kimyoviy jarayonlarni tushunishni osonlashtiradi. Virtual laboratoriyalar o'quvchilarga xavfsiz muhitda tajriba o'tkazish imkonini beradi va darslarni interfaol qiladi. Multimedia vositalari — video darsliklar, animatsiyalar va interfaol taqdimotlar — mavzularni vizual tarzda tushuntirib, o'quvchilarning diqqatini jamlash va qiziqishini oshirishga xizmat qiladi.

Bugungi kunda bolalar juda zehnli va tez fikrlaydigan bo'lib ulg'aymoqda. Ular yangi davr texnologiyalari bilan doimiy aloqada bo'lib, bilim olish jarayonida an'anaviy metodlardan tashqari, yangi yondashuvlarni ham qabul qilmoqda. Shu jumladan, ta'limda STEAM tizimi keng qo'llanilmoqda. STEAM ta'lim tizimi bir nechta fan yo'nalishlarini birlashtiradi: S – Science (tabiiy fanlar), T – Technology (texnologiya), E – Engineering (muhandislik), A – Art (san'at) va M – Mathematics (matematika). Ushbu yo'nalishlar zamonaviy dunyoda dolzarb va talab yuqori bo'lgan sohalar hisoblanadi. STEAM yondashuvi o'quvchilarga faqat bilim olish bilan cheklanmasdan, o'z g'oyalarini amalda qo'llash va ularni haqiqatga aylantirish imkonini beradi. An'anaviy ta'limning maqsadi – bilim berish va o'rgangan bilimlardan fikrlash va ijod qilishda foydalanish bo'lsa, STEAM yondashuvi esa olingan bilimlarni haqiqiy ko'nikmalarga aylantirishga yo'naltiriladi.

10-sinfda “ Kauchuk va rezina” mavzusini o'qitish bo'yicha STEAM o'qitish tizimini dars jarayonida qo'llash usulini ko'rib chiqamiz:

❖ **Science (Tabiiy fan):** O'quvchilar kauchukning kimyoviy tarkibi (izopren va butadien) hamda vulkanizatsiya jarayonining mohiyatini o'rganadilar. Tajriba: Kauchuk namunalarni turli haroratda sinab ko'rish (sovuqda mo'rtlashishi, issiqda yopishqoq bo'lishi) orqali rezinaning afzalliklarini ilmiy asoslash.

❖ **Technology (Texnologiya):** Polimerlar sanoatida qo'llaniladigan zamonaviy texnologiyalar va ularni qayta ishlash usullarini virtual laboratoriyalar yoki videoroliklar orqali tahlil qilish. *Vazifa:* “Eko-texnologiya” – ishlatilgan shinalarni piroliz usulida qayta ishlash texnologik chizmasini o'rganish.

❖ **Engineering (Muhandislik):** O'quvchilar kauchuk va rezinaning elastiklik xossasidan foydalanib, muhandislik konstruksiyasini yaratadilar. *Amaliy ish:* "Kauchukli dvigatel". Oddiy rezina tasmalar yordamida harakatga keluvchi kichik model (samolyot yoki mashina modeli) yasash va uning cho'zilish kuchi bilan bosib o'tilgan masofa bog'liqligini o'rganish.

❖ **Art (San'at/Dizayn):** Sanoat mahsulotlarining dizayni va rezinaning hayotdagi estetik roli. *Vazifa:* Rezina va kauchukdan tayyorlangan buyumlarning (poyabzal, avtomobil interyeri, sport anjomlari) ergonomik va estetik dizaynini yaratish bo'yicha kichik taqdimot tayyorlash.

❖ **Mathematics (Matematika):** Polimerlanish darajasini va mahsulot unumini hisoblash. *Masala:* Muayyan miqdordagi izoprendan qancha miqdorda kauchuk olish mumkinligini hisoblash hamda rezinaning cho'zilish koeffitsientini matematik grafiklarda ifodalash.

“Kinestetik konstruktor” dars loyihasi uchun materiallar

№	A3 formatdagi matritsaga (savol qismi)	Bir martalik stakanlar tubiga (javob qismi)	Reaksiya turi / Mavzuga bog'liqligi
1	$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Butadiyen-1,3 sintezi(Lebedev)
2	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \longrightarrow$	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Butadiyen-1,3 sintezi(sanoat)
3	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow$	$\text{CH}_2\text{Br} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{Br}$	Galogenlanish
4	$n(\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2) \xrightarrow{\text{cat}}$	$(-\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2-)_n$	Polimerlanish
5	$\text{C}_4\text{H}_{10} \xrightarrow{\text{cat}, -\text{H}_2} \text{C}_4\text{H}_8 \xrightarrow{\text{cat}, -\text{H}_2}$	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$	n-Butanni degidrogenlash
6	$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \xrightarrow{t, \text{cat}}$	$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2$	Izopren (2metilbutadiyen-1,3)
7	$(\text{CH}_3)_2\text{C} = \text{CH}_2 + \text{HCHO} \rightarrow$	$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2$	Izopren (Prins reaksiyasi)
8	$\text{C}_5\text{H}_8 + 7\text{O}_2 \rightarrow \dots$	$5\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	Izoprenning (kauchuk monomeri) yonishi

An'anaviy yodlatish usulidan farqli o'laroq, «**Kinestetik konstruktor**» metodi alkadiyenlar kimyosidagi murakkab polimerlanish jarayonlarini abstrakt tushunchadan konkret vizual shaklga o'tkazadi. Bu metod 10-sinf o'quvchilarida reaksiyalarni mexanik eslab qolish emas, balki tarkibiy qismlarni mantiqiy bog'lash (match-making) ko'nikmasini shakllantiradi.

10-sinf kimyo kursida “Kauchuk va rezina” mavzusini o'qitishda STEM yondashuvidan foydalanish o'quvchilarning mavzuni shunchaki yod olishidan emas, balki polimerlar kimyosini hayotiy jarayonlar bilan bog'liq holda tushunishlariga xizmat qiladi. Vizual materiallar va 3D modellastirish usullari murakkab makromolekulalar tuzilishini tasavvur qilishdagi qiyinchiliklarni bartaraf etadi va darsning interfaolligini oshiradi. STEM tarkibidagi muhandislik (Engineering) va matematika (Mathematics) komponentlarining integratsiyalashuvi o'quvchilarda nafaqat kimyoviy bilim, balki texnik ijodkorlik va hisoblash savodxonligini ham rivojlantiradi. Ishlab chiqilgan STEM dars loyihalari va amaliy tajribalar maktab kimyo darslarida qo'llanilsa, o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqishi ortishi va kimyo-texnologiya sohasidagi kasblarga yo'nalishi uchun mustahkam poydevor bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

S.T.Qilichev, virtual laboratoriyalar va ularning ta'lim tizimidagi ahamiyati, Ta'lim va taraqqiyot ilmiy-uslubiy jurnal, 2025 yil, 6-son, 750-756 betlar, UDK: 004.9:378.147

F.S.Sadikova, Raqamli texnologiyaga asoslangan ta'lim: Ta'limning yangi davri, Ilmiy-nazariy va metodik journal, 2024-yil, 20-28 betlar

10-sinf uchun darslik /I.Sh. Ismatov [va boshq.]. – Toshkent: Respublika ta'lim markazi, 2022. –

O. Fayzullayevning “**Kimyo**” (Organik kimyo qismi) darsligi va ma'ruza matnlari.

BARQAROR RIVOJLANISH G'OYALARINI KIMYO LABORATORYA MASHG'ULOTLARIDA TADBIQ ETISH

Suvonova Sevinch Sherzod qizi, R.A.Eshchanov, Shirinova Dilshoda Ortiq qizi

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Tabiiy fanlar fakulteti

Abstract This article discusses the implementation of sustainable development principles in chemistry laboratory classes. Modern approaches aimed at ensuring environmental safety in the educational process, rational use of chemical substances, and reduction of chemical waste are analyzed. Special attention is given to the application of green chemistry principles in laboratory practice, which contributes to the development of students' environmental awareness and ecological culture. The study shows that optimizing laboratory experiments, using micro-scale reagents, and introducing safe experimental techniques not only improve the effectiveness of education but also reduce the negative impact on the environment.

Keywords: sustainable development, green chemistry, chemistry laboratory, environmental education, laboratory practice, chemical safety, ecological culture, educational technologies.

Hozirgi davrda insoniyat oldida turgan eng muhim vazifalardan biri tabiat resurslaridan oqilona foydalanish va atrof-muhitni muhofaza qilish hisoblanadi. Shu sababli ta'lim tizimida ham barqaror rivojlanish tamoyillarini joriy etish muhim ahamiyat kasb etgandir. Kimyo fani bevosita tabiat, modda va ularning o'zgarishlari bilan bog'liq bo'lganligi sababli, kimyo ta'limida ekologik yondashuvni kuchaytirish zarur hisoblanadi.

Kimyo laboratoriya mashg'ulotlari talabalarning nazariy bilimlarini amaliy jihatdan mustahkamlashga xizmat qilmoqda. Biroq laboratoriya tajribalarida kimyoviy moddalar, reaktivlar va turli chiqindilar hosil bo'lishi mumkin. Agar bu jarayonlar to'g'ri tashkil etilmasa, ular atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatishi ehtimoli mavjud. Shuning uchun laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etishda barqaror rivojlanish va yashil kimyo tamoyillariga asoslanish muhimdir.

Yashil kimyo — kimyoviy jarayonlar va mahsulotlarning atrof-muhitga zararini kamaytirishga qaratilgan ilmiy yo'nalishidir. Kimyo laboratoriya mashg'ulotlarida yashil kimyo tamoyillarini qo'llash quyidagi natijalarga olib kelmoqda:

1. Kimyoviy moddalardan minimal miqdorda foydalanishda: Mikro miqdordagi reaktivlardan foydalanish chiqindilar miqdorini kamaytiradi.

2. Xavfsiz reaktivlardan foydalanish: Zaharliligi yuqori bo'lgan moddalarning o'rniga ekologik xavfsiz moddalar tanlanadi.

3. Energiya tejankor usullardan foydalanish: Tajribalarni past harorat va oddiy sharoitlarda o'tkazish energiya sarfini ta'sir qiladi.

4. Laboratoriya chiqindilarini kamaytirish: Kimyoviy chiqindilarni to'g'ri yig'ish va zararsizlantirish atrof-muhitni muhofaza qilishga xizmat qiladi.

Kimyo laboratoriya mashg'ulotlarini barqaror rivojlanish tamoyillari asosida tashkil etish uchun quyidagi usullardan foydalanish mumkin:

- mikro-laboratoriya usullarini qo'llash;
- tajribalarni kompyuter simulyatsiyasi orqali namoyish etish;
- xavfsiz laboratoriya texnologiyalarini joriy etish;
- talabalarni ekologik muammolarni hal etishga yo'naltirilgan tajribalarga jalb qilish.

Bunday yondashuv talabalar bilimini chuqurlashtirish bilan birga ularning ekologik ongini ham rivojlantiradi. Kimyo laboratoriya mashg'ulotlarida barqaror rivojlanish g'oyalarini tatbiq etish zamonaviy ta'limning muhim yo'nalishlaridan bir bo'lib kelmoqda. Yashil kimyo tamoyillarini laboratoriya amaliyotiga joriy etish orqali ekologik xavfsiz ta'lim muhitini yaratishga qodir. Bu esa talabalar ongida ekologik madaniyatni shakllantirishga, kimyo fanini chuqurroq o'zlashtirishga va kelajakda ekologik mas'uliyatli mutaxassislarni tayyorlashga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytish joizki, kimyo laboratoriya mashg'ulotlarida barqaror rivojlanish g'oyalari tatbiq etish zamonaviy ta'limning muhim yo'nalishlaridan biridir. Yashil kimyo tamoyillarini laboratoriya amaliyotiga joriy etish orqali ekologik xavfsiz ta'lim muhitini yaratish mumkin. Bu esa talabalar ongida ekologik madaniyatni shakllantirishga, kimyo fanini chuqurroq o'zlashtirishga va kelajakda ekologik mas'uliyatli mutaxassislarni tayyorlashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- Xoliqov A. Kimyo o'qitish metodikasi. – Toshkent: O'qituvchi nashriyoti, 2010.
Tursunov X., Rahimov S. Umumiy kimyo. – Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti nashriyoti,
Yusupov O. Ekologiya va barqaror rivojlanish asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiya,
Abduqodirov A. Ta'limda innovatsion texnologiyalar. – Toshkent: Iqtisod-moliya, 2017.
Rasulov H. Kimyo laboratoriya mashg'ulotlari. – Toshkent: O'qituvchi nashriyoti, 2015.

KIMYO FANINI O'QITISHDA BARQAROR TARAQQIYOT TUSHUNCHALARINI SHAKLLANTIRISHNING PEDAGOGIK AHAMIYATI

D.O. Shirinova, Sh.L. Bo'riyeva

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Tabiiy fanlar fakulteti Kimyo kafedrası
o'qituvchisi

E-mail: shirinovadilshoda2104@gmail.com

Abstract. This thesis highlights the pedagogical importance of forming sustainable development concepts in chemistry teaching, their role in developing ecological thinking, as well as the issues of fostering a responsible attitude among students.

Keywords: sustainable development, experiment, testing, pedagogy, ecology, chemistry, elements, test assessment.

Bugungi globallashuv davrida ekologik muammolar, tabiiy resurslarning kamayib borishi, atmosfera va suv havzalarining ifloslanishi insoniyat oldiga yangi vazifalarni qo'ymoqda. Shu sababli ta'lim tizimida barqaror taraqqiyot g'oyalari shakllantirish muhim masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, kimyo fanini o'qitish jarayonida ekologik va ijtimoiy muammolarni ilmiy asosda tushuntirish imkoniyatlari kengdir.

Barqaror taraqqiyot – bu hozirgi avlod ehtiyojlarini qondirgan holda kelajak avlod manfaatlariga zarar yetkazmaydigan rivojlanish modelidir. Ushbu tushuncha iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy omillarning uyg'unligini taqozo etadi. Kimyo fani esa moddalar, ularning xossalari va tabiat bilan o'zaro bog'liqligini o'rganuvchi fan sifatida barqaror taraqqiyot tamoyillarini tushuntirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kimyo darslarida barqaror taraqqiyot tushunchalarini integratsiyalash o'quvchilarda ekologik madaniyatni shakllantiradi. Masalan, atmosfera ifloslanishi, kislotali yomg'irlar, chiqindilarni qayta ishlash, yashil kimyo texnologiyalari kabi mavzular orqali o'quvchilarda tabiatga ongli munosabat rivojlanadi. Shu bilan birga, energiya tejamkorligi, suv resurslarini asrash va xavfsiz kimyoviy moddalar bilan ishlash ko'nikmalari shakllanadi.

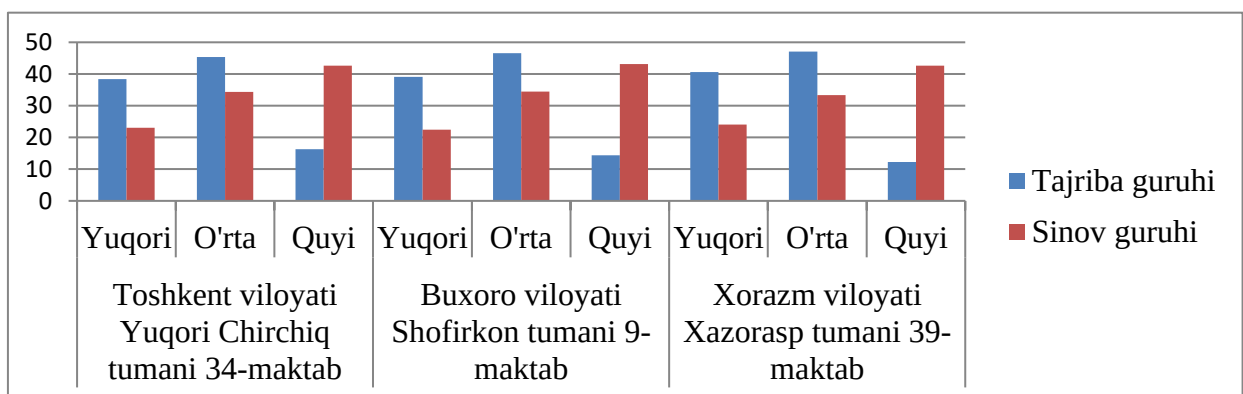
Kimyo ta'limida interfaol metodlardan foydalanish ham barqaror taraqqiyot tushunchalarini samarali o'zlashtirishga xizmat qiladi. Muammoli vaziyatlar, loyihaviy ta'lim, amaliy laboratoriya ishlari va ekologik mazmundagi masalalar o'quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantiradi. Natijada ular ekologik muammolarni tahlil qilish va yechim topish kompetensiyalariga ega bo'ladilar.

Buning amaliy natijasini quyida ko'rsatib o'tamiz. Tajriba-sinov testlarini o'tkazilish jarayonida yanada ham aniqlik kiritish maqsadida test tuzilishiga o'zgartirish kiritildi, ya'ni bir variantli testlar orniga turli variantli testlar tuzildi. Jami 5 variant kirish va chiqish testlari shakllantirildi, lekin, har bir variant uchun turlicha raqamlandi. Masalan, 1-variant 10-19 gacha variant raqami qo'yildi, 2-variant uchun 20-29 raqamlar bilan raqamlandi, va h.k.

Quyida 2022-2025 o'quv yillarida 7-8 sinf o'quvchilarning o'zlashtirish ko'rsatkichlari foiz nisbatlarda berilgan.

1-jadval

	2022-2025 o'quv yillari 7-8 sinflar chiqish testi								
	Toshkent viloyati Yuqori Chirchiq tumani 34-maktab			Buxoro viloyati Shofirkon tumani 9- maktab			Xorazm viloyati Xazorasp tumani 39- maktab		
	Yuqori	O'rta	Quyi	Yuqori	O'rta	Quyi	Yuqori	O'rta	Quyi
Tajriba guruhi	38,42	45,32	16,26	39,08	46,55	14,36	40,65	47,1	12,25
Sinov guruhi	23,04	34,31	42,64	22,42	34,48	43,1	24,07	33,33	42,6



1-rasm. O'zlashtirish ko'rsatkichi

Umumlashtiruvchi bosqichda tajriba-sinov natijalari algoritmi – xi kvadrat metodi yordamida ishlab chiqilib, natijalar ijobiy ko'rsatkich berdi.

$$X = \frac{1}{532} [209 \cdot 5 + 246 \cdot 4 + 77 \cdot 3] = 4,248$$

Samaradorlik koeffisienti:

$$Y = \frac{1}{540} [125 \cdot 5 + 184 \cdot 4 + 231 \cdot 3] = 3,804$$

$$\eta = \frac{4,248}{3,804} = 1.1168$$

Bundan ko'rinadiki, tajriba-sinov ishlaridan so'ng olingan natijalar bo'yicha tajriba va sinov guruhlaridagi talabalarning bilim darajasi bir-biridan farq qiladi va ularning samaradorlik ko'rsatkichi 1.1168 ga teng.

Tajriba – sinov ishlarining statistik tahlili shakllantiruvchi va nazorat bosqichidagi natijalar Student mezonida hamda yakuniy bosqich esa Pirsonning χ^2 mezonlari yordamida tekshirildi. Bilim, ko'nikma va malakalarining shakllanish darajalari diagnostikasi natijalari shuni ko'rsatdiki yakuniy bosqichda tajriba guruhida samaradorlik 11.68% o'sgan nazorat guruhlarida esa o'zgarish sezilmadi. Bu esa mustaqil fikrlash darajasi rivojlanishidagi sezilarli o'zgarishlari to'g'risida xulosa qilish imkonini beradi hamda tadqiqotdagi ilgari surilgan farazning to'g'ri ekanligini tasdiqlaydi. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, tajriba va nazorat guruhlarida o'quvchilarning "Kimyo" fanidan o'zlashtirish darajasi tajriba-sinov oxirida sezilarli farq qilgan, ya'ni o'zlashtirish samaradorligi 11,68%ga oshgan.

Xulosa qilib aytganda, kimyo fanini o'qitishda barqaror taraqqiyot tushunchalarini shakllantirish o'quvchilarning ekologik savodxonligini oshirish, tabiatga ehtiyotkorona munosabatni rivojlantirish hamda kelajakda mas'uliyatli fuqarolarni tarbiyalashda muhim omil hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

Shirinova, D. O. Q., & Eshchanov, R. A. (2021). Osmos va teskari osmos hodisalarini maktabda o'qitishda klaster metodi. *Academic research in educational sciences*, 2(12), 986-991.

Shirinova, D. O. Q. (2021). Kimyoni o'qitishda talabalarning ekologik intellektual qobiliyatini shakllantirish. *Academic research in educational sciences*, 2(9), 571-574.

Shirinova, D. O. (2022). Davriy jadval mavzusini oqitishda barqaror ta'limtushunchasini tadbqiq qilishning klaster usuli (yordamchi dasturli vositalardan foydalanish). *Netherlands intellectual education technological solutions and innovative digital tools*, 5(4), 402-406.

SHIRIN QALAMPIRI O'SIMLIGINING ORGANLARIDA OG'IR METALLARDAN MISNI AKKUMULYASIYASI

Sh.A.Jumayeva

Qarshi davlat texnika universiteti, Qashqadaryo viloyati, O'zbekiston
e-mail: shaxlojumayeva31@gmail.com

Abstract: Urbanization and the improper use of industrial waste and fertilizers increase copper levels in soil, reducing biogenic aluminosilicate and silicate minerals as well as biophilic elements. As a result, soil fertility and vegetation growth decline. Soil acidity (pH), moisture, and organic matter content strongly influence copper assimilation in soil.

Keywords. Copper, soil, herbicides, pesticides, environmental status.

Tuproq yer sharining murakkab, materiklar quruqlik qismini qoplab turuvchi, alohida biokos qatlamidir. Tog' jinslari tirik organizmlarning ko'p avlodlari ta'siriga uchrab, atmosfera va gidrosferalarning uzoq vaqt davom etgan ta'sirida tuproq qoplamiga aylanadi. Atrof-muhit va o'simliklarning oziqlanishi misning fitotoksitesiga ta'sir qilishi mumkin. Misol uchun, o'simliklar iliq suv bilan emas, balki sovuq bilan sug'orilganda, tekisliklarda guruch uchun mis zaharliligi aniq qayd etilgan. Haqiqat shundaki, mikrobiologik faollik sovuq tuproqda bostiriladi va tuproqda eritmadan misning cho'kishiga yordam beradigan pasaytiruvchi sharoitlarni yaratadi. Mis uchun fitotoksitesite dastlab tuproqdagi mavjud misning ko'pligidan kelib chiqadi va tuproq kislotaligi bilan kuchayadi. Tuproqda mis nisbatan faol bo'lmaganligi sababli, tuproqqa kiradigan deyarli barcha mis yuqori qatlamlarda qoladi.

Sabzavotlardagi misning o'rtacha konsentratsiyasi lavlagida 8,9 mg / kg ni, qalampir yashilda 9,5 mg / kg ni tashkil qiladi. (Prabu va boshq. 2009) tomonidan o'tkazilgan so'nggi tadqiqot shuni ko'rsatdiki, misning o'rtacha konsentratsiyasi Akaki maydoni lavlagida 32,25 mg/kg, yashil qalampirda 17,21 mg/kg bo'lgan. Bu qiymatlar dan yuqori ushbu tadqiqotdagi qiymatlar, ya'ni lavlagi va yashil qalampirda mos ravishda 8,9 mg / kg va 9,5 mg / kg. Ularda bir qator bioaktiv birikmalar va muhim oziq moddalar mavjud bo'lib, ular ifloslangan tuproqlardan og'ir metallarni (HM) to'plashga qodir (Алексеев, 1987).

Cu ning ortiqcha miqdori o'tkir oshqozon va ichak og'rig'iga va jigarga zarar etkazishi mumkin va Zn immunitet funksiyasini va yuqori zichlikdagi lipoproteinlar darajasini kamaytirishi mumkin. Tuproq zarralari, ichimlik suvi va teri bilan aloqa qilish bilan solishtirganda, oziq-ovqat iste'moli insonning zaharli metallarga ta'sir qilishining asosiy yo'li sifatida aniqlangan.

Sabzavotlar muhim iste'mol qilinadigan ekinlar bo'lib, inson ratsionining muhim qismidir. Ular inson salomatligi uchun zarur bo'lgan ozuqa moddalariga boy bo'lib, uglevodlar, vitaminlar, minerallar va tolalarning muhim manbai hisoblanadi. Og'ir metallar sabzavot ildizlari tomonidan osongina so'riladi va sabzavotlarning qutulish mumkin bo'lgan qismlarida yuqori darajada to'planishi mumkin, hatto og'ir metallar past darajada tuproqda to'planishi mumkin.

Misning toksikligi tuproqning pH darajasi oshishi va tuproqning kation almashish qobiliyatining pastligi bilan ortadi. Misni qazib olish tufayli boyitish faqat tuproqning sirt qatlamlarida sodir bo'ladi va chuqur ildiz tizimiga ega ekinlar bundan aziyat chekmaydi. Atrof-muhit va o'simliklarning oziqlanishi misning fitotoksitesiga ta'sir qilishi mumkin. Misol uchun, o'simliklar iliq suv bilan emas, balki sovuq bilan sug'orilganda, tekisliklarda guruch uchun mis zaharliligi aniq qayd etilgan. Haqiqat shundaki, mikrobiologik faollik sovuq tuproqda bostiriladi va tuproqda eritmadan misning cho'kishiga yordam beradigan pasaytiruvchi sharoitlarni yaratadi.

Mis uchun fitotoksisite dastlab tuproqdagi mavjud misning ko'pligidan kelib chiqadi va tuproq kislotaligi bilan kuchayadi. Tuproqda mis nisbatan faol bo'lmaganligi sababli, tuproqqa kiradigan deyarli barcha mis yuqori qatlamlarda qoladi (Karimov va boshq., 2020).

Mis tuproqdagi tabiiy mis minerallariga sulfatlar, fosfatlar, oksidlar va gidroksidlar kiradi. Mis sulfidlari kam drenajlangan yoki suv bosgan tuproqlarda hosil bo'lishi mumkin, bu erda pasayish sharoitlari amalga oshiriladi. Mis minerallari odatda juda eriydi, ular erkin quritilgan qishloq xo'jaligi tuproqlarida qolish uchun. biroq, metall bilan ifloslangan tuproqlarda kimyoviy muhit metastabil qattiq fazalarning to'planishiga olib keladigan muvozanatsiz jarayonlar bilan boshqarilishi mumkin. Kovellit (CuS) yoki xalkopirit (CuFeS_2) tiklangan, mis bilan ifloslangan tuproqlarda ham bo'lishi mumkin, deb taxmin qilinadi. Mis izlari silikatlarda alohida sulfid qo'shimchalari sifatida mavjud bo'lishi mumkin va fillosilikatlardagi kationlarni izomorfik ravishda almashtirishi mumkin.

Zaryadlangan muvozanatsiz loy minerallari misni o'ziga xos tarzda o'zlashtiradi, temir va manganets oksidlari va gidroksidlari esa misga juda yuqori o'ziga xos yaqinlikni ko'rsatadi. Yuqori molekulyar og'irlikdagi organik birikmalar mis uchun qattiq changni yutish qobiliyatiga ega, past molekulyar og'irlikdagi organik moddalar esa eruvchan komplekslar hosil qiladi. Tuproq tarkibining murakkabligi mis birikmalarini o'ziga xos kimyoviy shakllarga miqdoriy ajratish imkoniyatini cheklaydi. Mis konglomeratlarining katta massasi organik moddalarda ham, Fe va Mn oksidlarida ham uchraydi. Mis o'z ichiga olgan chiqindilarni yoki noorganik mis tuzlarini kiritish tuproqdagi mis birikmalarining kontsentratsiyasini oshiradi, nisbatan yumshoq reagentlar bilan olinadi; shunday qilib, mis tuproqda labil kimyoviy shakllar shaklida bo'lishi mumkin. Ammo oson eriydigan va almashtiriladigan element - mis - o'simliklar tomonidan so'rilishi mumkin bo'lgan oz sonli shakllarni hosil qiladi, odatda tuproqdagi misning umumiy miqdorining 5% dan kam. Misning toksikligi tuproqning pH darajasi oshishi va tuproqning kation almashish qobiliyatining pastligi bilan ortadi. Misni qazib olish tufayli boyitish faqat tuproqning sirt qatlamlarida sodir bo'ladi va chuqur ildiz tizimiga ega ekinlar bundan aziyat chekmaydi (Опекунова, 2016).

Mis bilan ifloslangan tuproqlarga organik moddalarning kiritilishi eruvchan metalning organik substrat tomonidan adsorbsiyasi (bu holda Cu^{2+} ionlari o'simlik uchun kamroq qulay bo'lgan murakkab birikmalarga aylanadi) yoki uning harakatchanligini oshirish natijasida toksiklikni kamaytirishi mumkin. Cu^{2+} ionlari va ularni tuproqdan eruvchan mis organokomplekslar holida yuvish. Rux (Zn) Rux tuproqda oksosulfatlar, karbonatlar, fosfatlar, silikatlar, oksidlar va gidroksidlar shaklida bo'lishi mumkin. Bu noorganik birikmalar yaxshi qurigan qishloq xo'jaligi erlarida metastabildir.

Barglardagi deyarli barcha mis xloroplastlarda to'plangan va fotosintez jarayonlari, xlorofillni barqarorlashtirish, uni yo'q qilishdan himoya qilish bilan chambarchas bog'liq. Mis oqsilining bir qismi bo'lib, oksidlovchi ferment hosil qiladi, o'simliklarda temirni o'z ichiga olgan fermentlarning sinteziga yordam beradi. Bu o'simlik to'qimalarining suv saqlovchi qobiliyatini ta'minlaydigan o'simliklardagi oqsillarning sinteziga ijobiy ta'sir ko'rsatadi, natijada o'g'it holidagi mis o'simliklarni qurg'oqchilik va sovuqqa chidamliligi va bakterial kasalliklardan himoya qilishda muhim ahamiyatga ega. Mis o'simliklar tomonidan azot fiksasiyasi jarayonida ishtirok etadi, yashashga qarshilikni oshiradi (Черников, 2000).

Mis elementi uchun sabzavotlarda belgilangan REM 5,0 mg/kg, kadmiy uchun 0,03 mg/kg, kobalt uchun 0,1 hamda rux uchun esa 10 mg/kg etib belgilangan (1-jadval).

Meva tarkibida mis elementining akkumulyasiyasi variantlar bo'yicha ko'riladigan bo'lsa, nazorat variantda 2,166 mg/kg bo'lib, sun'iy ifloslantirilgan barcha variantlarda bundanda kam to'plangan. Masalan, mineral o'g'it qo'llanilgan variantdan 1,976 mg/kg, 3 va 5 barobar REM bilan ifloslantirilgan variantlardan 1,976 va 1,562 mg/kg to'plagan bo'lsa, kompleks ifloslantirilganda 0,494 hamda 0,173 mg/kg to'plagan. Demak, tuproq tarkibida mis miqdorining oshib borishi o'simlik ildiz sistemasi orqali qabul qilinmasligi bilan bog'liq (1-jadval).

Shirin qalampiri mevasida mis ionining to'planishi, mg/kg		1-jadval.
Variantlar	Cu	5,0
Variant №1: nazorat	2,166±0,98	0,433
Variant №2: mineral o'g'it (FON)	2,848±2,53	0,570
Variant №5: Cu 3 REM	1,976 ±0,60	0,395
Variant №6: Cu 5 REM	1,562±1,00	0,312
Variant №19: Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 3 REM	0,494±0,28	0,099
Variant №20: Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 5 REM	0,173± 0,06	0,035

Shirin qalampiri ildiz sistemasida mis ionining to'planishi, mg/kg		2-jadval.
Variantlar	Cu	5
Variant №1: nazorat	6,30	1,26
Variant №2: minyeral o'g'it (FON)	3,93	0,79
Variant №5: Cu 3 REM	1,14	0,23
Variant №6: Cu 5 REM	3,66	0,73
Variant №19: Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 3 REM	3,27	0,65
Variant №20: Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 5 REM	6,036	1,21

Shirin qalampiri poyasida mis ionining to'planishi, mg/kg		3-jadval.
Variantlar	Cu	5
Variant №1: nazorat	2,72	0,544
Variant №2: mineral o'g'it (FON)	1,68	0,34
Variant №5: Cu 3 REM	4,91	0,98
Variant №6: Cu 5 REM	3,44	0,69
Variant №19: Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 3 REM	2,29	0,46
Variant №20: Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 5 REM	3,57	0,71

O'simliklarni asosan meva turi iste'mol qilinganligi bois, tuproqning kimyoviy toksik elementlarning ifloslanishi bo'yicha tanlab ekishga qaratilgan tavsiyalarga e'tibor berish va o'simliklar orqali kam o'zlashtiriluvchi elementlarga e'tibor bergan holda qishloq xo'jalik maydonlariga ekish orqali inson salomatligiga toksik ta'sir etuvchi elementlar bilan zaharlanishning oldi olinadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. - 142 с.
2. Черников В.А., Р.М.Алексахин, А.В.Голубев и др. Агроэкология /Под ред. В.А.Черникова, А.И.Чекереса. - М.: Колос, 2000. -536 с.
3. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. - 2-е изд. - СПб.: СПбГУ, 2016. - 299 с.

ЗЕЛЁНАЯ» АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ ПРАКТИКИ

L.Sh. Nizamieva, D.M. Aronbaev, S.D. Aronbaev, D.A.Kurbanova

Институт биохимии Самаркандского государственного университета им.

Ш.Рашидова, Самарканд, Узбекистан

Abstract. The article presents twelve principles of green analytical chemistry aimed at reducing reagent consumption, waste generation, and energy use in laboratory analysis. The proposed framework combines sustainable and safe analytical practices while preserving analytical reliability and supporting the ecological modernization of analytical chemistry.

Keywords: green analytical chemistry; sustainable development; green metrics; miniaturization; energy efficiency.

Современная аналитическая химия развивается в условиях возрастающих требований к точности, чувствительности и воспроизводимости аналитических измерений. Одновременно всё большее значение приобретают вопросы экологической безопасности, рационального использования ресурсов и снижения негативного воздействия лабораторной деятельности на окружающую среду. В связи с этим особую актуальность приобретает концепция зелёной аналитической химии (Green Analytical Chemistry, GAC), ориентированная на внедрение экологически безопасных аналитических подходов при сохранении высокого качества анализа.

Целью работы является обоснование роли принципов зелёной аналитической химии как основы устойчивого развития современной лабораторной практики и систематизация ключевых направлений экологизации аналитических методов.

Зелёная аналитическая химия сформировалась как продолжение концепции «зелёной» химии, предложенной Paul Anastas и John Warner (Рис1). Однако классические принципы зелёной химии были ориентированы преимущественно на процессы синтеза и промышленного производства, тогда как аналитическая химия обладает собственной спецификой, связанной с пробоотбором, подготовкой образцов, использованием аналитического оборудования и образованием лабораторных отходов.

Это обусловило необходимость адаптации экологических принципов к задачам аналитической практики.

В настоящее время GAC рассматривается не только как инструмент снижения экологической нагрузки лабораторий, но и как фактор модернизации аналитических технологий. Основной задачей зелёной аналитической химии является поиск компромисса между высокой достоверностью аналитических результатов и минимизацией расхода реагентов, энергии и материалов (Meher and Zarouri, 2025). Особое значение приобретают методики, позволяющие сократить объёмы токсичных веществ, уменьшить образование отходов и повысить безопасность работы персонала (Yin, et.al, 2024).

Одним из ключевых направлений экологизации аналитической практики является использование прямых аналитических методов, позволяющих минимизировать или исключить стадии пробоподготовки. Сокращение количества операций способствует уменьшению расхода реагентов, снижению вероятности загрязнения образцов и повышению воспроизводимости результатов анализа (Хакимова и др., 2025).

Важную роль в развитии зелёной аналитической химии играет миниатюризация аналитических систем. Применение микроаналитических устройств, микрофлюидных платформ и портативных сенсорных систем позволяет существенно снизить расход реагентов и объём исследуемых образцов. Особенно перспективны технологии lab-on-a-chip и портативные электрохимические сенсоры, обеспечивающие проведение анализа непосредственно на месте отбора проб (Aronbaev, et al, 2026). Такой подход позволяет сократить транспортировку образцов, снизить риск изменения их состава при хранении и уменьшить объём лабораторной подготовки. Подобные методы особенно востребованы в экологическом мониторинге объектов окружающей среды.



Рис.1. Двенадцать принципов «зелёной» химии

Дополнительным фактором повышения экологичности аналитических процессов является автоматизация лабораторных операций. Автоматизированные системы позволяют повысить точность измерений, уменьшить влияние человеческого фактора и минимизировать контакт оператора с токсичными веществами. Особое внимание в рамках ГАС уделяется снижению токсичности реагентов и растворителей за счёт применения биоразлагаемых и менее опасных веществ, а также природных реагентов и экологически безопасных экстрагентов.

Таким образом, зелёная аналитическая химия представляет собой важное направление развития современной аналитической науки. Реализация принципов ГАС способствует снижению экологического следа лабораторий, повышению безопасности аналитических процессов и формированию устойчивой модели развития аналитической химии без ущерба для качества аналитических результатов.

Список литературы

1. Aronbaev D., et al. The application of screen-printed electrodes and bath – injection cells for real-time and in-site voltammetric analysis of heavy metals *Reviews in Analytical Chemistry* 2026; 45(1): 20250096 . <https://doi.org/10.1515/revac-2025-0096>
2. Meher A.K. and Zarouri A. Green Analytical Chemistry — Recent Innovations // *Analytica*. – 2025. – Vol. 6, No. 1. – P. 10. – 3. Yin L., et al. Green analytical chemistry metrics for evaluating the greenness of analytical procedures // *Journal of Pharmaceutical Analysis*. – 2024. – Vol. 14, No. 11. – P. 101013.
3. Хакимова Д.У. и др. Двенадцать принципов зелёной аналитической химии как новая парадигма устойчивого лабораторного анализа. *Universum: химия и биология : электрон. научн. журн.* 2025. 12(138).-С.35-39.

2 SHO'BA. KIMYO VA KIMYOVIY TA'LIMNING ZAMONAVIY MUAMMOLARI

FTALOSIANIN PIGMENTINING SINTEZI USULLARI

Nabiyev D. A¹, Turayev X.X¹, Eshmurodov X.E¹,

¹Termiz davlat universiteti, Termiz, O'zbekiston.

E-mail: dilmurodnabiev@mail.ru

Abstract. This paper analyzes the synthesis methods of phthalocyanine pigments, their molecular structure, and physicochemical properties. The chromophoric nature of phthalocyanines, the mechanisms of their formation in the presence of various metal salts and precursors, and the thermal stability of the resulting compounds are investigated. Furthermore, the possibilities of obtaining complexes with new properties by modifying the molecular structure through benzene rings and changing the central ion are highlighted.

Keywords: phthalocyanine, chromophore, cyclotetramerization, metallophthalocyanine, precursor, chemical modification, thermal stability.

Organik birikmalar asosidagi rang beruvchi pigmentlari bilan bog'liq ishlarda trifenilmetan, ksanten, ftalosianin va tiazinning alohida molekulalari yorug'likni ko'rinadigan diapazonda yutmasligi va xromogen emasligi isbotlangan. Ushbu bo'yoqlarning alohida molekulalari rang berish uchun zarur bo'lgan, ammo yetarli intensivlikka ega bo'lmagan xromoforik zarralar deb hisoblanadi [1].

Ftalotsiyaninlar sintezi ftalotsiyaninning turiga qarab turli usullar bilan amalga oshirilishi mumkin [2]. Masalan, metallsiz, simmetrik yoki assimetrik ftalotsiyaninlar olinadi. Sintez jarayoni bir necha omillarga bog'liq: prekursor, metall tuzi (metallar, metall tuzlari, oksidlar, sulfatlar va galogenidlar), erituvchi (yuqori eruvchanlikka ega bo'lgan erituvchilar), harorat (prekursorning erishini osonlashtirish va tez siklotetramerizatsiya), asos va katalizatorlardir. [3-4]. Ftalonitril prekursorlari, ftalimidlar, ftal kislotalar, ftal angidridlar (3-8-komplekslar) siklotetramerizatsiyasi natijasida ftalotsiyaninlar va metall tuzlari ishtirokida esa metalloftalotsiyaninlar olinadi.

Hozirda turli metallarning porfirin guruhi saqlagan turli ftalosianinlar bilan birikmalar keng o'rganilgan bo'li, hatto ishqoriy yer metallarning ham ftalosianinlarini ham sintez qilingan.

Ftalotsiyaninlar metall, polisiklik aromatik uglevodorodlarni o'z ichiga olgan bir qator ftalotsiyanin analoglari o'rinbosarlar va kristall modifikatsiyasiga qarab quyuq ko'k, ko'k-yashil yoki binafsha rangli kristall birikmalar bo'lib, ular 350-400 °C haroratda vakuum muhitida eriydi. Konsentrlangan sulfat kislotasida, oz miqdorda, organik erituvchilarda (xlornaftalin, trixlorobenzol, xinolin va boshqalar) harorat ta'sirida eriydi. Ftalotsiyanin birikmalari suvda erimaydi. Makrosikllari o'zgartirilgan ftalotsiyaninlar turli xil erituvchilarda eruvchanlikni namoyon etadi.

Ftalotsiyanin molekulalarining tuzilishi (koordinatsion markaz va reaktiv fragmentlarning periferiyada mavjudligi) uning kimyoviy modifikatsiyasida katta o'zgaruvchanlikni ta'minlaydi: a) benzol halqalariga o'rinbosarlarni kiritish orqali; b) benzol halqalarini, shu jumladan geteroaromatik birikmalarni almashtirish yoki annulyatsiya qilish; v) turli geometriyadagi molekulyar birikmalar va ekstrakomplekslarni olish uchun markaziy ionning o'zgarishi.

Zol-gel jarayoni yordamida yangi ishlab chiqilgan "in-situ" usulidan foydalanib, mis ftalotsianin silikagel kserogel matritsasida sintez qilingan. UB va IQ-spektroskopiyadan foydalanib, quritish va nam gel bosqichlarida $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ va $[CuCl_4]^{2-}$ kompleks ionlari shaklida mavjud bo'lgan mis ionlari reaksiya so'ngida eritmada mavjud emasligi isbotlangan. Mis ftalotsianin molekulalari esa ho'l geldan kserogelga o'tish jarayonida asta-sekin "in-situ" usulida sintez qilingan. Kompozitda CuPc dimerizatsiyasi hodisasi sezilarli darajada kamayadi, chunki "in-situ" usulida sintezlangan CuPc molekulalari kserogel matritsasining mikroovaklarida yaxshi izolyatsiya qilingan. Pigmentlarga turli qo'shimcha birikmlar qo'shish orqali ularning biror xususiyatini o'zgartirish mumkin. Masalan, mis ftalotsianin asosidagi yashil G markali pigment matolar sirtini qoplanganda, suv va ishqalanishga chidamli bo'lishi isbotlangan.

Hozirgi kungacha deyarli barcha metallarning ftalotsianin komplekslari sintez qilingan bo'lib, oraliq metallarning ftalotsianin komplekslari barqaror va sanoat darajasida keng qo'llaniladi. Shuningdek, ftalotsianin birikmalariga polimorfizm xossasi mavjud bo'lib, masalan, mis ftalotsianining α , β va γ modifikatsiyalari mavjuddir. Ular bir-biridan rangi va organik erituvchilarda barqarorligi bo'yicha farq qiladi. Barcha metall ftalotsianinlari asosan β -modifikatsiyadan iborat bo'lib, ularning olinish usullarida 200°S dan yuqori harorat qo'llanilishi sabab bo'ladi. Past haroratlarda mavjud bo'ladigan α -modifikatsiyani sulfat kislotali eritmadan past bosimda haydash orqali olish mumkin. Ammo, ancha beqaror bo'lgan α -modifikatsiya organik erituvchilar yoki harorat ta'sirida tezda yana β -modifikatsiyaga aylanadi. Xlor saqlagan ftalotsianinlarning α -modifikatsiyasi ancha barqaror bo'lib, organik erituvchilar ta'siriga chidamli hisoblanadi. Metall ftalotsianinlarni suyultirilgan sulfat kislotada eritish orqali γ -modifikatsiyani olish mumkin.

Turli ftalotsianinlarning spektroeletrokimyoviy tahlili nanomorfologik xossalari o'rganilgan. Kobalt ftalotsianin bilan grafit elektrodining yuzasini modifikatsiyalash yordamida olingan. Bunda, elektr o'tkazuvchan material sifatida qo'llanilgan ftalotsianinlar grafit yuzasining morfologiyasini tahlil qilishda qo'llaniladi.

Porfirin va ftalotsianin halqasiga ega bo'lgan birikmalarning nurni yutish soalari, toksik emasligi va yuqori fotokimyoviy samaradorligi tufayli fotosensibilizatorlar sifatida fotodinamik terapiya jarayonida ham qo'llaniladi.

Mis ftalotsianinning trisulfonat kislotasi bilan jun materiallarini bo'yash jarayonining optimal sharoitlari o'rganilgan. Bo'yoq bilan ishlov berish darajasini yaxshilash uchun junni fermentlar bilan ishlov berish imkoniyatlari ham o'rganilgan. Bunda, tolaning mustahkamligi kamayishi va bo'yalish darajasining yaxshilanishi o'rtasidagi optimal holatlar ko'rsatilgan. Bunda bo'yoqlar bilan ishlov berishda tolalar shikastlanishi SEM analizi yordamida tahlil qilingan bo'lsa, cho'zilish darajasi va uning bo'yashdan keyingi o'zgarishlari o'rganilgan. Ranglarning mustahkamligi yuvish va ishqalanishga nisbatan o'rganilgan. Natijada bo'yash jarayoni hozirgi 98°S o'rniga 85°S da olib boriladigan yangi usuli yaratilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Borker P., Salker A. V. Synthesis, characterization and photocatalytic studies of some metal phthalocyanines // Indian J. Chem. Technol. 2006. Vol. 13, № 4.
2. Pişkin M. Synthesis, characterization, thermal and photophysical properties of novel strontium (II) phthalocyanine // J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem. 2021.
3. Бондар, А. П. Математическое моделирование распространения электромагнитной волны в двулучепреломляющем световоде с поляризующим эффектом. Усиление Рамановского рассеяния с использованием ФК, С. 280.
4. Усенко, Л. В., & Царьов, О. В. (2018). Кровезаменители с газотранспортной функцией: надежды и реалии. Медицина неотложных состояний, (1 (88)), С. 9-18.

SIKLOPENTADIENIL TEMIR DIKARBONIL DIMER ASOSIDA CVD USULIDA OLINGAN BIR QAVATLI KARBON NANOTRUBKA

N.J. Mirzayarov¹, Y.Yu. Yakubov¹, A. Kumar²

¹O'zbekiston Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, O'zbekiston

²Sharda Universiteti, Hindiston

e-mail: yuldoshiyakubov@mail.ru

Abstract: Single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) were synthesized by the chemical vapor deposition (CVD) method using cyclopentadienyl iron dicarbonyl dimer as a catalyst precursor. Structural and physicochemical properties of the synthesized nanotubes were investigated by XRD and Raman spectroscopy. The obtained results confirmed the formation of defect-containing SWCNT structures.

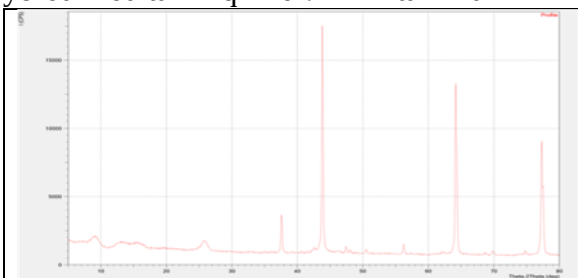
Keywords: SWCNT, carbon nanotubes, CVD, Raman spectroscopy, nanomaterials.

Uglerod nanotrubkalari (CNTs), ayniqsa bir qavatli uglerod nanotrubkalari (SWCNTs), yuqori mexanik mustahkamlik, elektr va termik o'tkazuvchanlik kabi noyob xossalarga ega bo'lib, nanoelektronika, energetika va sensor texnologiyalarida keng qo'llanilmoqda (Petrov va boshq., 2022). CNTlarni sintez qilishning eng samarali usullaridan biri kimyoviy bug' fazasida cho'ktirish (CVD) usuli hisoblanadi. Ushbu usul nanotrubkalarning morfologiyasi va strukturasi nazorat qilish imkonini beradi.

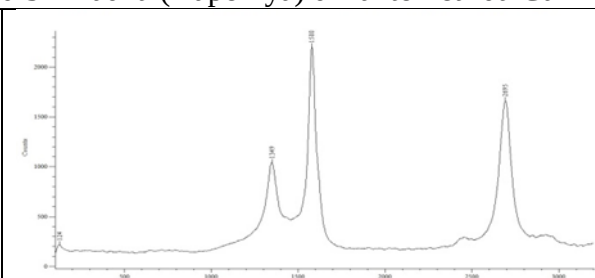
Mazkur ishda katalizator sifatida siklopentadienil temir dikarbonil dimeri – $\text{Fe}(\text{CO})_2\text{Cp}$ qo'llanildi. Ushbu birikma yuqori uchuvchanlikka ega bo'lib, yuqori haroratda parchalanishi natijasida katalitik faol nanozarrachalar hosil qiladi. $\text{Fe}(\text{CO})_2\text{Cp}$ asosidagi katalizatorlardan foydalanish nisbatan past haroratlarda ham SWCNT hosil bo'lishini ta'minlaydi (Li va boshq., 2020).

Tadqiqotlarda uglevodorod manbai sifatida 96,5 % tozalikdagi etanol bug'i ishlatildi. Katalizator nanozarrachalari vodorod atmosferasida qaytarilish orqali hosil qilindi. Shundan so'ng reaktordagi harorat 500°C ga yetkazilib, etanol bug'i Ar tashuvchi gaz yordamida 5 L/min tezlikda reaktorga uzatildi. Sintez jarayoni 30 daqiqa davom etdi.

Olingan nanotrubkalar rentgen difraksion (XRD) va Raman spektroskopiya usullari yordamida tahlil qilindi. XRD tahlillari XRD-6100 Shimadzu (Yaponiya) difraktometrida $\text{CuK}\alpha$



1-rasm. Olingan uglerod nanotrubkasining XRD grafigi



2-rasm. Olingan uglerod nanotrubkasining Raman grafigi

($\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$) nurlanishi yordamida amalga oshirildi. Difraktogrammada $2\theta = 43,33^\circ$ va $43,83^\circ$ sohalarda intensiv piklar kuzatildi (1-rasm). $25,85^\circ$ sohadagi pikning juda sustligi nanotrubkalar tarkibida nuqsonlar mavjudligini ko'rsatadi.

Raman spektroskopiyada 1349 sm^{-1} da D-pik qayd etildi, bu strukturadagi nuqsonlar bilan bog'liq. 1580 sm^{-1} da kuzatilgan G-pik grafitlashgan uglerod strukturasi xos bo'lsa, 2683 sm^{-1} da kuzatilgan G'-pik nanotrubkalarning yuqori tartiblanganligini ko'rsatadi. ID/IG nisbati 0,5 ga teng bo'lib, olingan SWCNTlarning nisbatan yaxshi sifatga ega ekanligini tasdiqlaydi (2-rasm).

Olingan natijalar $\text{Fe}(\text{CO})_2\text{Cp}$ asosidagi katalizatorlardan foydalanish SWCNT sintezi uchun samarali ekanligini ko'rsatdi. Ushbu usul nanoelektronika va kompozit materiallar yaratishda istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ivanov A. Chemical vapor deposition methods for carbon nanotube synthesis // Journal of Nanotechnology. – 2019.
2. Li X. va boshq. Cyclopentadienyl iron catalysts for SWCNT synthesis // Carbon Materials. – 2020.
3. Petrov S. va boshq. Structural characterization of single-wall carbon nanotubes // Nano Research. – 2022.
4. Sharipov B. va boshq. CVD synthesis optimization of carbon nanotubes // Advanced Nanomaterials. – 2023.

**GC–MS ASOSIDA ISTE'MOL QILINADIGAN QO'ZIQORIN
EKSTRAKTINING LIPID TARKIBIDA PALMITIN KISLOTASINING DOMINANT
KOMPONENT SIFATIDA ANIQLANISHI**

Tursunova N.U., Kamolov L.S.

Qarshi davlat universiteti noorganik kimyo kafedrası tayanch doktoranti

Qarshi davlat universiteti noorganik kimyo kafedrası professori

Tel:939302024 e-mail: nilufarulugbekovna0202@gmail.com

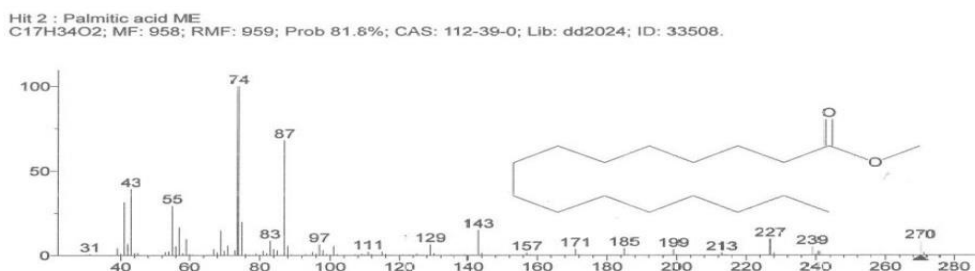
Abstract: The chemical composition of a macrofungal extract was analyzed using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS). Hexadecanoic acid was identified as the predominant component. This saturated fatty acid is associated with antioxidant and antimicrobial properties. The results indicate that macrofungi represent a promising source of bioactive compounds with potential pharmacological applications.

Keywords: macrofungi, GC–MS, hexadecanoic acid, palmitic acid, lipids, bioactive compounds.

So'nggi yillarda tabiiy bioaktiv birikmalarga bo'lgan qiziqishning ortishi natijasida makro zamburug'larning kimyoviy tarkibi va biologik faolligini o'rganishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Iste'mol qilinadigan qo'ziqorinlar nafaqat oziqaviy qiymati yuqori mahsulot, balki biologik faol moddalar manbai sifatida ham muhim ahamiyat kasb etadi. Ularning tarkibida polisaxaridlar, oqsillar, aminokislotalar, vitaminlar, minerallar, sterollar va turli lipid komponentlari mavjud bo'lib, ushbu birikmalar antioksidant, antimikrob, immunomodulyator va antitumor xususiyatlari bilan tavsiflanadi [1,2]. Makro zamburug'larning lipid fraksiyasi alohida ilmiy qiziqish uyg'otadi, chunki lipidlar hujayra membranalarining asosiy strukturaviy komponentlari hisoblanadi hamda metabolik jarayonlarda muhim biologik funksiyalarni bajaradi [3]. Ayniqsa, yog' kislotalarining tarkibi va ularning nisbiy miqdori qo'ziqorinlarning biologik va farmakologik potensialini belgilovchi asosiy omillardan biri sifatida qaraladi. Shu sababli, zamonaviy analitik usullar yordamida qo'ziqorin ekstraktlari tarkibidagi lipid komponentlarini aniqlash muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Hozirgi kunda gaz xromatografiya–mass spektrometriya (GC–MS) usuli murakkab tabiiy aralashmalarning kimyoviy tarkibini aniqlashda eng samarali va sezgir usullardan biri hisoblanadi. Ushbu metod individual komponentlarni retention time va mass spektrlari asosida identifikatsiya qilish imkonini beradi hamda yog' kislotalari profilini yuqori aniqlik bilan baholashda keng qo'llaniladi [4]. Qo'ziqorin lipidlari tarkibida uchraydigan muhim yog' kislotalardan biri geksadekanoid kislota, ya'ni palmitin kislota. Ushbu to'yingan yog' kislota tabiatda keng tarqalgan bo'lib, hujayra membranlari tarkibining muhim qismi hisoblanadi hamda energiya almashinuvi jarayonlarida ishtirok etadi [5]. Ayrim tadqiqotlarda palmitin kislota.ning antimikrob va antioksidant faollikka ega ekanligi qayd etilgan bo'lib, bu uning bioaktiv komponent sifatidagi ahamiyatini oshiradi [2]. *Pleurotus ostreatus* kabi iste'mol qilinadigan makro zamburug'lar tarkibidagi yog' kislotalarini aniqlash va ularning dominant komponentlarini baholash farmatsevtika hamda oziq-ovqat sanoati uchun muhim ilmiy asos yaratadi. Shu munosabat bilan mazkur tadqiqotning maqsadi qo'ziqorin ekstraktining lipid tarkibini GC–MS usuli yordamida tahlil qilish hamda palmitin kislota.ning dominant komponent sifatidagi rolini aniqlashdan iborat.

Makro zamburug' namunasi quritilib, maydalangan holga keltirildi. Ekstraksiya organik erituvchi yordamida amalga oshirildi. Olingan ekstrakt gaz xromatografiya–mass spektrometriya (GC–MS) usuli yordamida tahlil qilindi. Komponentlar retention time va mass spektrlari asosida identifikatsiya qilinib, NIST kutubxonasi bilan solishtirildi. GC–MS tahlili natijalari qo'ziqorin ekstrakti tarkibida geksadekanoid kislota (palmitin kislota) dominant komponent ekanligini ko'rsatdi. Ushbu yog' kislota.ning yuqori ulushi zamburug' lipid fraksiyasining biologik faol xususiyatlarini belgilovchi asosiy omillardan biri ekanligini tasdiqlaydi. Palmitin kislota hujayra membranalarining strukturaviy komponenti sifatida muhim biologik rol o'ynaydi hamda metabolik jarayonlarda faol ishtirok etadi. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, ushbu birikma ayrim

mikroorganizmlarga qarshi antimikrob faollik namoyon qilishi hamda antioksidant xususiyatlarga ega bo'lishi mumkin [5]. Shu sababli, uning makro zamburug' ekstraktida dominant komponent sifatida aniqlanishi ekstraktning bioaktiv potentsialini ko'rsatadi. GC–MS usulining yuqori sezgirliги ekstrakt tarkibidagi individual lipid komponentlarini aniqlash imkonini berdi. Olingan



natijalar *Pleurotus ostreatus*ning biologik faol moddalar manbai sifatidagi istiqbolini yana bir bor tasdiqlaydi.

1-rasm. *P.ostreatus* zamburug' i ekstrakti asosida olingan GC–MS tahlili (palmitin kislota)

Xulosa qilib aytganda GC–MS tahlili natijalari makro zamburug' ekstraktining lipid tarkibida geksadekanoid kislota (palmitin kislota) dominant komponent ekanligini ko'rsatdi. Ushbu natijalar qo'ziqorinlarning bioaktiv moddalar manbai sifatidagi ahamiyatini tasdiqlaydi hamda ularni farmatsevtika va oziq-ovqat sanoatida qo'llash istiqbollarini kengaytiradi.

Adabiyotlar

1. Das A. K., Asif M. D., Hasan G. M. M. A comparative study of fatty acid compositions of three cultivated edible mushroom species of Bangladesh //Journal of Agriculture and Food Research. – 2023. – T. 12. – C. 100620.
2. Khatri U. et al. Fatty acid composition of value-added mushroom based food products //Sarhad Journal of Agriculture. – 2024. – T. 40. – №. 3. – C. 713-725.
3. Martínez-Ramírez F. et al. Analysis of fatty acid esters of hydroxy fatty acids in edible mushrooms //Lwt. – 2023. – T. 173. – C. 114311.
4. Ogwok P. et al. Fatty acid profile of wild edible and cultivated mushrooms (*Pleurotus ostreatus*, *Amanita* spp and *Termitomyces microcarpus*) //Nutrition & Food Science. – 2017. – T. 47. – №. 3. – C. 357-368.
5. Wang X. L. et al. Enhanced production of mycelial biomass and extracellular polysaccharides in caterpillar-shaped medicinal mushroom *Cordyceps sinensis* CS001 by the addition of palmitic acid //J Med Plant Res. – 2011. – T. 5. – №. 13. – C. 2873-2878.

FENIL-2-XLORPROPIONAT BILAN 3-METILFENOLNI REAKSIYASINI BENZOL ERITMASIDA OLIB BORISH

M. Ochlov^{1*}, A.K. Abdushukurov², N.N. Mamatkulov²

¹Olmalik davlat texnika instituti katta o'qituvchisi, Toshkent viloyati, O'zbekiston
E-mail mansurochilov2003@gmail.com.

²O'zbekiston Milliy universiteti professori, Toshkent shahri, O'zbekiston.

Abstract: In this research work, a method for synthesizing phenyl 2-(3-methylphenoxy) propionate by nucleophilic substitution reaction of synthesized phenyl-2-chloropropionate with 3-methylphenol in benzene solution was found in order to obtain a biologically active substance. The structure of the synthesized substance was determined using ¹H NMR, ¹³C NMR, and gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) analyses.

Keywords: Synthesis, substitution, active, benzene, nucleophile.

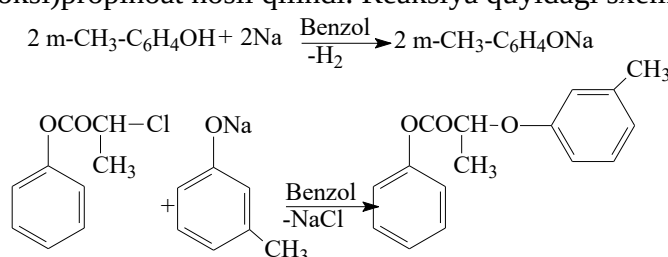
Fenol va uning hosilalari organik kimyoda juda muhim o'rin tutadi. Ular sanoat, tibbiyot, qishloq xo'jaligi va kundalik hayotda keng qo'llaniladi.

Fenol asosida olingan birikmalar plastmassa va polimerlar sanoatida tibbiyot sohasida keng foydalaniladi. Fenol asosida antiseptik va dezinfeksiyalovchi vositalar tayyorlanadi.

Qishloq xo'jaligida fenoksi guruhiga ega birikmalar muhim ahamiyatga ega. Fenolni atsillash orqali olingan birikmalar begona o'tlarga qarshi kurashishda ishlatiladi. Bunday moddalar o'simliklarning o'sishini tartibga soladi va hosildorlikni oshirishga yordam beradi.

Bundan tashqari, fenol va uning hosilalari bo'yoqlar, portlovchi moddalar, dori vositalari, sintetik tolalar hamda kosmetik mahsulotlar ishlab chiqarishda ham qo'llaniladi.

Adabiyot ma'lumotlarida fenolni xlorpropionillan reaksiyalari to'g'risida ma'lumotlar keltirilman. Avval turli xil sharoitlarda fenil-2-xlorpropionat sintez qilindi. Benzol eritmasida 3-metilfenolga natriy metali ta'sir ettirib, natriy 3-metilfenolat tuzi sintez qilindi. Organik faol modda sintez qilish maqsadida fenil-2-xlorpropionatga benzol eritmasida 3-metilfenolat ta'sir ettirib, fenil 2-(3-metilfenoksi)propionat hosil qilindi. Reaksiya quyidagi sxema bo'yicha bordi.



Sintez qilingan yangi organik birikma fenil 2-(3-metilfenoksi)propionatning tuzilishi IQ-, ^1H YAMR- ^{13}C YAMR- va xromato-mass spektrlari orqali tasdiqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

1. Ochilov M., Mamatkulov N.N. va boshq., Fenil-2-xlorpropionatni 4-metoksifenol bilan nukleofil almashinish reaksiyasi/ O'zMU xabarlar. 3/2 2025. B.417-420.
2. M.Ochilov, N.Mamatkulov va boshq., Fenil-2-fenoksipropionat sintez qilish usulini ishlab chiqish/ NamDU Ilmiy Axborotnomasi. Namangan, 2025-№8-son.- B. 131-135

XINAZOLINLARNING N³-ALKIL VA S-ALKIL MODDALAR SINTEZI

¹Zulpanov Fazliddin Abduxakimovich., ²Kholikov Akbarbek Oybek ugli.,

²Akhmedova Malika Alijon kizi., ³Otamurodov Muhriddin Rizomat ugli,

¹Elmuradov Burkxon Juraevich

¹Akad. S.Y. Yunusov Institute of the Chemistry of Plant Substances, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan 77 Mirzo Ulugbek Street, Tashkent 100170, Uzbekistan.

E-mail: zulpanovf@gmail.com Tel.: +998 93 333 00 72

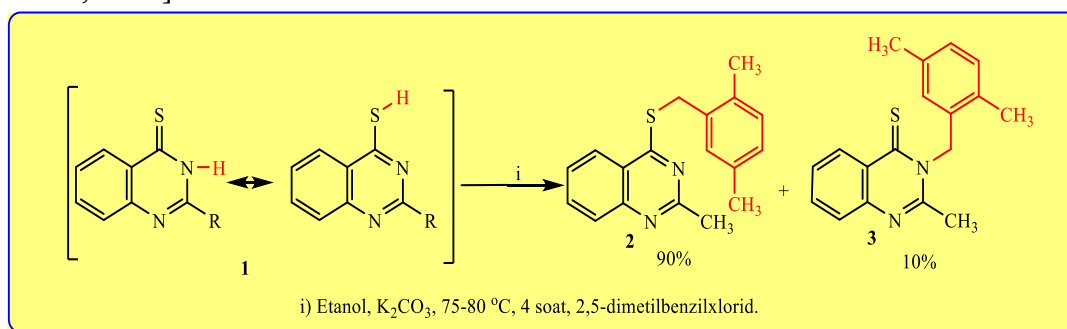
²Branch of the D. I. Mendeleev Russian University of Chemical Technology in Tashkent, TTZ-1, 47, Mirzo Ulugbek District, 100142, Tashkent, Uzbekistan.

³PhD Student, Department of Organic Chemistry, Qarshi State University, Qarshi, Uzbekistan.

Abstract. The majority of modern pharmaceutical preparations developed in various fields of medicine and agriculture are derivatives of compounds containing a fused quinazoline ring, synthesized in recent years. Among quinazolin-4(3H)-one derivatives, an important task is the application of modern organic synthesis methods for obtaining new compounds, identifying biologically active derivatives, developing convenient and efficient synthetic approaches, and studying their pharmacological activity in order to create novel therapeutic agents.

Keywords: 2-methyl-quinazoline-4(3H)-thione, S-alkyl, N-alkyl, 3-(2,5-dimethylbenzyl)-2-methylquinazoline-4(3H)-thione, 4-((2,5-dimethylbenzyl)thio)-2-methylquinazoline, TLC, ^1H and ^{13}C NMR spectra.

2-Metil-4-tioxinazolinlar (**1,2**) birikmalari biologik tekshiruvlarda samarali vosita bo'lib ular da tiamid–tiol (amino–tiol) tautomeriyasi bilan tavsiflanadi. Mazkur birikmalarda protonning molekula ichida endo-tautomer ko'chishi kuzatilib, u azot atomi bilan bog'langan N–H (tiamid) va oltingugurt atomi bilan bog'langan S–H (tiol) shakllar o'rtasida muvozanat hosil qiladi [Auti P.S., George G. va boshqalar 2020]. Bu muvozanat erituvchining qutbliligi, proton donor–akseptor xususiyati hamda muhitning kislota–ishqoriy tabiatiga sezilarli darajada bog'liq bo'lib qutbli protonli erituvchilarda (masalan, etanol, metanol) vodorod bog'lanishlari tufayli tiamid shakl qisman barqarorlashsa-da, ishqoriy sharoitda protonning oltingugurt atomidan ajralishi energetik jihatdan qulayroq bo'lib, tiolat anion (S^-) hosil bo'lishi kuzatiladi [V Jafari E., Khajouei M.R., 2016]. Qutubsiz yoki aproton erituvchilarda esa molekulyar rezonans va elektron zichlikning qayta taqsimlanishi natijasida tiol shaklda ko'proq bo'ladi [D. Wang, Dan & Gao, 2013. E. Ighachane H., Sedra H., 2017].



2-Metilxinazolin-4(3H)-tionning (**2**) 2,5-dimetilbenzil xlorid bilan alkillanish reaksiyasi ushbu tautomer muvozanatning reaksiya yo'nalishiga bevosita ta'sirini yaqqol namoyish etdi. Reaksiya natijasida S-alkillangan (**2**) va N-alkillangan isomer (**3**), hosil bo'lib, ularning miqdoriy nisbati S-alkil mahsulot 90% (**2**), N-alkil mahsulot 10% (**3**) ekanligi aniqlandi. Bu natija reaksiyaning kinetik nazorat ostida borishini ko'rsatadi (**2,3**). Ajratib olingan S-alkil izomerlardan biridan o'stirilgan monokristal asosida rentgen difraksion tahlil amalga oshirildi. Rentgen strukturaviy ma'lumotlar 2,5-dimetilbenzil fragmentining aynan oltingugurt atomi orqali bog'langanini, C–S bog' uzunligi va burchaklarining odatiy S-alkil tuzilmasiga mos kelishini aniq tasdiqladi. Bu esa S-alkillanish mexanizmining eksperimental isboti hisoblanadi.

Hosil bo'lgan izomerlar suyuqlanish harorati bo'yicha ham sezilarli farq qildi. S-alkil izomerlarning yuqoriroq suyuqlanish harorati N-alkil izomerlar esa nisbatan kamroq simmetrik va kamroq zich tuzilishga ega. Xulosalar: rentgen strukturaviy tahlil, YMR spektr ma'lumotlari va tajribaviy miqdoriy natijalar bilan to'liq tasdiqlanadi 2-metilxinazolin-4(3H)-tionlar kimyosida tautomerya va reaktivlik o'rtasidagi chuqur bog'liqlikni ko'rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Auti P.S., George G., Paul A.T. Recent advances in the pharmacological diversification of quinazoline/quinazolinone hybrids. RSC Adv. 2020 Nov 12;10(68):41353-41392. p. 41376. doi: <https://10.1039/d0ra06642g>.
2. Jafari E., Khajouei M.R., Hassanzadeh F., Hakimelahi G.H., Khodarahmi G.A. Quinazolinone and quinazoline derivatives: recent structures with potent antimicrobial and cytotoxic activities. Research in Pharmaceutical Sciences, February 2016; 11(1): p.
3. Wang, Dan & Gao, Feng. (2013). Quinazoline derivatives: Synthesis and bioactivities. Chemistry Central journal. 7. 95. 10.1186/1752-153X-7-95. 5 P. 2-15 <http://journal.chemistrycentral.com/content/7/1/9>
4. Ighachane H., Sedra H., Lazrek B. Synthesis and evaluation of antifungal activities of (3H)-quinazolin-4-one derivatives against tree plant fungi. J. Mater. Environ. Sci. 8 1. 2017. 134-143 ISSN: 2028-2508. P. 139-141.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РЕАКЦИЮ
ПРИСОЕДИНЕНИЯ ВИНИЛАЦЕТИЛЕНА К МОРФОЛИНУ

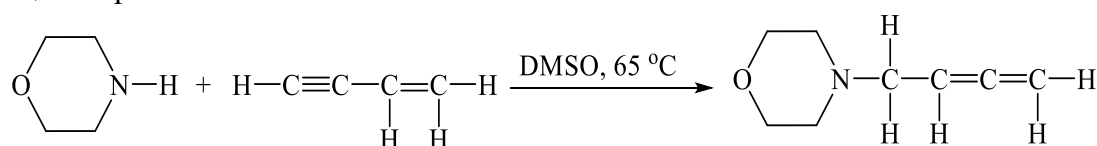
Ж.Х.Жумаев, Ш.И. Мукумов

*Бухарский государственный технический университет, Узбекистан**e-mail: jabbor.jumayev@mail.ru*

Abstract: The addition of vinylacetylene to morpholine was studied in a KOH–DMSO system. The influence of temperature on the yield of N-morpholinobutadiene-2,3 was investigated. Optimal conditions (65 °C, 4 h) provided the highest yield, while higher temperatures led to decreased efficiency due to side reactions and reduced solubility.

Key words: vinylacetylene, morpholine, catalysis, temperature, yield

Присоединение винилацетилена к морфолину осуществлялось в условиях высокоосновной каталитической системы. В ходе процесса установлено образование N-морфолинбутадиена-2,3; в общем виде проведённую реакцию можно представить следующим образом:



С целью получения N-морфолинбутадиена-2,3 с высоким выходом процесс алленирования морфолина был изучен с использованием системы KOH–DMSO. Реакция проводилась в температурном интервале 30–90 °C. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние температуры на выход N-морфолинбутадиена-2,3 при алленировании морфолина в системе KOH–DMSO (содержание катализатора KOH — 15% от массы морфолина; продолжительность реакции — 4 часа)

№	Температура реакции, °C	Выход N-морфолинбутадиена-2,3, %
1	30	10,2
2	35	14,6
3	40	18,7
4	45	24,2
5	50	29,4
6	55	33,2
7	60	36,2
8	65	37,6
9	70	35,2
10	75	33,2
11	80	29,4
12	85	26,4
13	90	22,6

Из данных таблицы видно, что реакция проводилась в течение 4 часов, при этом определялся выход продукта — N-морфолинбутадиена-2,3. При температуре 35 °C и продолжительности реакции 4 часа выход продукта составил 14,6 %. При проведении реакции при 65 °C удалось увеличить выход до 37,6 %. Однако при осуществлении процесса алленирования при температурах выше 80 °C наблюдается снижение выхода продукта.

Данное явление можно объяснить уменьшением растворимости винилацетилена при повышенных температурах, а также олигомеризацией соединений, содержащих двойные связи, образующихся в процессе синтеза, и частичным окислением морфолина и N-морфолинбутадиена-2,3 либо деструктивными изменениями продукта. Установлено также, что при увеличении времени реакции свыше 4 часов выход N-морфолинбутадиена-2,3 снижается. Таким образом, исследование реакции аллирования морфолина показало, что её оптимальные условия следующие: растворитель — DMSO, количество катализатора КОН — 15 % (от массы морфолина), температура — 65 °С. Однако при увеличении продолжительности реакции до 6 часов выход N-морфолинбутадиена-2,3 составляет 19,6 %.

Сравнительный анализ экспериментальных данных показал, что температура оказывает существенное влияние на выход продукта реакции. Во всех исследованных случаях выход N-морфолинбутадиена-2,3 возрастает с увеличением времени и температуры. Так, при продолжительности реакции 4 часа повышение температуры с 50 °С до 65 °С приводит к увеличению выхода продукта с 32,6 % до 37,6 %. Дальнейшее повышение температуры вызывает снижение выхода, и при 85 °С он составляет 15,6 %.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Jumaev J., Sadikova M., Qurbonova S. Analysis of synthesized N-morphophylline-butadiene-2, 3 using modern physical research methods //American Institute of Physics Conference Series. – 2025. – Т. 3304. – №. 1. – С. 040101.
2. Atoev E., Jumaev J., Juraeva D. Influence of solvent on the reaction of vinyl acetyl with diphenylamine //Universum: химия и биология. – 2024. – Т. 2. – №. 7 (121). – С. 9-

STRUCTURAL ANALYSIS OF A 2-METHYLIMIDAZOLE-BASED NICKEL(II) COMPLEX

I.Y.JURAEV¹, Yu.Yu.YAKUBOV¹, G.B.BEGJMANOVA¹, Dr. P. SUPPURAJ²

¹O'zFA Umumiy va noorganik kimyo instituti

²Annamalai University, Chidambaram

Keywords: Nickel(II) complex; 2-Methylimidazole; Coordination compound; Crystal structure; Structural analysis

Introduction.

Nickel(II) coordination compounds continue to attract considerable attention due to their diverse structural architectures and potential applications in materials science, catalysis, and bioinorganic chemistry. Among nitrogen-containing ligands, 2-methylimidazole is particularly important because of its strong coordination ability and versatile bonding modes, which promote the formation of stable metal complexes[1-3]. Structural investigations of Ni(II) complexes containing 2-methylimidazole provide valuable insight into coordination geometry, intermolecular interactions, and crystal packing features. In this study, a new 2-methylimidazole-based nickel(II) complex was synthesized and structurally characterized to evaluate its coordination environment and supramolecular organization in the crystalline state[4-6].

The crystallographic data indicate that the synthesized Ni(II) complex forms a well-defined single-crystal structure. The compound crystallizes in the triclinic crystal system with the centrosymmetric space group P-1, which represents the lowest symmetry among crystal systems and suggests a relatively complex molecular arrangement within the crystal lattice. The unit cell parameters are $a = 8.6383(2) \text{ \AA}$, $b = 9.4450(2) \text{ \AA}$, $c = 15.6293(3) \text{ \AA}$, with cell angles $\alpha = 75.442(2)^\circ$, $\beta = 77.248(2)^\circ$, and $\gamma = 88.267(2)^\circ$, confirming the triclinic geometry of the structure. The unit cell volume is $1203.36(5) \text{ \AA}^3$, and the value $Z = 5$ indicates the presence of five formula units within the unit cell. The calculated density value (1.408 g cm^{-3}) falls within the normal range for coordination compounds. The absorption coefficient $\mu(\text{CuK}\alpha) = 1.674 \text{ mm}^{-1}$ suggests moderate X-ray absorption by the crystal. Data collection was carried out at 293 K using CuK α radiation (λ

= 1.54184 Å). The diffraction data were measured over a wide θ range (3.0-68.1°), indicating sufficient crystallographic coverage for accurate structure determination.

Table 1. Crystal data and details of the structure determination for the complex

Crystal Data

Formula (C₁₆H₂₃N₉NiO₃),NO₃) [H₂O]

Formula Weight 211.27

Crystal System triclinic

Space group P-1(No.2)

a, b, c [Angstrom] 8.6383(2)9.4450(2) 15.6293(3)

alpha, beta, gamma [deg] 75.442(2)77.248(2)88.267(2)

V [Ang**3] 1203.36(5)

Z 5

D(calc) [g/cm**3] 1.408

Mu(CuKa) [/mm] 1.674

F(000) 530

Crystal Size [mm] 0.05 x0.30 x0.30

Data Collection

Temperature (K) 293

Radiation [Angstrom]CuKa1.54184

Theta Min-Max [Deg] 3.0,68.1

Dataset -10: 10 ; -11: 11 ; -18: 14

Tot., Uniq. Data, R(int) 10947, 4368,0.030

Observed Data [I > 0.0 sigma(I)] 3895

In conclusion, a new 2-methylimidazole-based nickel(II) coordination complex was successfully synthesized and structurally characterized by single-crystal X-ray diffraction analysis. The crystallographic investigation revealed that the complex crystallizes in the triclinic crystal system with the space group P-1, exhibiting a stable coordination environment and well-defined crystal architecture. The obtained structural parameters confirmed the successful coordination of the ligand to the Ni(II) center and demonstrated the presence of significant intermolecular interactions contributing to crystal stabilization. The low R(int) value and high-quality diffraction data indicate the reliability of the refined structural model. These findings provide valuable information for further studies on nickel-based coordination compounds and related functional materials.

References

1. G.I. Dzhardimalieva, I.E. Uflyand, Design and synthesis of coordination polymers with chelated units and their application in nanomaterials science, RSC Adv. 67 (2017) 42242-42288, <https://doi.org/10.1039/C7RA05302A>.
2. S.L. Wu, J.P. Zou, M.H. Chen, H.B. Yang, M.J. Li, X.B. Luo, F. Luo, M.F. Wu, G.C. Guo, Effect of synthetic conditions on the structures and properties of metal complexes with chelidamic acid and 4,4'-bipyridyl, Polyhedron 48 (2012) 58-67, <https://doi.org/10.1016/j.poly.2012.08.082>.
3. R. Halder, N. Sikdar, T.K. Maji, Interpenetration in coordination polymers: structural diversities toward porous functional materials, Mater. Today 18 (2015) 97-116, <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2014.10.038>.
4. B.I. Kharisov, O.V. Kharissova, U. Ortiz Méndez, Coordination and organometallic compounds as precursors of classic and less-common nanostructures: recent advances, J. Coord. Chem. 66 (2013) 3791-3828, <https://doi.org/10.1080/00958972.2013.851382>.
5. Y. Song, X. Li, L. Sun, L. Wang, Metal/metal oxide nanostructures derived from metal-organic frameworks, RSC Adv. 5 (2015) 7267-7279, <https://doi.org/10.1039/C4RA12273A>.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF AN IMIDAZOLE-BASED 2-METHYLBENZOHYDRAZIDE DERIVATIVE

R.Q. Yo'ldosheva— Assistant, Department of Chemistry and Oil & Gas Technologies
Scientific supervisor:

Nazarov S.I. — Professor, Department of Chemistry and Oil & Gas Technologies
Bukhara State University, Bukhara, Uzbekistan

E-mail: yoldosheva@buxdu.uz

Imidazole-containing hydrazide derivatives have attracted considerable attention in medicinal and synthetic chemistry due to their broad spectrum of biological and physicochemical properties [1, 2]. The combination of an imidazole nucleus with a benzohydrazide moiety represents a promising strategy for designing novel multifunctional organic compounds with potential antimicrobial, antifungal, and coordination activity.

In the present study, a novel imidazole-based 2-methylbenzohydrazide derivative was synthesized via condensation of an imidazole-containing aldehyde precursor with 2-methylbenzohydrazide. Equimolar amounts of both components (0.01 mol each) were dissolved in 30 mL of ethanol; a few drops of glacial acetic acid were added as catalyst. The reaction mixture was refluxed at 75–80 °C for 4–5 hours under continuous stirring. Reaction progress was monitored by TLC. The precipitate formed upon cooling was filtered, washed with cold ethanol, and recrystallized to give a pale-yellow crystalline solid (decomposition onset: 194 °C; full decomposition: 200–300 °C).

The synthesized compound was characterized by FT-IR, ¹H NMR, ¹³C NMR spectroscopy, and elemental analysis. The FT-IR spectrum showed a characteristic C=N stretching band at ~1660 cm⁻¹ (hydrazone linkage) and an N–H absorption at 3200–3300 cm⁻¹. In the ¹H NMR spectrum, a singlet attributed to the azomethine proton confirmed condensation product formation; signals for aromatic protons, methyl substituent, imidazole ring protons, and hydrazide N–H were also observed. The ¹³C NMR spectrum displayed resonances consistent with the proposed structure. All data confirmed the successful formation of the target hydrazone compound with high purity [3].

Stability and instability constants of the complex were determined by pH-metric titration. The principal relationships are summarized in Table 1.

Table 1.

Stability constant relationships determined by pH-metric titration

Parameter	Expression / Value
Stability constant	K
Instability constant	K _d
Relationship	K = 1 / K _d
pH-metric titration equation	M ²⁺ + HL ⇌ ML ⁺ + H ⁺
Stepwise stability constants	K ₁ = [ML]/[M][L]; K ₂ = [ML ₂]/[ML][L]
Overall stability constant	β ₂ = K ₁ · K ₂

The presence of multiple nitrogen donor atoms within the molecular framework suggests strong coordination ability toward transition metal ions, which is of particular interest for further complex formation studies [4, 5]. The synergistic effect of the imidazole and benzohydrazide pharmacophoric units also makes this compound a promising candidate for biological screening.

Thus, an efficient and reproducible synthetic route to a novel imidazole-based 2-methylbenzohydrazide derivative has been established. Spectroscopic characterization confirmed

the structure and high purity of the product. The obtained compound is of interest for coordination chemistry, pharmacology, and functional material design.

References:

1. Joule J.A., Mills K. Heterocyclic Chemistry. 5th ed. — Oxford: Wiley-Blackwell, 2010. — 720 p.
2. Katritzky A.R., Ramsden C.A., Scriven E.F.V. Comprehensive Heterocyclic Chemistry III. — Oxford: Elsevier, 2008.
3. Singh R., Sharma P. Recent advances in hydrazone chemistry and biological applications // J. Adv. Org. Chem. — 2021. — Vol. 15, No. 3. — P. 112–125.

β – DIKETON HOSILALARI ASOSIDAGI Zn(II) NING TURLI LIGANDLI KOMPLEKS BIRIKMALARINI SINTEZ QILISH VA O'RGANISH.

Q.T.Siddiqova¹, Sh.Sh.Daminova².

¹Qarshi davlat texnika universiteti Qarshi sh.,

²O'zbekiston Milliy universiteti professori Toshkent shahri.

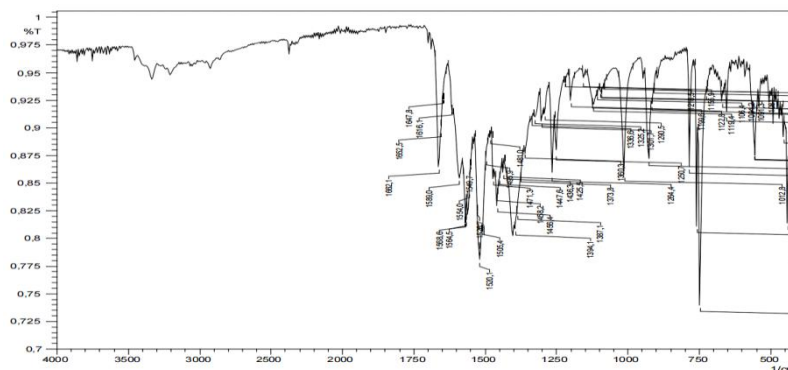
Annotation: For the first time, complex compounds of Zn(II) ions with β -diketone derivatives and heteroligands with 2-amino-1-methylbenzimidazole (MAB) were synthesized. The structure of the synthesized coordination compounds was studied using SEM-EDS and IR-spectroscopy. It was found that the composition, structure and properties of the complex compounds depend on the nature of the complexing agent and the coordination methods of the ligand.

Keywords: ligand, acetylacetone, benzoylacetone, 2-amino-1-methylbenzimidazole, 2-aminobenzimidazole;

So'nggi o'n yilliklarda β -diketonlar va ularning hosilalarini sintez qilishning ko'plab usullari va uslublari ishlab chiqilgan. (Urbaniak W va boshq., 2011). Ushbu tadqiqotlarda asosiy e'tibor faol dori birikmalarini ajratib olish uchun muqobil yo'l sifatida β -diketonlardan foydalanishga qaratilgan. β -diketonlar xalkogenlar, flavonoidlar va geterotsiklik birikmalar sintezida prekursorlar sifatida keng qo'llanilgan (Hansen P. E. 2021).

Ushbu ishda Zn(II) ionining atsetilatseton va azot saqllovchi organik ligandlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalarini sintez qilish va hosil qilingan kompleks birikmalarning fizik – kimyoviy xossalarini o'rganishga bag'ishlangan. Hozirgi kunda tarkibida geteroatom saqlagan organik birikmalar asosida olingan kompleks birikmalardan kataliz, tibbiyotda, materialshunoslik sohalarida keng tarmoqda foydalanilganligi sababli, olimlar tomonidan katta ilmiy qiziqish uyg'otmoqda.

Tadqiqot jarayonida Zn(II) ning β – diketon (acac) hamda 2-amino-1-metilbenzimidazol (MAB) ligandlari asosida yangi aralash ligandli kompleks birikmalar sintez qilindi.



1-rasm. IQ-spektr: [Zn(acac)₂MAB].

Kompleks birikmalarni sintez qilish uchun $\text{Me}^{2+}:\text{L1}:\text{L2}$ 1:2:2 molyar nisbatda olindi. Erituvchi sifatida tegishli suv yoki etil spirti ishlatildi. Kompleks birikmalarni sintez qilish jarayonida tegishli metall ionlarining SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- anionli tuzlaridan foydalanildi. Kompleks hosil qilish jarayoniga asidoligandlar ta'siri yo'q ekanligi va ular koordinatsion sferani hosil qilishda ishtirok etmasligi aniqlandi. Sintez reaksiyasi quyidagi sxema bo'yicha amalga oshiriladi. Sintez quyidagi reaksiya asosida amalga oshirildi.

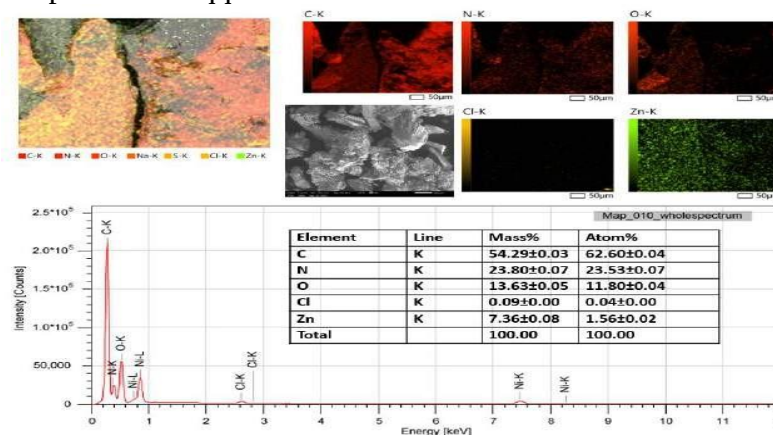
Olingan kompleks birikmalarning tarkibi va tuzilishi zamonaviy fizik – kimyoviy usullar yordamida tahlil qilindi. Asosiy o'zgarish geterohalqadagi $\nu(\text{C}=\text{N})$ guruhda ketib, uning qiymati $27\text{--}44\text{ cm}^{-1}$ ga o'zgargan. (Siddiqova va boshq., 2024). $[\text{Zn}(\text{acac})_2\text{MAB}]$ kompleks birikmalarida ushbu guruh bergan tebranishlar mos ravishda 1551 va $1596\text{--}1564\text{ cm}^{-1}$ sohada kuzatiladi.



Shuni ta'kidlash kerakki, kompleks birikmalarda $1591\text{--}1550\text{ cm}^{-1}$ sohada intensiv tebranish chiziqlarining bo'lishi MAB (2-amino-1-metilbenzimidazol) geterohalqasidagi $\text{C}=\text{N}$ guruhi hamda acac dagi $\text{C}=\text{O}$ guruhi bergan valent tebranishlarga ham tegishli bo'lishi mumkin. $[\text{Zn}(\text{acac})_2\text{MAB}]$ kompleks birikmalarida ushbu $\text{C}=\text{O}$ guruh bergan tebranishlar mos ravishda 1589 cm^{-1} sohada kuzatiladi

Hozirgi vaqtda aniq ilmiy va texnologik muammolarni hal qilish uchun kompleks tahlilda skanerlovchi elektron mikroskopiya va energiya dispersiv rentgen diffraksiyasi (SEM-EDX)

keng qo'llaniladi (SEM-EDX) natijalari metall ionlari bilan organik ligandlarning murakkab hosil bo'lishi va ligandlarning mikro tuzilishidagi o'zgarishlar bilan bir qatorda metal ionlariga xos bo'lgan ko'p sonli cho'qqilarni ko'rsatdi.



2.-rasm. Kompleks $[\text{Zn}(\text{acac})_2\text{MAB}]$ ning mikrostrukturasi, xaritalash va element tahlil natijalari.

Adabiyotlar:

1. Urbaniak W., Jurek K., Witt K., Goraczko A. Properties and application of diketones and their derivatives // *Chemik.* – 2011. – V. 65. – N. 4. – P. 273-282.

2.Hansen P. E. Structural studies of β -diketones and their implications on biological effects // *Pharmaceuticals.* – 2021. – V. 14. – N. 11. – P. 1189.

3.Siddiqova Q., Murodov S., Kadirova Z., Daminova Sh. Синтез и исследование гетеролигандных соединений $\text{Ni}(\text{II})$ с производными β -дикетона и 2-аминобензимидазола.

RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA SPIRTLAR MAVZUSINI O'QITISHNING INNOVATSION METODLARI.

Sharifov G'ulom Nabiyevich - JDPU, dotsent, PhD.

Bosimova Maftuna - JDPU I-bosqich magistranti

E-mail address: maftunabosimova812@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tezisda organik kimyo kursining muhim bo'limlaridan biri bo'lgan to'yingan bir atomli spirtlar mavzusini raqamli ta'lim muhitida o'qitishning innovatsion metodlari tahlil qilinadi. Raqamli texnologiyalar, xususan virtual laboratoriyalar, 3D modellashtirish va interaktiv platformalar yordamida o'quvchilarning bilim olish jarayonini faollashtirish imkoniyatlari asoslab beriladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, raqamli yondashuv o'quvchilarning nazariy bilimlarini chuqurlashtirish, mantiqiy fikrlashini rivojlantirish va amaliy ko'nikmalarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: organik kimyo, spirtlar, raqamli ta'lim, virtual laboratoriya, innovatsion metodlar, interaktiv o'qitish

Bugungi kunda ta'lim tizimida raqamli texnologiyalarni keng joriy etish o'quv jarayonining samaradorligini oshirishning muhim omiliga aylanmoqda. Ayniqsa, organik kimyo kabi murakkab fanlarni o'qitishda innovatsion metodlardan foydalanish zarurati ortib bormoqda.

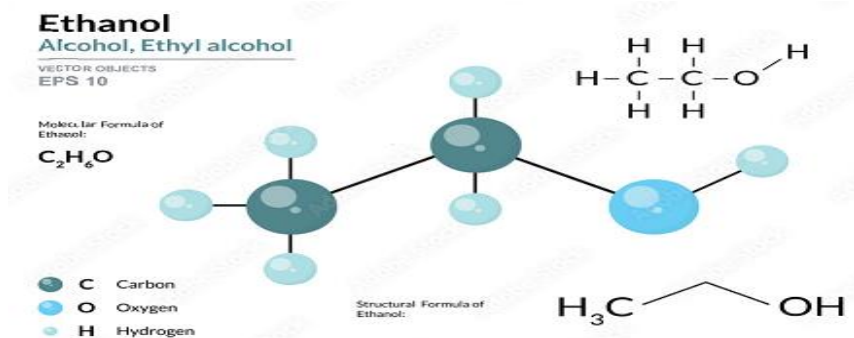
To'yingan bir atomli spirtlar mavzusi o'zining abstraktligi, molekulyar tuzilish va molekulalararo o'zaro ta'sirlarni tushunishni talab qilishi bilan o'quvchilar uchun murakkab hisoblanadi. Shu bois uni o'qitishda an'anaviy usullar bilan bir qatorda raqamli ta'lim vositalaridan foydalanish muhimdir.

To'yingan bir atomli spirtlar umumiy formulasi $C_nH_{2n+1}OH$ bo'lgan organik birikmalar sinfiga kiradi. Ularning fizik va kimyoviy xossalari asosan gidroksil (-OH) guruh mavjudligi bilan belgilanadi. Xususan, molekulalararo vodorod bog'lanish mavjudligi ularning qaynash haroratining yuqori bo'lishiga sabab bo'ladi.

Raqamli ta'lim muhitida ushbu mavzuni o'qitishda quyidagi innovatsion metodlar samarali hisoblanadi:

Birinchidan, **virtual laboratoriyalar** orqali spirtlarning fizik va kimyoviy xossalarini tajriba asosida o'rganish imkoniyati yaratiladi. Bu esa xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi.

Ikkinchidan, **3D molekulyar modellashtirish** yordamida spirt molekulalarining fazoviy tuzilishini vizual tarzda ko'rsatish mumkin. Bu o'quvchilarga abstrakt tushunchalarni aniq tasavvur qilish imkonini beradi



Uchinchidan, **interaktiv simulyatsiyalar** yordamida vodorod bog'lanish, oksidlanish reaksiyalari kabi jarayonlar dinamik tarzda tushuntiriladi.

To'rtinchidan, **multimedia vositalari** (video, animatsiya, test platformalari) o'quvchilarning darsdagi faolligini oshiradi va mustaqil o'rganish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Mazkur metodlar qo'llanilganda o'quvchilar faqat tayyor bilimni qabul qilmay, balki uni mustaqil ravishda tahlil qilish va xulosa chiqarishga o'rganadi.

Raqamli ta'lim muhitida to'yingan bir atomli spirtlar mavzusini o'qitish zamonaviy ta'limning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Innovatsion metodlardan foydalanish o'quvchilarning bilim darajasi, faolligi va ilmiy tafakkurini sezilarli darajada oshiradi.

Shuningdek, raqamli texnologiyalar kimyo fanining murakkab tushunchalarini soddalashtirish, ularni vizuallashtirish va amaliyot bilan bog'lash imkonini beradi. Shu sababli bunday yondashuvni keng joriy etish ta'lim sifatini oshirishning muhim omili hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'tkir Sodiqov – Organik kimyo. – Toshkent: O'qituvchi, 2018.
2. N. Saidahmedov – Pedagogik mahorat va innovatsion texnologiyalar. – Toshkent: Fan, 2019.
3. M. Ochilov – Yangi pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: O'qituvchi, 2008.
4. O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi. Kimyo fanidan o'quv dasturi. Toshkent, 2021

MORFOLINNING ALKIL HOSILALARI VA MONOXLORSIRKA KISLOTASI EFIRLARI O'RTASIDAGI REAKSIYALAR

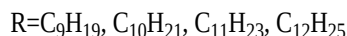
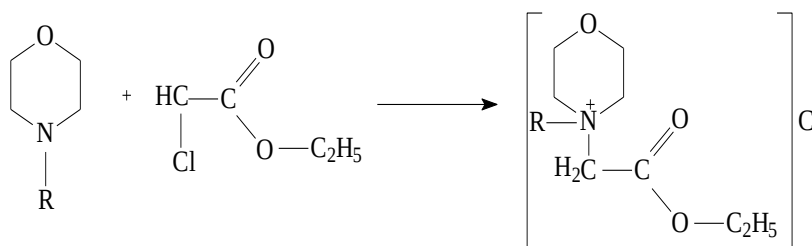
¹Jumayev A.,

jumayevakbarjon541@gmail.com

Abstract: This article discusses the synthesis methods of 4-cyclohexylphenyl-2-chloroacetate and the reaction mechanisms involved in its preparation. The esterification reaction of 4-cyclohexylphenol with monochloroacetic acid derivatives was studied. The influence of solvents, catalysts, temperature, and reaction conditions on product yield was analyzed. Modern methods for identification of the synthesized compound, including IR spectroscopy and NMR spectroscopy, were also considered. The obtained results show that the synthesized ester can be used as an important intermediate compound in organic synthesis and pharmaceutical chemistry.

Key words: 4-cyclohexylphenyl-2-chloroacetate, esterification, monochloroacetic acid, organic synthesis, aromatic ester, nucleophilic substitution, IR spectroscopy, NMR spectroscopy, phenol derivatives.

Adabiyot ma'lumotlaridan bizga ma'lumki morfolin hosilalari fiziologik faollikni namoyon qiladi va analgetik, anestetik sifatida ishlatiladi [1]. Morfolin tarkibida ikkita geteroatom tutgan noaromatik olti a'zoli xalqaga ega. U bir vaqtning o'zida tuzilishiga ko'ra ikkilamchi amin va siklik efir xossasini namoyon qiladi. Morfolinning gidroksloridlari va N-alkilmorfolinning to'rtlamchi tuzlari antistatiklik, bakteritsidlik, korroziyaga qarshi ingibitorlik xossasini namoyon qiladi [2].



1-rasm

Ushbu ish morfolinning alkil galogenidlari bilan reaksiyasi N-alkilmorfolinlarni sintez qilishning asosiy usullaridan biridir. Bu reaksiya ikki molekulali nukleofil almashinish (SN_2) mexanizmi orqali boradi, bunda morfolinning azot atomi alkil galogeniddagi elektrofil uglerod atomiga hujum qiladi.[3,4]

Morfolinni nonil, desil, undetsil va dodesil guruhlari bilan alkillash jarayonida stexiometrik nisbatga rioya qilinib, keyinchalik reaksiya aralashmasiga ishqor qo'shilganda N-akilmorfolin hosil bo'ladi. Biroq mahsulot chiqimi past bo'lib qoladi, chunki qo'shilgan ishqorning sezilarli

qismi ilgari hosil bo'lgan N-akilomorfolinning gidrobromid tuzidan uchlamchi aminni ajratib olishga sarflanadi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida morfolin va uning N-alkil hosilalari asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlarini olishning samarali usuli ishlab chiqildi, bu esa sintezning optimal sharoitlarida maqsadli mahsulotning yuqori chiqimiga erishish imkonini beradi. Aniqlanishicha, jarayonning kinetik va termodinamik ko'rsatkichlari reagentlarning molyar nisbatiga hamda haroratga sezilarli darajada bog'liq.

ADABIYOTLAR

1. Алекберова И. А. Синтез N-производных пиперидина и морфолина по реакции манны //XXIV Российская молодежная научная конференция «Проблемы теоретической и экспериментальной химии».—Екатеринбург, 2014. – Издательство Уральского университета, 2014. – №. 24. – С. 322-323.

2. Ю А Орликова Синтез и свойство производных. N-бутилморфолина.\\ XXIV Российская молодежная научная конференция «Проблемы теоретической и экспериментальной химии».2014 — V. 50. P. 370-371 с.

MIKRO KARTOSHKKA TUGANAKLARINI NATRIY ALGINAT VA CaCl_2 ASOSIDA KAPSULATSIYALASH: VAQT OMILINING KAPSULA MUSTAHKAMLIGIGA TA'SIRI

Mirjaxparova Sarvinoz Jasur qizi, Niyozov Xabibullo Abdullayevich
Chirchiq Davlat pedagogika Universiteti

Abstract:

This article examines the ion exchange reaction between sodium alginate and calcium chloride solutions during the encapsulation of potato microtubers. The experiment analyzed the effects of different time intervals (15, 20, and 30 minutes) on capsule formation using a 5% sodium alginate solution and a 4% CaCl_2 solution.

In vitro sharoitida olingan mikro tuganaklar tashqi muhit ta'siriga juda ta'sirchan bo'ladi. Ularni uzoq muddat saqlash va dala sharoitiga oson ko'chirish uchun sun'iy urug' (synthetic seeds) texnologiyasi qo'llaniladi. Bu jarayonda natriy alginat gellovchi agent, kalsiy xlorid esa qotiruvchi (kompleks hosil qiluvchi) modda vazifasini bajaradi.

Kimyoviy Reaksiya Mexanizmi

Enkapsulatsiya jarayoni ion almashinuvi tamoyiliga asoslanadi. Natriy alginat ($\text{NaC}_6\text{H}_7\text{O}_6$) suvda eruvchan polimerdir. Uni CaCl_2 eritmasiga botirilganda, Na^+ ionlari o'rnini Ca^{2+} ionlari egallaydi. Natijada suvda erimaydigan, pishiq kalsiy alginat geli hosil bo'ladi: Ca^{2+} ionlari alginat zanjirlari o'rtasida "ko'prik" hosil qilib, "tuxum kassetasi" (egg-box) deb ataluvchi makromolekulyar strukturani yuzaga keltiradi.

Metodika va Materiallar

Tadqiqot Chirchiq in vitro markazi laboratoriya sharoitida o'tkazildi.

* Eritma tayyorlash: 5 g natriy alginat 100 ml distillangan suvda to'liq eriguncha aralashtirildi (5% li eritma).

* Fiksator tayyorlash: 4 g CaCl_2 100 ml distillangan suvda eritildi (4% li eritma).

* Jarayon: Mikro kartoshka tuganaklari avval Na-alginat eritmasiga botirib olindi, so'ngra CaCl_2 eritmasiga solindi.

* Vaqt o'lchovlari: Namunalar kalsiy xlorid eritmasida 15, 20 va 30 daqiqa davomida ushlab turildi.

Tuganaklarning kapsula holatiga o'tishi va qobiqning fizik holati vaqtga bog'liq holda quyidagicha o'zgardi:

№	Ekspozitsiya vaqti	Kapsula qalinligi va holati	Elastiklik va shaffoflik
1	15 daqiqa	Yupqa va yumshoq qobiq.	Yuqori elastiklik, oson shikastlanuvchan.
2	20 daqiqa	Optimal qattiqlikdagi kapsula.	Yaxshi shakllangan, tuganakni to'liq himoyalaydi
3	30 daqiqa	Yaxshi shakllangan, tuganakni to'liq himoyalaydi	Elastiklik pasaygan, murtakning nafas olishi qiyinlashishi mumkin.



Tahlil: 15 daqiqalik vaqt ichida ion almashinuvi to'liq yakunlanmaganligi sababli kapsula devorlari bo'sh bo'lib qoladi. 30 daqiqalik vaqtda esa polimer zanjirlari o'ta zichlashib ketadi, bu keyinchalik mikrotuganakning unib chiqishiga to'sqinlik qilishi mumkin.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, 5% li Na-alginat va 4% li CaCl_2 konsentratsiyasida mikro kartoshka tuganaklari uchun 20 daqiqalik inkubatsiya muddati eng maqbul (optimal) hisoblanadi. Bu vaqt ichida kapsula yetarli darajada mexanik mustahkamlikka ega bo'ladi va o'simlikning fiziologik jarayonlariga salbiy ta'sir ko'rsatmaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Reddy P. "Encapsulation technology in Agriculture", 2021.
2. Murashige T. "Synthetic seed technology", 1982.
3. Biotexnologiya va o'simliklar fiziologiyasi ilmiy jurnallari.

TRIBULUS TERRESTRIS VA GLYCYRRHIZA GLABRA O'SIMLIKLARIDAN OLINGAN EKSTRAKTLARNING FLAVONOID TARKIBINI ANIQLASH USULLARI

Xoldarov Ilyosbek Ibroximjon o'g'li

Tayanch doktorant, Farg'ona davlat universiteti

Abstract. This article provides a comparative analysis of methods for determining flavonoids in extracts of *Tribulus terrestris* L. and *Glycyrrhiza glabra* L., including high-performance liquid chromatography (HPLC), differential spectrophotometry, and HPLC-DAD-ESI-MS. The advantages, detection limits, and practical applicability of these methods are discussed.

Keywords: flavonoids; HPLC; spectrophotometry; *Tribulus terrestris*; *Glycyrrhiza glabra*.

Dorivor o'simliklarning sifat nazorati uchun biofaol moddalarni, xususan flavonoidlarni ishonchli va takrorlanadigan usullar bilan miqdoriy aniqlash zamonaviy farmakognostik tadqiqotlarning asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi. *Tribulus terrestris* ning bargi va yer ustki qismlarida kaempferol, rutin, quercetin va isorhamnetin singari flavonoidlar mavjud bo'lib, ularning miqdori o'simlikning o'sish mintaqasiga va yig'ish muddatiga qarab sezilarli darajada o'zgarishi ilmiy jihatdan tasdiqlangan [1:3]. *Glycyrrhiza glabra* ildizida esa liquiritin, liquiritigenin, glabridin va isoliquiritigenin kabi o'ziga xos flavonoid guruh moddalari aniqlangan, ular antioxidant va antikarsinogen ta'sir ko'rsatuvchi birikmalar sifatida ayniqsa qimmatlidir [2:2751].

Flavonoidlarni aniqlashning eng keng tarqalgan usullaridan biri — **alyuminiy xlorid bilan differensial spektrofotometriya** usuli. Sazonova va boshqalar (2022) *G. glabra* ning yer ustki

qismidagi flavonoidlar summasini aniqlashda 70% etanol ekstraktantdan foydalanib, alyuminiy xloridning 2.5% eritmasi bilan rangli kompleks hosil qilinganini va 408 nm to'liq uzunligida optik zichlik o'lchanganini ta'riflab, flavonoidlar miqdori $4.34 \pm 0.06\%$ ni tashkil etganini aniqlagan [3:1]. Bu usul nisbatan arzon, oddiy jihozlar talab etadi va mahalliy laboratoriyalarda keng qo'llanilishi mumkin; biroq alohida flavonoidlarni ajratib aniqlash imkonini bermaydi.

Ancha yuqori selektivlikka ega bo'lgan **teskari fazali HPLC-UV usuli** yordamida bir vaqtning o'zida bir necha flavonoidni miqdoriy aniqlash mumkin. Suresh Reddy va Sathyanarayana (2018) T. terrestris mevasida quercetin va rutinni HPLC usulida 360 nm to'liq uzunligida aniqlagan; harakatlanuvchi faza sifatida fosfat buferiga atsetonitrile qo'shilgan sistema qo'llanilgan [1:1363]. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, iyun oyida yig'ilgan namunalarda rutin va quercetin miqdori dekabr oyiga nisbatan sezilarli darajada yuqori bo'lgan — bu o'simlikning fermentatsiya va yig'ish muddatini standartlashtirish zarurligini ilmiy asoslaydi.

Eng zamonaviy va informatsiya jihatdan to'liq usul — **HPLC-DAD-ESI-MS²** — T. terrestris barglaridan olingan flavonoid fraktsiyada 14 ta komponentni bir vaqtda aniqlash va tuzilishini tasdiqlashga imkon bergan [1:3]. Bu usulda ekstraksiya jarayoni "javob yuzasi metodologiyasi" (response surface method) asosida optimallashtirilgan: 25.87% etanol, erituvchi/xomashyo nisbati 30:1 ml/g, ultratovush bilan 27.93 daqiqa ekstraksiya eng yuqori flavonoid hosildorligini — 0.27% — ta'minlagan [1:3]. G. glabra bo'yicha esa Liao va boshqalar (2015) HPLC-DAD usulida 13 ta flavonoid va glikorizin kislotasini bir vaqtda aniqlagan; bu metodning takroriylik xatosi 5% dan oshmagan [4:1].

1-jadval. Flavonoidlarni aniqlash usullarining qiyosiy tavsifi

Usul	Aniqlash chegarasi	Selektivlik	Qiymat	Asosiy afzalligi
Spektrofotometriya (AlCl ₃)	4–10 µg/mL	Past (summa)	Arzon	Oddiy uskunalar, tez natijalash
RP-HPLC-UV	0.5–2 µg/mL	O'rta (2–3 komponent)	O'rtacha	Rutinni boshqalardan ajratish
HPLC-DAD-ESI-MS ²	0.03–2.5 µg/mL	Yuqori (10–14 komponent)	Qimmat	Tuzilishni tasdiqlash mumkin

Ushbu tahlil shuni ko'rsatadiki, yangi fitopreparat yaratishga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqotlarda ekranlash bosqichida spektrofotometriya, miqdoriy standartlashtirish bosqichida esa HPLC-DAD-ESI-MS usulini qo'llash metodologik jihatdan maqsadga muvofiqdir.

T. terrestris va G. glabra ekstraktlarida flavonoidlarni aniqlash uchun hozirgi kunda uchta asosiy usul — spektrofotometriya, RP-HPLC-UV va HPLC-DAD-ESI-MS² — keng qo'llanilmoqda. Kelajakdagi tadqiqotlarda O'zbekiston mahalliy namunalari uchun ushbu usullarni validatsiya qilish, flavonoid profili va miqdorining ekologik omillarga bog'liqligini aniqlash hamda kombinatsion preparat standartlashtirish ko'rsatkichlarini ishlab chiqish ustuvor vazifa sifatida belgilanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- Xu, Y. J., Gao, S., Li, J., Jin, Y., Chen, G., Liu, M., & Zhao, L. (2019). Extraction technology, component analysis, antioxidant, antibacterial, analgesic and anti-inflammatory activities of flavonoids fraction from Tribulus terrestris L. leaves. *Heliyon*, 5(8), e02234.
- Wahab, S., Annadurai, S., Abullais, S. S., Das, G., Ahmad, W., Ahmad, M. F., Kandasamy, G., Vasudevan, R., Ali, M. S., & Amir, M. (2021). Glycyrrhiza glabra (Licorice): A comprehensive review on its phytochemistry, biological activities, clinical evidence and toxicology. *Plants*, 10(12), 2751.
- Sazonova, O. V., Abramova, E. S., Burdina, O. N., & Nasonova, S. N. (2022). Development and validation of method of quantitative determination of flavonoids from the above-ground part of Glycyrrhiza glabra L. *Bulletin of the Karaganda University. Chemistry Series*, 106(2), 1–8.

STUDY OF GOSSYPOL AND ITS PROPERTIES

N.I.Matrasulova^{1*}, Kh.O.Eshchanov¹, M.M. Baltaeva¹¹Urgench State University named after Abu Rayhan Biruni, Urgench Uzbekistan**E-mail:** matrasulova.nazokat@urdu.uz

Abstract: Gossypol is a polyphenolic aldehyde, a yellow pigment present in the cotton plant as small discrete structures, and is highly toxic. Gossypol in cottonseed is also present in cottonseed oil. Purification of cottonseed oil from gossypol improves the quality of the oil and reduces its toxicity.

Key words: Gossypol, yellow pigment, cottonseed oil, ultraviolet spectroscopy, silk fibroin

Gossypol, polyphenolic aldehyde, a yellow pigment present in the cotton plant (*Gossypium Species*) in the form of small discrete structures called pigment glands of size 50–400 microns, is a highly toxic substance. It is distributed in all parts of the cotton plant and works as a natural defence system for the cotton plant due to its toxicity. Cottonseed is found to contain the maximum gossypol, varying from traces to 6% depending upon the plant species, variety and environmental factors like climate, soil type and fertiliser. Gossypol is present in the free form while being in the gland, but as soon as these glands are ruptured, gossypol forms a complex with the proteinous part of the seed that results in a non-toxic bound gossypol. In spite of its toxicity, gossypol is a valuable substance and has gained importance due to its diversified uses. Starting from 1861, excellent use of gossypol and its brightly colored derivatives has been tried as fabric dyes. Subsequently, gossypol was reported to be one of the strongest antioxidants found in nature (*D. K. Saxena et al. 2012*).

In many regions, cottonseed oil is a major source of dietary lipids. The quality of this refined cottonseed oil is highly uncertain because crude cottonseed oil contains gossypol. The presence of gossypol in cottonseed is also a major economic problem, as it reduces the market value of cottonseed oil due to its dark colour. Several methods have been studied for the determination of gossypol. The spectrophotometric method involves the reaction of gossypol with aniline to form yellow dianiline-gossypol, and this method is a relatively inexpensive and rapid method for the determination of gossypol, but it lacks sensitivity and specificity. The selective reaction of ammonium molybdate with the o-diphenol group has been used to determine gossypol in cottonseed as gossypol dimolybdate. In the research, an improved spectrophotometric method has been developed for the quantitative and specific analysis of gossypol (*Tchatchuen et al., 2008*). The developed method is based on the simultaneous reaction of ammonium molybdate and aniline with gossypol to form a yellow complex of gossypol called dianilino-dimolybdate.

As polyphenols are aromatic substances, it is possible to determine their absorption at 280 nm by means of ultraviolet spectroscopy. According to the Bouguer–Lambert–Beer law, a substance's light absorption is proportional to its concentration in a given solvent; however, this is limited to a substance- and solvent-specific maximum concentration. In particular, phenolic compounds tend to form supramolecular structures at higher concentrations in aqueous solution, which limits the linear proportionality. With the expansion of the conjugated π -electron system, the maximum absorption shifts from 280 nm to higher wavelengths (bathochromic effect) (*Kaeswurm, et al., 2021*). Furthermore, the wavelength might shift when different solvents are used, due to pH-dependent equilibria.

Based on the above studies, we are investigating the gossypol content of cottonseed oil purified with powdered fibroin from silk waste. It was found that the fibroin-based sorbent improved the acid value, peroxide value and colour parameters of the oil (*Eshchanov et al., 2021*). By reducing the gossypol content, the quality of the oil is further improved, and its toxicity is reduced.

References:

1.Eshchanov K. O., Baltayeva M. M., Asarimsakov A. Purification of Cottonseed Oil Using A Sorbent Obtained from the Fibrous Waste of Natural Silk //Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – T. 25. – №. 1. – C. 692-698.

2.D. K. Saxena , S.K. Sharma, S.S. Sambi “Kinetics and thermodynamics of gossypol extraction from defatted cottonseed meal by ethanol” Polish Journal of Chemical Technology, Vol. 14, No. 2, 2012 (p 29 — 34)

3.Kaeswurm, J.A.H.; Scharinger, A.; Teipel, J.; Buchweitz, M. “ Absorption Coefficients of Phenolic Structures in Different Solvents Routinely Used for Experiments”. *Molecules* **2021**, 26, 4656.

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ MIRABILIS JALAPA-L

Саминов Хусниддин Нумонжон Угли

доцент кафедры химии Ферганского государственного университета

Ахмаджонова Гулнорахон Дилмуроджон Кизи

Abstract. This thesis examines the chemical composition of the four o'clock flower (*Mirabilis jalapa* L.) on the basis of a literature review. The general botanical description of the plant, its origin and distribution, biological features, and the principal biologically active substances – alkaloids, flavonoids, phenolic compounds, betalain pigments (betacyanins and betaxanthins), rotenoids and the ribosome-inactivating antiviral protein (MAP) – that accumulate in the roots, leaves, flowers and seeds are considered. The results of modern isolation and identification techniques (TLC, GC-MS, NMR) reported in the scientific literature are summarised. The analysis shows that the chemical composition differs considerably between plant organs, which is of practical importance for its use as a source of herbal preparations and natural dyes.

Keywords: *Mirabilis jalapa* L., betalains, betacyanin, rotenoids, antiviral protein, flavonoids, alkaloids, phytochemistry.

Mirabilis jalapa L. — многолетнее травянистое растение семейства Nyctaginaceae, которое в условиях холодного климата часто выращивается как однолетнее растение. Родиной растения считаются Южная и Центральная Америка (главным образом Мексика и Перу); вид был научно описан К. Линнеем в 1753 году и с XVI века распространился в Европе и тропических и умеренных регионах мира как декоративное растение [1]. В настоящее время растение широко культивируется также в условиях Узбекистана в садах и цветниках. Высота растения достигает 80–100 см, стебель утолщён в узлах, корень толстый, клубневидный. Цветки воронковидные, ароматные, белого, розового, жёлтого, красного или пёстрого цвета; днём они закрыты и раскрываются вечером (примерно в четыре часа), благодаря чему растение получило своё название. Плод представляет собой односемянный орешек (антокарп) [2].

В традиционной медицине корень и надземная часть *M. jalapa* применялись как слабительное, рвотное и мочегонное средство, а также для лечения диареи, дизентерии, воспалений, кожных заболеваний и болей [1, 2]. Фитохимический скрининг показал наличие в экстрактах листьев и стеблей растения алкалоидов, флавоноидов, фенольных соединений, дубильных веществ (танинов), сапонинов, терпенов, гликозидов, стероидов, белков и углеводов [1]. Состав различных органов отличается: в цветках преимущественно накапливаются пигменты и флавоноиды, в корнях — алкалоиды, ротеиноиды и углеводы, а в листьях — стероиды и липидные соединения [3].

Наиболее характерной химической особенностью растения являются пигменты беталаиновой природы. Как и у всех растений семейства Nyctaginaceae, у *M. jalapa* синтезируются не антоцианы, а азотсодержащие беталаиновые пигменты. Они подразделяются на две группы: красно-фиолетовые бетацианины (например, бетанин) и жёлто-оранжевые бетаксантины. Из цветков были выделены такие бетаксантины, как индиаксантин, вулгаксантин-I и мираксантин [3]. Бетацианины обладают высокой антиоксидантной активностью и ранее использовались как природные красители для окрашивания шерстяных и хлопчатобумажных тканей; получаемый цвет

варьирует от оливково-зелёного до коричневого оттенка в зависимости от используемого протравителя.

Корень растения является источником ряда сложных вторичных метаболитов. Из него были выделены ротеноиды мирабижалон А, В, С и D, а также бозравинон С и бозравинон F; данные соединения обладают ингибирующим действием в отношении обратной транскриптазы HIV-1 [3]. Китайские исследователи с помощью методов колонночной хроматографии выделили из корня одиннадцать соединений, включая флазин, β -ситостерол, даукостерол и ряд астрагалозидов, а их структура была установлена с использованием ЯМР и масс-спектрометрии (^1H -ЯМР, ^{13}C -ЯМР, MS) [4]. Кроме того, отмечено выделение из масла семян редкой жирной кислоты — 8-гидроксиоктадека-*cis*-11,14-диеновой кислоты.

Особое практическое значение имеет антивирусный белок, выделенный из корня *M. jalapa*, получивший название MAP (Mirabilis Antiviral Protein). Это одноцепочечный рибосомо-инактивирующий белок (RIP), активный против механически распространяющихся вирусов растений; последовательность ДНК белка была определена в 1991 году, после чего он был экспрессирован в *Escherichia coli* [5]. Данный белок является одним из важных факторов, определяющих биотехнологический и фармакологический потенциал растительного сырья. Среди флавоноидов в экстрактах листьев были обнаружены кверцетин и кемпферол, связанные с противовоспалительной и антирадикальной активностью.

Флавоноиды и другие фенольные соединения являются одной из важных групп веществ, обеспечивающих антиоксидантную и антимикробную активность растения. В экстрактах листьев и цветков были выявлены кверцетин, кемпферол и их гликозиды, а также ряд изофлавоноидов [1, 3]. Среди соединений, выделенных из корня, отмечены также производные флавоноидов, такие как 4'-гидрокси-2,3-дигидрофлаван-7-О- β -D-глюкопиранозид [4]. Группа алкалоидов, включая тригонеллин и соединения изохинолиновой структуры (1,2,3,4-тетрагидро-1-метилизохинолин-7,8-диол), участвует в фармакологической активности растения. Кроме того, наличие в составе *M. jalapa* сапонинов, дубильных веществ (гидролизуемых и конденсированных таннинов), стероидов (β -ситостерол, кампестерол, даукостерол) и терпеноидов подтверждено фитохимическим скринингом и анализами ГХ-МС [1, 2]. В семенах преобладают β -ситостерол, β -амирин и их гликозиды, что определяет состав липидной фракции растения [3]. Комплекс этих соединений позволяет на молекулярном уровне объяснить широкий спектр биологической активности растения.

Для определения химического состава в современных исследованиях широко применяются тонкослойная хроматография (ТСХ/TLC), газовая хроматография–масс-спектрометрия (ГХ-МС), колонночная хроматография (силикагель, Sephadex LH-20), а также УФ- и ЯМР-спектроскопия. Например, при анализе метанольного экстракта всего растения методом ГХ-МС было выявлено около двадцати биологически активных соединений [1]. Результаты фитохимического скрининга существенно зависят от полярности экстрагента: спиртовые, хлороформные и водные экстракты при анализе методом ТСХ дают различные профили (соответственно 9, 7 и 4 пятна) [2]. Эти данные служат основой для стандартизации сырья и контроля качества.

С фармакологической точки зрения исследования *in vitro* и *in vivo* показали, что экстракты *M. jalapa* обладают антимикробным, антивирусным, антиоксидантным, противовоспалительным, антидиабетическим и гепатопротекторным действием [3]. В частности, этанольный экстракт красноцветковой формы проявлял ингибирующее действие в отношении ряда патогенных микроорганизмов, включая *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* и *Salmonella typhi*; наибольшая активность была отмечена против *B. subtilis* (примерно 47%) [1]. По методу DPPH листья красноцветковой формы проявляли более выраженную антиоксидантную активность по сравнению с жёлтоцветковой формой, что объясняется различием в содержании пигментов и фенольных соединений.

Основные направления современных исследований связаны с целевым выделением индивидуальных соединений из различных органов растения, изучением беталаиновых пигментов как природных красителей для пищевой и текстильной промышленности, оценкой биотехнологического применения антивирусного белка (MAP), а также сравнением химического состава образцов, выращенных в местных климатических условиях. В заключение следует отметить, что *Mirabilis jalapa* L. благодаря своему богатому и своеобразному химическому составу — комплексу беталаинов, ротеноидов, алкалоидов, флавоноидов и антивирусного белка — является перспективным растительным источником для современной фармакогнозии, биотехнологии и химии природных красителей. Глубокое изучение фитохимического состава данного вида, широко культивируемого в Узбекистане, в местных условиях представляет собой актуальное и практически значимое научное направление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Al-Snafi A.E. Chemical constituents and pharmacological activities of *Mirabilis jalapa* – A review // International Journal of Biological and Pharmaceutical Sciences Archive. – 2021. – Vol. 1, № 1. – P. 76–87.
2. Hanani E., Prastiwi R., Karlina L. Indonesian *Mirabilis jalapa* Linn.: A Pharmacognostical and Preliminary Phytochemical Investigations // Pharmacognosy Journal. – 2017. – Vol. 9, № 5. – P. 683–688. – doi:10.5530/pj.2017.5.108.
3. Encarnación-Dimayuga R., et al. *Mirabilis jalapa* // Medicinal and Aromatic Plants of the World. Series: Medicinal and Aromatic Plants. – Dordrecht: Springer, 2014. – P. 419–427. – doi:10.1007/978-94-017-8748-2_35.
4. Wang Y.-F., Chen J.-J., Yang Y., et al. Studies on chemical constituents from roots of *Mirabilis jalapa* // China Journal of Chinese Materia Medica (Zhongguo Zhong Yao Za Zhi). – 2007. – Vol. 32, № 24. – P. 2629–2632.
5. Kataoka J., Habuka N., Furuno M., et al. DNA sequence of *Mirabilis* antiviral protein (MAP), a ribosome-inactivating protein with an antiviral property, from *Mirabilis jalapa* L. and its expression in *Escherichia coli* // The Journal of Biological Chemistry. – 1991. – Vol. 266, № 13. – P. 8426–8430.

GIDROKSIPROPILMETILSELLYULOZA / KUMUSH NANOZARRALARI ASOSIDAGI ANTIBAKTERIAL XOSSALI NANOTOLALI BIOMATERIALLAR

^{*1,2}Muminova X.I., ^{1,2}Yunusov X.E.

¹*O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, 700128, O'zbekiston R., Toshkent sh., A. Qodiriy k., 7 "b", E-mail: polymer@academy.uz.*

²*Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, 220100, O'zbekiston R., Urganch sh., H. Olimjon k., 14.*

**e-mail: kholida.muminova.92@mail.ru, tel. +998907264676*

Abstract: HPMC solutions were supplemented with AgNO₃ at various concentrations, and Ag⁺ ions were reduced using ascorbic acid. Nanofibrous coatings were prepared from the resulting HPMC/silver nanoparticles (Ag NP) solutions by electrospinning, and SEM analysis confirmed their morphology. The materials showed promise for antibacterial wound dressing applications.

Keywords: hydroxypropyl methylcellulose, silver nanoparticles, electrospinning, nanofibers, antibacterial biomaterial.

Bugungi kunda havo almashinuvini ta'minlovchi antibakterial xossalari kuygan yaralarni tez va samarali regeneratsiyalovchi nanotolali biomateriallarga bo'lgan talab ortib bormoqda. Nanotolalar olish uchun ayni polimerni tanlash kuyish yaralarini davolashda juda muhim ahamiyatga ega, chunki bu yara qoplamalarining mexanik, morfologik va terapevtik faolligiga ta'sir qiladi (Ashwini va boshq., 2023). Gidroksipropilmetilsellyuloza (GPMS) asosidagi nanotolalar arzonligi, biomuvofiqligi va kimyoviy barqarorligi sababli farmasevtika va tibbiyot sohalarida keng qo'llanilmoqda. Kumush nanozarralari (Ag NZ) tutgan biomateriallar yuqori antibakterial faollikni namoyon etadi (Filimon va boshq., 2023). Nanotolali noto'qima

biomateriallar ekstrasellyulyar matriksga yaqin morfologiyaga ega bo'lib, hujayra adgeziyasi, regeneratsiyasi va migratsiyasini faollashtiradi (Huang va boshq., 2003). Shu bois, GPMS tarkibida Ag NZ sintez qilish va ularni elektrospinning usuli orqali nanotolali biomateriallar olish hamda ularning fizik kimyoviy xossalarini tadqiq etish muhim va dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

Ushbu ishning maqsadi GPMS asosidagi polimer matritsada barqaror Ag NZ ni shakllantirish va ular asosida elektrospinning usuli yordamida nanotolali biomateriallar olishdir.

Mazkur ishda Ag NZ ni hosil qilish uchun GPMS ning suv - spirt eritmasi tayyorlandi. Tayyorlangan GPMS eritmasiga AgNO_3 tuzining konsentrlangan eritmasidan qo'shib aralashtirildi, so'ng askorbin kislotasi yordamida Ag^+ kationlari erkin kumush atomiga (Ag^0) kimyoviy qaytarildi va eritma shaffof rangdan to'q jigarrang rangga o'zgardi (Turaqulov va boshq., 2025).

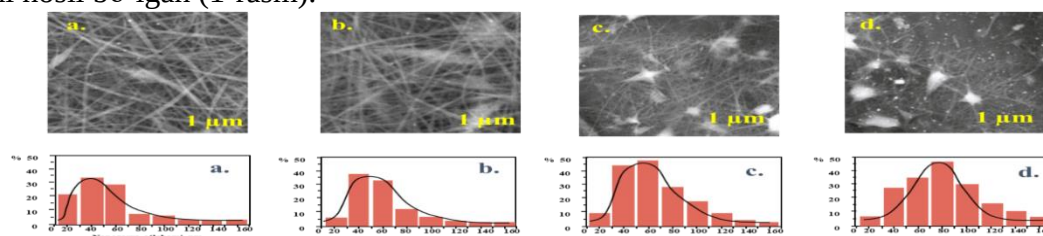
Tarkibida Ag NZ tutgan GPMS eritmasidan elektrospinning usuli orqali nanotolalar shakllantirildi. Jarayonda G21 turidagi igna qo'llanilib, 15 kV kuchlanish berildi. Igna va alyumin folga bilan qoplangan panel-kollektor o'rtasidagi masofa 15 sm qilib tanlandi. Hosil qilingan nanotola qatlamlari 5–10 nm qalinlikdagi uglerod qatlami bilan qoplandi va ularning morfologiyasi skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usulida o'rganildi (1-jadval).

Jadval 1.

GPMS eritmalarida AgNO_3 konsentratsiyasi ortishi bilan hosil bo'lgan Ag NZ ning o'lchami o'zgarishi.

	0.025 M	0.05 M	0.1 M	0.2 M
$\text{Cm} - \text{AgNO}_3$	(Ag NZ)	(Ag NZ)	(Ag NZ)	(Ag NZ)
Nanotola diametri, nm	255±35	235±45	240±50	265±40
Ag NZ diametri, nm	15-40	25-54	45-65	60-72

Turli shakl va o'lchamdagi Ag NZ tutgan GPMS nanotolalari SEM tadqiqotlaridan olingan natijalarda nanotolalarning o'rtacha diametri 235–255 nm oralig'ida bo'lib, Ag NZ ning o'lchami esa konsentratsiyaga bevosita bog'liq holda 15–72 nm diapazonda o'zgarishi aniqlandi. Shuningdek, Ag NZ miqdorining ortishi nanotolalar morfologiyasiga sezilarli ta'sir ko'rsatib, yuqori konsentratsiyalarda tolalar yuzasida aglomeratsiyalangan yirik zarrachalar hosil bo'lishi kuzatildi. **Konsentratsiyasi 0.025 M bo'lgan GPMS/Ag NZ** namunada Ag NZ diametri 15–40 nm ni tashkil etgan bo'lsa, konsentratsiya 0.05 va 0.1 M gacha oshirilganda bu ko'rsatkich 25–65 nm oralig'ida bo'lib, **Ag konsentratsiyasi oshishi bilan** zarralar agregatsiyasi kuchayadi. **Konsentratsiya 0.2 M bo'lgan namunalarda** esa 60–72 nm gacha bo'lgan agregatlangan zarralar to'plami hosil bo'lgan (1-rasm).



1-rasm. Turli konsentratsiyali kumush nanozarralari tutgan GPMS nanotolalarining SEM-morfologik tahlili.

- a.** Ag NZ tutgan GPMS, AgNO_3 konsentratsiyasi 0,025 M;
- b.** Ag NZ tutgan GPMS, AgNO_3 konsentratsiyasi 0,05 M;
- c.** Ag NZ tutgan GPMS, AgNO_3 konsentratsiyasi 0,1 M;
- d.** Ag NZ tutgan GPMS, AgNO_3 konsentratsiyasi 0,2 M.

Olingan natijalar GPMS/Ag NZ asosidagi nanotolali biomateriallar yuqori g'ovaklik, keng sirt maydoni va nazorat qilinuvchi nanozarrachalar taqsimoti tufayli morfologik jihatdan yara qoplamalari uchun istiqbolli biomaterial sifatida ko'rsatadi.

Mazkur ilmiy tadqiqot ishi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Innovatsion rivojlanish agentligi AL-9224093921 "Nanostrukturlangan biopolimerlar asosida oshqozon va o'nikki barmoqli ichak yaralarini jarrohlik amaliyotisiz davolovchi gemostatik va mukoadgeziv xossalari yangi original dori vositasini yaratish" (01.06.2025 y. - 31.05.2026 y.) mavzusidagi amaliy loyiha va O'zR Oliy ta'lim fan va innovatsiyalar huzuridagi Innovatsion rivojlanish agentligi tomonidan moliyalashtirilgan AK-2610-sonli "Akademik harakatchanlik" (05.01.2026 y-30.06.2026 y) dasturi doirasida bajarilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati.

1.Ashwini T., Prabhu A., Baliga V., Bhat SH., Thenkondar S.T., Nayak Y., Nayak Usha Y. Transforming wound management: nanomaterials and their clinical impact. *Pharmaceutics*, 2023, **15(5)**:1560,

2.Filimon A, Onofrei M. D, Bargan A, Stoica I, Dunca S. Bioactive Materials Based on Hydroxypropyl Methylcellulose and Silver Nanoparticles: Structural-Morphological Characterization and Antimicrobial Testing. *Polymers*, 2023; 15(7), 1625.

3.Huang Z.M., Zhang Y.Z., Kotaki M. Ramakrishna S. A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites. *Composites Science and Technology*. 2003; 63(15):2223-2253.

4.Turakulov F. M., Yunusov Kh. E. et.all Synthesis, Characterization, and Cytotoxic Activity of Stable Selenium Nanoparticles incorporated Carboxymethylcellulose Solution Polymers for advanced technologies 36(6) 2025

TRICHODERMA ASPERELLUM ZAMABURUG'IDAN 1-[3-GIDROKSI-5-(GIDROKSIMETIL) TETRAGIDROFURAN-2-IL] PIRIMIDIN-2,4-DION, (1R,4R,4AS,8AR)-4,7-DIMETIL-1-(PROP-1-EN-2-IL)-1,2,3,4,4A,5,6,8A-OKTAGIDRONAFTALIN, TRISIKLO [5.2.2.0(1,6)] UNDEKAN-3-OL,2-METILEN-6,8,8-TRIMETIL METABOLITLARINI AJRATISH

M.Z. Nomozova¹, L.S.Kamolov¹

Qarshi davlat universiteti, Qarshi shahri, O'zbekiston

Annotatsiya. Trichoderma turlari zamburug'larining hosil qiladigan metabolitlarini o'rganish bir qancha vaqtdan buyon rivojlangan soha hisoblanadi. Shu sababdan Trichoderma asperellum zamburug'i shtammidan ikkilamchi metabolitlarni ajratib olishni maqsad qilib belgilandi. Ushbu zamburug'ning optimal sharoitda o'sishi va eng yaxshi pH muhiti, ozuqa tarkibi o'rganildi, tanlangan optimal sharoitda qancha miqdor biomassa va metabolit sintez qilishi aniqlandi.

Kalit so'zlar: Trichoderma asperellum, fitopatogen, antifungal, ikkilamchi metabolit, shtamm.

Trichoderma turiga tegishli zamburug' shtamlari o'simliklarning o'sishini rag'batlantirish qobiliyatiga ega mikroorganizmlar guruhidir. Trichoderma boshqa molekulalar bilan birga membrana va hujayra devorini buzuvchi fermentlarni etkazib beradi va uy egasining gifalariga kirib, hujayra tarkibi bilan oziqlanadi. *Allium cepa* L. (piyoz) yuqori ozuqaviy qiymati va antioksidant faolligiga ega ekin hisoblanadi. Piyoz o'simliklarining o'sishi va antioksidant faolligi ularning ushbu Trichoderma avlodining zamburug'lari bilan o'zaro ta'siriga bog'liq bo'lishi mumkin. Bunda 6ta shakar, 16ta aminokislota, 9ta organik kislota, 5ta nukleozid, xolin, etanol va trigonellina mos keladigan YaMR spektrlarida 39 ta metabolit aniqlangan. Shu bilan birga, emlangan o'simliklarning piyoz piyozlarida fruktoza va sirka, molik va 2-gidroksizobutirik kislotalarning konsentratsiyasi, emlanmagan o'simliklarnikiga qaraganda kamroq bo'lgan. Fenolik birikmalarning tarkibi 2 baravar yuqori va antioksidant faolligi

emlangan o'simliklarda emlanmagan o'simliklarga qaraganda 15-70% yuqori bo'lgan, flavonoid tarkibida esa farq yo'q. *T. asperellum* fotosintetik faollikni va makronutrientlar va oqsil miqdorini oshirish orqali piyoz o'simliklarining o'sishiga yordam beradi hamda peroksidaza faolligi va fenolik birikmalarning tarkibi tufayli antioksidant faollikni oshiradi [Aida va boshq., 2023]. Bundan tashqari pomidorda *R. solanacearumga* qarshi *T. asperellum* tomonidan qo'zg'atilgan tizimli qarshilikning bionazorat qobiliyati va biokimyoviy tavsifi fenollarning to'planishi va fenilpropanoid metabolizmida ishtirok etadigan POX, PPO va PAL fermentlari va bionazorat agenti bilan davolashga javoban PR oqsilining (b-1,3-glyukanaza) induksiyasi kabi bir qator mudofaa reaksiyalarini qo'zg'atishda BCA kabidir [Konappa va boshq., 2020]. *Trichoderma* sp ning o'zaro ta'sirida profilli mVOCs. *S.rolfsii* va *Macrophomina phaseolina*, ya'ni, longifolan, karyofilin, 1-butanol 2-metil bilan mitseliya o'sishini, sklerotiya hosil bo'lishini kamaytiradi va o'simliklarning o'sishini rag'batlantiradi [Sridharan va boshq., 2020]. Bundan tashqari, 2-metil-1-geksadekanol n-Hexadecanoic kislotalar antioksidant tabiatli organik yog' kislota metabolitlar, hamda Feniletil spirti deb ataladigan uchuvchan birikma, ushbu zamburug'larining antagonistlik xususiyatini kuchaytiradi, 2,4-Ditertbutilfenol sitotoksiklik esa insektisid, nematisid xususiyatli yaxshi faolliklarga, mikroblarga nisbatan antagonistik tabiatli modda hisoblanadi, Etilpentadesilester ftal kislotasi faol fermentativ va biofaol modda ekanligi bilan ma'lumdir [Nomozova va boshq., 2024].

Trichoderma asperellum zamburug'i shtammining eng optimal maltoza va saxorozali manbaga boy bo'lgan Mandels ozuqa muhitda 14 kun davomida 24-26°C haroratda pH muhiti 5-7 bo'lgan sharoitda o'stirilganda eng yuqori miqdorda 4.5 gr miqdorda biomassa olindi hamda bu kalonkali xromatografiya usulida turli erituvchilar sistemasida yuvilganda geksan, xloroform: metanol sistemalarida quyidagi 1-[3-gidroksi-5-(gidroksimetil) tetragidrofuran-2-il] pirimidin-2,4-dion (1.61 mg), (1r,4r,4as,8ar)-4,7-dimetil-1-(prop-1-en-2-il)-1,2,3,4,4a,5,6,8a-oktagidronaftalin (1.75 mg), trisiklo [5.2.2.0(1,6)] undekan-3-ol,2-metilen-6,8,8-trimetil (1.58 mg) ikkilamchi metabolitlar ajratib olindi (1-jadval).

1-jadval

Trichoderma asperellum shtammidan olingan ikkilamchi metabolitlar

Identifitsiya qilingan azotli birikmalar va terpenoidlar	Brutto Formulasi
1-[3-Gidroksi-5-(gidroksimetil) tetragidrofuran-2-il] pirimidin-2,4-dion	C ₉ H ₁₂ N ₂ O ₆
(1R,4R,4aS,8aR)-4,7-dimetil-1-(prop-1-en-2-il)-1,2,3,4,4a,5,6,8a-oktagidronaftalin (II)	C ₁₅ H ₂₄
Trisiklo[5.2.2.0(1,6)]undekan-3-ol,2-metilen-6,8,8-trimetil (III)	C ₁₅ H ₂₄ O

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1.Aida Araceli Rodríguez-Hernández, Maricela Herrera-Alvarez, Diego Helman Zapata-Sarmiento, Elvia Becerra-Martínez, Mario Rodríguez-Monroy & Gabriela Sepúlveda-Jiménez. (2023). *Trichoderma asperellum* promotes the development and antioxidant activity of white onion (*Allium cepa* L.) plants. Horticulture, Environment, and Biotechnology. Volume 64, pages 25–39.

2.Nomozova M.Z., Chorieva K.Yu., H.X. Karimov, L.S.Kamolov. (2024). *Trichoderma asperellum* zamburug'ining ikkilamchi metabolitlari. QarDU xabarlari, (1), pp 106-112.

3.Konappa, N., Krishnamurthy, S., Siddaiah, C.N. et al. (2018). Evaluation of biological efficacy of *Trichoderma asperellum* against tomato bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*. Egyptian Journal of Biological Pest Control 28, 63.

4.Sridharan A.P., Sugitha Thankappan, Karthikeyan G., Sivakumar Uthandi. (2020). **Comprehensive profiling of the VOCs of *Trichoderma longibrachiatum* EF5 while interacting with *Sclerotium rolfsii* and *Macrophomina phaseolina*.** Microbiological Research,

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ *PAEONIA OFFICINALIS* L.

Саминов Хуснидин Нумонжон Угли

доцент кафедры химии Ферганского государственного университета

Баходиров Бобурмирзо Зухриддин Угли

магистрант Ферганского государственного университета

Abstract. This thesis examines the chemical composition of the common peony (*Paeonia officinalis* L.) on the basis of a literature review. The general botanical description of the plant, its distribution and biological features, and the principal biologically active substances – monoterpene glycosides (paeoniflorin, albiflorin), phenolic compounds (paeonol), tannins, flavonoids and stilbenoids – that accumulate in the roots, flowers and aerial parts are considered. Special attention is paid to paeoniflorin, with its “cage-like” pinane skeleton characteristic of the genus *Paeonia*, and to its pharmacological significance. The results of modern instrumental analytical techniques (HPLC, LC-MS, NMR) reported in the scientific literature are summarised. The analysis shows that the chemical composition varies considerably depending on the plant organ and the population, which is of importance for the manufacture of standardised herbal preparations.

Keywords: *Paeonia officinalis* L., common peony, paeoniflorin, albiflorin, monoterpene glycosides, paeonol, tannins, flavonoids, phytochemistry.

Пион лекарственный (*Paeonia officinalis* L.) является многолетним травянистым растением семейства Раеониасеае и относится к порядку Saxifragales. Семейство Раеониасеае включает единственный род Раеониа, объединяющий около 33 видов, распространённых в умеренных регионах Европы, Азии и западной части Северной Америки [1]. *P. officinalis* является естественным растением южной Европы, преимущественно горных районов (Испания, северная Португалия, юг Франции, Италия и Балканы), а также интродуцирован как декоративное растение в Центральную и Западную Европу и Северную Америку [2]. Высота растения достигает 60–70 см, листья разделены на 9 сегментов, цветки чашевидные, тёмно-розового или тёмно-красного цвета, диаметром 10–13 см, распускаются поздней весной (в мае); растение имеет толстое мясистое корневище [2].

Вид получил своё научное название (*officinalis* — «лекарственный») благодаря использованию в качестве лекарственного растения с древних времён. В традиционной медицине Европы, Индии и Китая применялся высушенный и измельчённый корень пиона; корень пиона более двух тысяч лет считается лекарственным сырьём [3]. Фитохимический скрининг показал наличие в корне *P. officinalis* алкалоидов, таннинов, сапонинов, гликозидов, углеводов, флавоноидов, терпенов, стероидов и белков [3]. Следует отметить, что лекарственная ценность растений рода Раеониа во многом определяется их специфическими вторичными метаболитами — монотерпеновыми гликозидами.

На сегодняшний день из растений рода Раеониа выделено более 450 соединений, в основном представленных монотерпеновыми гликозидами, флавоноидами, таннинами, стильбеноидами, тритерпеноидами, стероидами и фенолами [1]. Среди них монотерпеновые гликозиды считаются основными и наиболее характерными соединениями рода. Эти соединения обладают характерным для Раеониа «клеточным» (cage-like) pinane-скелетом, наиболее важным представителем которого является пеонифлорин (paeoniflorin). Пеонифлорин представляет собой монотерпеноидный гликозид с высокой и разнообразной фармакологической активностью и одновременно является основным объектом фармакологических исследований рода [1]. Наряду с ним выявлены также альбифлорин, оксипеонифлорин, бензоилпеонифлорин и галлоилпеонифлорин.

Пеонифлорин и альбифлорин в основном накапливаются в пробковом и корковом слоях корня растения; исследования показывают, что корни большего диаметра считаются более качественными для лекарственных целей [2]. Вместе с тем пеонифлорин обнаруживается не только в корнях, но и во всех органах растения — цветках, стеблях,

листьях, плодах и семенах, то есть является характерным компонентом семейства *Raeoniaceae*, не зависящим от типа ткани [3]. Однако его содержание значительно различается между видами, популяциями и органами. Среди фенольных соединений особое значение имеют пеонол (*raeopol*) и его производные, а также производные галловой кислоты и метилгаллат.

Флавоноиды, танины и стильбеноиды образуют важную группу соединений, обеспечивающих антиоксидантную активность растения. В листьях и стеблях видов *Raeonia* выявлены флавоноиды, такие как лютеолин и его гликозиды, гидролизуемые танины (в том числе пента-О-галлоил-β-D-глюкоза), а также стильбеноиды, включая ресвератрол и его олигомеры (*trans*-ресвератрол, *trans*-ε-виниферин) [4]. Окраска цветков связана с антоцианами, благодаря которым возникают тёмно-красные и розовые оттенки. В летучей фракции семян обнаружены монотерпеновые соединения, такие как нопинон, миртаналь и цис-миртанол; ранее эти соединения в основном регистрировались в корнях и цветках пиона.

Для определения химического состава в современных исследованиях широко применяются высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), её сочетание с масс-спектрометрией, газовая хроматография–масс-спектрометрия (ГХ-МС), а также УФ- и ЯМР-спектроскопия (^1H , ^{13}C). С помощью этих методов возможно одновременно идентифицировать более 20–30 метаболитов в одном образце — монотерпеновые гликозиды, фенолы, танины и флавоноиды [4]. Исследования показывают наличие значительных различий в составе корней и количестве метаболитов у популяций различного происхождения, что требует разработки количественных методов на основе ВЭЖХ для стандартизации сырья и контроля качества.

Особого внимания заслуживает тот факт, что фитохимическому анализу были подвергнуты также представители флоры и культивируемые образцы Узбекистана. В исследовании, проведённом с участием учёных Ботанического института Ташкента, из метанольного экстракта корня *Raeonia hybrida* методами колонночной хроматографии были выделены пять новых монотерпеновых гликозидов, в том числе соединение с гибридной структурой пеонифлорина и пеоновикинозида, гликозиды, биогенетически связанные с лактифлорином и арбифлорином, а также четырнадцать известных соединений; их структура была установлена с помощью ЯМР и масс-спектрометрии [5]. Этот результат подтверждает, что представители рода *Raeonia* флоры региона являются богатым источником монотерпеновых гликозидов, а местные фитохимические исследования являются перспективным научным направлением.

С фармакологической точки зрения показано, что экстракты *Raeonia* и отдельные соединения (общие гликозиды пиона, пеонол, пеонифлорин) обладают антиоксидантным, противовоспалительным, противоопухолевым, гепатопротекторным, кардиопротекторным и нейропротекторным действием в исследованиях *in vitro* и *in vivo* [1]. Некоторые активные соединения и экстракты прошли клинические испытания или применяются в качестве лекарственных средств.

В традиционной медицине растения рода *Raeonia* использовались как кровоостанавливающее средство, для устранения застоя крови, при лечении дисменореи, аменореи, эпилепсии, спазмов и гастрита; в качестве лекарственного сырья чаще всего применялись корень и кора корня растения [1]. Современные фармакологические исследования частично подтверждают некоторые из этих традиционных применений, в частности противовоспалительное и нейропротекторное действие. Основным ограничением пеонифлорина является его низкая мембранная проницаемость и разрушение в желудочно-кишечном тракте, что снижает его всасывание и биодоступность; поэтому в последние годы большое внимание уделяется разработке природных и синтетических производных пеонифлорина с повышенной биодоступностью. Такой подход служит

научной основой для создания эффективных и стандартизированных фитопрепаратов на основе местного сырья.

Основные направления современных исследований включают целевое выделение индивидуальных монотерпеновых гликозидов, повышение биодоступности пеонифлорина, изучение изменчивости состава в зависимости от органа и популяции с помощью методов метаболомики, а также сравнительный анализ состава образцов, выращенных в местных условиях. В заключение можно отметить, что *Paeonia officinalis* L. благодаря богатому комплексу монотерпеновых гликозидов и фенольных соединений является перспективным растительным источником для современной фармакогнозии. Глубокое изучение химического состава образцов пиона, выращиваемых в Узбекистане как декоративное и лекарственное растение, в условиях местного климата представляет собой актуальное и практически значимое научное направление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wang X., et al. Genus *Paeonia*: A comprehensive review on traditional uses, phytochemistry, pharmacological activities, clinical application, and toxicology // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2020. – Vol. 269. – 113708. – doi:10.1016/j.jep.2020.113708.
2. Mehta M., et al. *Paeonia officinalis*: pharmacognostic and phytochemical evaluation of roots // *Pharmaceutical and Biomedical Research*. – 2017. – Vol. 3, № 1. – P. 8–15.
3. Yu R., et al. Paeoniflorin in *Paeoniaceae*: Distribution, influencing factors, and biosynthesis // *Frontiers in Plant Science*. – 2022. – Vol. 13. – 980854. – doi:10.3389/fpls.2022.980854.
4. Aljaiyash A.A., et al. Phytochemical Study on Seeds of *Paeonia clusii* subsp. *rhodia* – Antioxidant and Anti-Tyrosinase Properties // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2023. – Vol. 24, № 5. – 4935. – doi:10.3390/ijms24054935.
5. Okasaka M., Kashiwada Y., Kodzhimatov O.K., Ashurmetov O., Takaishi Y. Monoterpene glycosides from *Paeonia hybrida* // *Phytochemistry*. – 2008. – Vol. 69, № 8. – P. 1767–1772. – doi:10.1016/j.phytochem.2008.02.016.

SULFANILAMIDNING METILOLLI HOSILALARINI O'RGANISHDA KVANT – KIMYOVIY USULLAR.

Bahrom G`afurovich Ramazonov

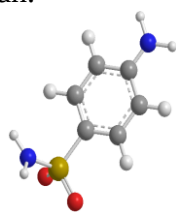
Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O'zbekiston,

Qalandarova Zamira Davronovna

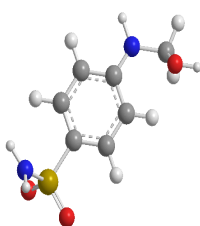
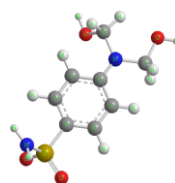
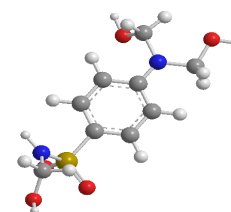
Buxoro davlat tibbiyot instituti akademik litsey biologiya fani o'qituvchisi

Molekulalarning fizik-kimyoviy xossalari va ularning reaksiyaga kirishish qobiliyati molekulalarning elektron strukturasi, elektron bulutlar zichligi va ularning molekulada qay tarzda taqsimlanishiga bog'liq bo'ladi. Demak, moddalarning sintezini amalga oshirishdan oldin maqsadli molekulalarning tuzilishini va strukturasi kelib chiqib kvant - kimyoviy usullar bilan strukturaviy jihatdan optimal geometrik shakllarini baholash, oraliq va o'tish holatining barqarorligini hisoblash imkoniyati mavjud. Bugungi kunda kvant kimyoviy hisoblash usullari katta suratlar bilan rivojlanib borayotganligi reaksiya uchun olingan va reaksiya natijasida hosil bo'lgan molekulalarning geometriyasi, shu bilan birga oraliq holatlarning barqarorligini nazariy jihatdan hisoblash imkonini kengaytirib beradi. Kompyuter dasturiy ta'minotining rivojlanishi bugungi kunda tuzilishi murakkab bo'lgan organik birikmalarning muhim xossalari, ular ishtirokida boradigan jarayonlarning mexanizmi va reaksiyalarning borish qonuniyatlari borasida muhim ma'lumot olish imkonini beradi. Bundan tashqari kvant – kimyoviy usul yordamida o'rganilayotgan modda molekulasida elektron zichlik, umumiy zaryad zichligi, elektrostatik potensialning tarqalishi va ular asosida reaksiya faol markazlar borasida aniq tasavvurga ega bo'lish imkoniga ega bo'lishimiz mumkin (1-Jumayev J.H. va b.2020y.).

Har qanday kimyoviy reaksiyada molekulaning u yoki bu darajada faol bo'lishi uning tuzilisi va molekulaning energiyasiga bevosita bog'liq bo'ladi. Demak molekulaning bu boradagi parametrlari, amalga oshirish zarur bo'lgan sintezni rejalashtirish kabilarda kvant- kimyoviy usullardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. **Sulfanilamidning metilol hosilalari - CH_2OH (metilol) guruhini o'z ichiga olgan birikmalar bo'lib, odatda sulfanilamidni formaldegid bilan reaksiyaga kiritish natijasida olinadi** (2- Бабкин В. А. и др. 2016г., 3- Попл Д. А., 2002г.). **Molekuladagi ushbu o'zgartirishning oqibatida sulfanilamidning aktiv markazlari, ya'ni funksional guruhlar bilan qanday o'zgarishlar sodir bo'lishini GaussView dasturi yordamida kvant-kimyoviy hisoblashlar asosida o'rganildi.** Bunda molekulalarning fazoda mumkin bo'lgan ehtimoliy qulay shakli, atomlarning bir-biriga nisbatan joylashuvi, zaryadlari va elektron zichliklari aniqlandi. 1-Rasmda sulfanilamid va formaldegid, shu bilan birga ularning o'zaro turli miqdor nisbatlarda o'zaro ta'sirlashuvi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlarning – 3D tuzilishlari keltirilgan.



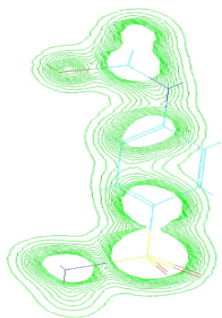
sulfanilamid

Monometilol
sulfanilamidDimetilol
sulfanilamid

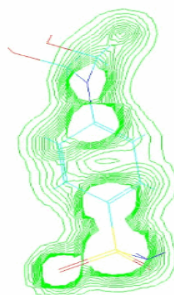
Trimetilol sulfanilamid

1- Rasm. Sulfanilamid, formaldegid va ular asosida sintez qilingan molekulalarning 3D tuzilishlari

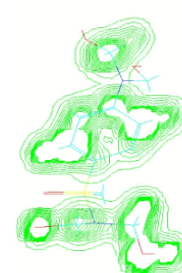
Bundan tashqari kvant – kimyoviy usul yordamida o'rganilayotgan modda molekulasida elektron zichlik, umumiy zaryad zichligi, elektrostatik potensialning tarqalishi va ular asosida reaksiya faol markazlar borasida aniq tasavvurga ega bo'lish imkoniga ega bo'lishimiz mumkin. Har qanday kimyoviy reaksiyada molekulaning u yoki bu darajada faol bo'lishi uning tuzilisi va molekulaning energiyasiga bevosita bog'liq bo'ladi. Demak molekulaning bu boradagi parametrlari, amalga oshirish zarur bo'lgan sintezni rejalashtirish kabilarda kvant- kimyoviy usullardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Yuqoridagilarni inobatga olib tadqiqot ishida qo'llanilgan va sintez qilingan moddalarning kvant – kimyoviy parametrlari o'rganildi. Olingan natijalar 2A, 2B va 2C-Rasmlarda keltirildi.



A



B



C

2A– Rasm. Monometilol sulfanilamid molekulasida elektrostatik potensial taqsimlanishi

2B – Rasm. Dimetilol sulfanilamid molekulasida elektrostatik potensial taqsimlanishi

2C– Rasm. Trimetilol sulfanilamid molekulasida elektrostatik potensial taqsimlanishi

Sintez uchun olingan boshlang'ich va sintez jarayonida hosil bo'lgan moddalarning kvant-kimyoviy parametrlari

Birikmalar	Umumiy energiyasi kkal/mol	Entropiyasi kkal/mol	RMS gradient, kkal/mol	Issiqlik sig'imi, kkal/mol	Dipol momenti (D)
Monometilol sulfanilamid	1.86281	0	0.08182	0	5.556
Dimetilol sulfanilamid	37.1516	0	0.09729	0	0
Trimetilol sulfanilamid	43.6958	0	0.1469	0	0
Tetrametilol sulfanilamid	43.6958	0.0123032	0.1469	0.0059616	0

Sulfanilamid va uning metilolli hosilalarining kvant – kimyoviy hisoblashlari o'rganildi. Molekulalarning umumiy zaryad zichligi, elektrostatik potensial taqsimlanishi, dipol momenti kabilar ulardagi reaksion markazni reaksiyadan oldin aniqlash imkonini beradi. Kvant – kimyoviy tahlil asosida qo'lga kiritilgan natijalar ham umumiy qonuniyatlarni tasdiqlaganligini ko'rishimiz mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Жумаев Ж. Х., Шарипова Н. У., Рамазанов Б. Г. Электронная структура и квантово-химические расчёты ненасыщенных производных морфолина //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 7 (73). – С. 60-63.
- 2, Бабкин В. А. и др. Квантово-химический дизайн изомеров пентена //Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19. – №. 3. – С. 22-23.
- 3, Попл Д. А. Квантово-химические модели //Успехи физических наук. – 2002. – Т. 172. – №. 3. – С. 349.4.

MOCHEVINA-FORMALDEGID OLIGAMERLARI ASOSIDA INTERPOLIMER KOMPLEKSLARNING ISSIQLIKKA CHIDAMLILIK VA TERMIK BARQARORLIGI VA BIOLOGIK INTERNETLIGINI O'RGANISH

Ro'ziyeva Shahnoza Umidjonovna, Yodgorov Baxtiyor

Chirchiq Davlat pedagogika universiteti

Abstrac: This study investigates interpolymer complexes based on urea-formaldehyde oligomers in terms of heat resistance, thermal stability, and biological inertness. The structural features of polymer systems and their stability under high-temperature conditions were analyzed. In addition, the behavior of the materials in biological environments and their safety characteristics were evaluated. The obtained results demonstrate the potential of these complexes as heat-resistant and biologically stable materials.

Keywords: urea-formaldehyde, interpolymer complex, thermal stability, heat resistance, biological inertness, polymer systems, structure, thermal degradation

So'nggi yillarda polimer materiallar kimyosi va texnologiyasi jadal rivojlanib, turli funksional xossalarga ega yangi materiallarni yaratish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Ayniqsa, mochevina-formaldegid smolalari asosidagi oligomer tizimlari o'zining arzonligi, texnologik qulayligi hamda yuqori reaktivligi bilan sanoat va ilmiy tadqiqotlarda muhim o'rin egallaydi.

Mochevina-formaldegid oligomerlari asosida hosil qilingan interpolimer komplekslar murakkab makromolekulyar tuzilishga ega bo'lib, ular fizik-kimyoviy xossalari bilan an'anaviy polimerlardan sezilarli darajada farq qiladi. Ushbu komplekslar issiqlikka chidamlilik, termik barqarorlik hamda tashqi muhit ta'siriga nisbatan mustahkamlik kabi muhim ekspluatatsion xususiyatlarga ega bo'lishi bilan ajralib turadi. Shuningdek, zamonaviy materialshunoslikda biologik inertlikka ega polimerlarni yaratish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Chunki bunday materiallar tibbiyot, biotexnologiya va ekologik xavfsiz texnologiyalarda keng qo'llanilishi mumkin. Polimer materiallar zamonaviy kimyo va materialshunoslikning eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ular orasida mochevina-formaldegid smolalari asosida hosil qilingan oligomer tizimlari o'zining yuqori reaktivligi, arzon xomashyo asosida olinishi va texnologik jihatdan qulayligi bilan alohida ahamiyatga ega. Ushbu oligomerlar formaldegid va mochevina o'rtasidagi polikondensatsiya reaksiyasi natijasida hosil bo'lib, turli strukturaviy tarmoqlangan polimer tizimlarini shakllantiradi [1]. Mochevina-formaldegid oligomerlari asosida interpolimer komplekslar hosil qilish orqali materiallarning fizik-kimyoviy xossalarini sezilarli darajada yaxshilash mumkin. Interpolimer komplekslar ikki yoki undan ortiq polimer zanjirlarining molekulalararo o'zaro ta'siri (vodorod bog'lari, ionik yoki donor-akseptor o'zaro ta'sirlar) natijasida shakllanadi. Issiqlikka chidamlilik polimer materiallarning yuqori harorat sharoitida o'z strukturasi saqlab qolish xususiyatini ifodalaydi [2]. Termik barqarorlik materialning harorat o'zgarishlariga nisbatan strukturaviy yaxlitligini saqlab qolish qobiliyatini bildiradi. Interpolimer komplekslarda donor-akseptor o'zaro ta'sirlar va vodorod bog'lari polimer zanjirlarini mustahkamlashtiradi. Bu esa ularning termik degradatsiya jarayonini sekinlashtiradi va yuqori ekspluatatsion haroratlarda ham materialning shaklini saqlab qolishiga yordam beradi. Biologik inertlik materialning tirik organizmlar bilan kimyoviy yoki biologik reaksiyalarga kirishmaslik xususiyatidir. Mochevina-formaldegid asosidagi interpolimer komplekslar ko'pincha biologik muhitda nisbatan barqaror bo'lib, mikroorganizmlar tomonidan oson parchalanmaydi. Ushbu materiallarning xossalari ularning molekulyar tuzilishi bilan bevosita bog'liqdir [3]. Polikondensatsiya darajasi, tarmoqlanish darajasi va molekulalararo bog'lanishlar zichligi oshgan sari issiqlikka chidamlilik va termik barqarorlik ham ortadi. Interpolimer kompleks hosil bo'lishi esa zanjirlar orasidagi o'zaro ta'sirni kuchaytirib, materialning umumiy mustahkamligini oshiradi. Umuman olganda, mochevina-formaldegid oligomerlari asosida hosil qilingan interpolimer komplekslar yuqori issiqlikka chidamlilik, yaxshi termik barqarorlik va nisbatan yuqori biologik inertlikka ega bo'lgan istiqbolli polimer materiallar hisoblanadi. Ularni chuqur o'rganish yangi avlod funksional materiallarni ishlab chiqishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi [4]. Zamonaviy kimyo va materialshunoslik sohalarida polimer asosidagi kompozitsion materiallarni yaratish va ularning xossalarini takomillashtirish dolzarb ilmiy muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, arzon, keng tarqalgan va texnologik jihatdan qulay xomashyolar asosida olinadigan sintetik qatronlar sanoatning turli tarmoqlarida katta amaliy ahamiyatga ega. Ushbu jihatdan mochevina-formaldegid (MF) qatronlari o'zining iqtisodiy samaradorligi va yuqori bog'lovchi xossalari bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, so'nggi yillarda ushbu qatronlar asosida ekologik xavfsiz va funksional xossalarga ega kompozitsion materiallar olishga bo'lgan ehtiyoj ortib bormoqda. Xulosa qilib aytish joizki, mochevina-formaldegid oligomerlari asosida hosil qilingan interpolimer komplekslar yuqori issiqlikka chidamlilik, yetarlicha termik barqarorlik va biologik inertlikka ega bo'lgan istiqbolli polimer materiallar hisoblanadi. Ularning bunday xususiyatlari polimer zanjirlarining tarmoqlangan tuzilishi hamda molekulalararo kuchli o'zaro ta'sirlar bilan bog'liq bo'lib, bu materiallarning yuqori harorat va agressiv muhitlarda ham o'z xossalarini saqlab qolishiga imkon beradi. Shuningdek, ushbu komplekslarning biologik muhitda barqarorligi ularni tibbiyot, biotexnologiya, qoplama materiallari va sanoatning turli yo'nalishlarida qo'llash uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, bunday polimer tizimlarni yanada chuqur o'rganish va ularning tarkibini

modifikatsiya qilish orqali yanada yuqori ekspluatatsion xossalarga ega yangi materiallar yaratish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Karimov A. A. Polimer kimyosi asoslari. – Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2015.
2. Rahimov S. R. Yuqori molekulyar birikmalar kimyosi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2012.
3. To'rayev M. T. Polimer materiallar texnologiyasi. – Toshkent: O'qituvchi, 2018.

**IKKI BOSQICHLI AMINLASH ORQALI P-NITROANILIN OLISHNING
TAKOMILLASHTIRILGAN USULI**

To'rayev X¹. X, Karimov M.U², Saidnazarov T.R¹

¹Termiz davlat universiteti, Termiz, O'zbekiston.

**²Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent, O'zbekiston
e-mail: tohirsaidnazarov@gmail.com**

Annotatsiya: This study sheds light on a two-step amination method for the production of p-nitroaniline from p-nitrochlorobenzene. It has been found that conventional one-step methods require high temperatures and a long time, which leads to a decrease in product quality (browning of the ball). To overcome this problem, the process is carried out in two steps according to the method presented in the literature. This technological step-by-step reaction simplifies the process and allows obtaining a high-quality product without additional purification steps.

Keywords: P-nitrochlorobenzene, High purity, Two-step amination, Organic synthesis, P-nitroaniline.

P-nitroanilin (p-nitroanilin) asosiy organik kimyoviy xomashyolardan biri bo'lib, asosan pestitsidlar, bo'yoqlar, va ayniqsa, texnologik sintetik aramid tolalari sintezida ko'p miqdorda qo'llaniladi. Ayni vaqtda sanoatda p-nitroanilin ishlab chiqarishda asosan p-nitroxlörbenzolni aminlash usulidan foydalaniladi. Biroq, an'anaviy bir bosqichli usullarda xomashyoni to'liq reaksiyaga kiritish uchun ko'p vaqt va yuqori harorat talab qilinadi, bu esa jarayonda ammoniy xlorid yig'ilishiga, va mahsulot sifatining pasayishiga sabab bo'ladi. Shuningdek, sifatini oshirish uchun ishlatiladigan muqobil usullar ya'ni katta miqdorda erituvchilarni yoki katalizatorlarni talab qiladi.

Ushbu tadqiqot p-nitroxlörbenzol reaksiya unumini oshirish va olinadigan mahsulot sifatini yaxshilash maqsadida ishlab chiqilgan "ikki bosqichli aminlash" usulini ko'rsatib beradi. Jarayon asosan ikki bosqichlardan iborat: Birinchi aminlash bosqichi: Yuqori bosimli reaktorga p-nitroxlörbenzol va 30%–45% konsentratsiyali ammiak eritmasi solinadi. Ammiak va p-nitroxlörbenzolning molyar nisbati 6.0–10.0:1 ni tashkil etadi. Aralashma 170°C–185°C haroratda va 3.0MPa–6.5MPa bosim ostida 6–10 soat davomida reaksiyaga kirishadi. Bu bosqichda p-nitroxlörbenzolning 85.0%–99.5% reaksiyaga kirishadi. Tozalash bosqichida: Reaksiya tugagach, muhit sovitilib, bosim tushadi. Ajratib olingan oraliq mahsulot tarkibidagi ammoniy xloridan tozalash uchun issiq suv bilan yuviladi va reaktorga qayta solinadi. Ikkinchi aminlash bosqichi: Reaktorga 30%–45% li ammiak eritmasi qo'shiladi. Ammiak va p-nitroxlörbenzolning molyar nisbati 6.0–10.0:1 ni tashkil etadi. Aralashma 170°C–185°C haroratda va 3.0MPa–6.5MPa bosim ostida 6–10 soat yuqori reaksiyaga kiritiladi. Bu bosqichda p-nitroxlörbenzolning konversiya darajasi 85.0%–99.5% ga yetadi. Reaksiya tugagach, tizim sovitilib, yuk tushiriladi va ammiak qayta tiklanadi. Ajratib olingan oraliq mahsulot (filtr keki) tarkibidagi ammoniy xloridni yo'qotish uchun suv bilan yuviladi va reaktorga qayta solinadi. Ikkinchi aminlash bosqichi: Reaktorga qayta 30%–45% li ammiak suvi (molyar nisbat 2.0–6.0:1) qo'shiladi. Jarayon 170°C–185°C haroratda va 2.0MPa–4.0MPa bosimda 2–8 soat davomida olib boriladi. Yakunlash:

Ikkinchi aminlashdan so'ng, reaktor sovitilib, mahsulot ajratiladi, yuviladi, filtrlanadi va tozalanadi,

Taklif qilingan ikki bosqichli aminlash texnik xizmatni kafolatlaydi: Yuqori konversiya va tozalik: P-nitroxlorbenzol to'liq reaksiyaga kirishadi va olingan p-nitroanilin mahsulotining tozaligi 99,90% dan yuqori bo'ladi. Yuqori sifatli mahsulot: Tizimda ammoniy xloridning uzoq to'planishining oldi olingan vaqt tufayli, yuqori haroratda zararli aralashmalar miqdori keskin qaynatiladi ($\leq 0,03\%$). mahsulotning o'ziga xos ko'rinishi yaxshilanib, sariq-jigarrang kristall holatiga. Iqtisodiy samaradorlik: oddiy bo'lib, yakuniy tozalash uchun qo'shimcha qismlarni eritish bilan yuvish yoki qayta ishlash talab qilish jarayoni, bu esa ishlab chiqarish jarayonini sifatli ishlab chiqarish..

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Петов Н.А. Полимерные отходы: оценка образования и пути переработки // Твердые бытовые отходы. 2008. № 8 (26). С. 46-49. 2. Лихачева Н.А., Лунева Н.А., Рыжикова И.А. Разработка технологии получения диоктилтерефталатового пластификатора на основе отходов нефтехимии // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2016: матер. междунар. науч.-методич. конф. Уфа: УГНТУ, 2016. С. 153-156.
3. R.K. Soni, S. Soama, K. Dutt, Studies on biodegradability of copolymers of lactic acid, terephthalic acid and ethylene glycol, Polym. Degrad. Stab. 94 (3) (2009) 432–437.
4. F. Perguini, M.L. Mastellone, U. Arena, Progress in rubber, Plastics Recycl. Technol. 20 (1) (2004) 69–84.

N-(1H-BENIMIDAZOL-2-IL) BUTIRAMID VA N-(1H-BENIMIDAZOL-2-IL) IZOBUTIRAMID OLI SH JARAYONI

T.M. Mo'minova, Sh.X. Kubayev, D.X. Arabov, X.A.Nishonova, S.S. Saidov, A.Sh.Abdurazakov.

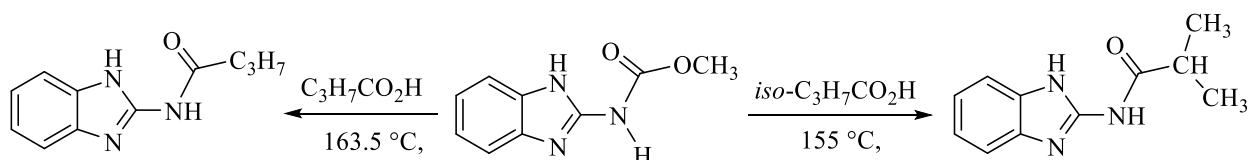
Acad.S. Yunusov Institute of the Chemistry of Plant Substance, Academy of Science of the Republic of Uzbekistan, 100170, Tashkent, Mirzo-Ulugbek str. 77

e-mail: Tohiramuzaqqizi@gmail.com

Abstract: In this study, new derivatives of 2-aminobenzimidazole were synthesized via chemical modification of 2-methoxycarbonylaminobenzimidazole. Specifically, *N*-(1*H*-benzimidazol-2-yl) butyramide and *N*-(1*H*-benzimidazol-2-yl) isobutyramide were successfully obtained. The structures of the synthesized derivatives were confirmed by standard physicochemical methods and spectral analyses.

Keywords: 2-metoxycarbonylaminobenzimidazole, butanoic acid, isobutanoic acid, standard physicochemical methods.

Bugungi kunda benzimidazol halqasini o'z ichiga olgan birikmalar biologik faollikning keng doirasi bilan ajralib turadi. Tarkibida benzimidazol saqlagan birikmalar karbon kislotalar bilan ta'sirlashishi natijasida turli xil biologik faollikka ega bo'lgan amido, nitro, amino kabi birikmalarni sintez qilishga imkon yaratadi. Natijada antivirus, yallig'lanish va saratonga qarshi xususiyatlarga ega bo'lgan preparatlar olinadi. Shuning uchun *N*-(1*H*-benimidazol-2-il) butiramid va *N*-(1*H*-benimidazol-2-il) izobutiramid sintez qilindi va o'rganildi. Ushbu birikmani olish uchun 2-metoksikarbonilaminobenzimidazol butan kislotasi va izobutan kislotasi bilan analogik usulda reaksiyaga kiritildi. Kislotalar bu jarayonda bir vaqtning o'zida ham erituvchi, ham reagent sifatida xizmat qildi va natijada 2-aminobenzimidazolni butan va izobutan kislota bilan birikmalari tegishlicha 68% , 50,2 % unum bilan olindi (Нурлыев va Атаева, 2024).



Dastlab, 10 g (0,05 mol) 2-metoksikarbonilaminobenzimidazolga 35 ml butan kislotasi ($\rho = 0.957 \text{ g/sm}^3$) 88% li butan kislotasi qo'shildi va aralashma moy hammomida, $163,5^\circ\text{C}$ da 4 soat davomida qaynatildi. Reaksiyon aralashmadan 5 ml butan kislotasi haydab oloindi. So'ngra 1 soat yana qaynatildi. Reaksiyon muhit xona haroratida 10 soat davomida qoldirildi. Shundan keyin reaksiyon aralashma filtrlandi, quritib olindi. Suyuqlanish harorati o'lchandi, $T_s -260-252^\circ\text{C}$. Yupqa qatlamli suyuqlik xromatografiyasi qo'yildi, reaksiya natijasida tegishli modda sintezi tasdiqlandi, $R_f -0,86$.

Ushbu usulda, teng miqdorlarda izobutan kislotasi bilan ham reaksiya o'tkazildi. Olingan birikmaning suyuqlanish harorati o'lchandi, $T_s -176-178^\circ\text{C}$. Yupqa qatlamli suyuqlik xromatografiyasi qo'yildi, reaksiya natijasida tegishli modda sintezi tasdiqlandi, $R_f -0,87$.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1.Нурлыев Б., Атаева Дж. Синтез биологически активных соединений на основе карбоновых кислот. Международный научный журнал «ВСЕМИРНЫЙ УЧЕНЫЙ» 2024. Выпуск № 16, Том 1, 165.

TO'YINMAGAN ALDEGIDLAR ASOSIDA ATSETILEN SPIRTLARI VA SIANETILEFIRLARI SINTEZI

M.K.Sodikov, G.F.Ibragimova, K.I.Ibragimova

Qarshi davlat texnika universiteti, Qashqadaryo viloyati, O'zbekiston.

E-mail: comansur@gmail.com. тел:(91) 961 66 46

Abstract: The reaction of acetylene and crotonaldehyde, acetylene alcohols obtained from acetone, with acrylonitrile with the formation of β -cyanoethyl ether was studied. The influence of the molar ratio of the starting material, reaction duration, and the nature of the catalyst on the product yield was studied.

Keywords: acetylene, acetylene alcohol, ether, Grignard reagent, acrylonitrile.

Hozirgi kunda atsetilen spirtlarning to'yinmagan efirlari polimerlar kimyosi, organik sintez va boshqa ko'pgina sohalarida ishlatish mumkin bo'lgan qimmatli mahsulot hisoblanadi. Ilmiy tadqiqot ob'ekti hisoblangan bir necha funktsional guruhga ega bunday birikmalarning olinishi va qo'llanilish sohalarini o'rganish ilm-fan, shuningdek sanoat uchun ham muhim ahamiyatga egadir. Shuning uchun bu sohada ko'plab izlanishlar olib borilmoqda (Завгородний В.С.ва Ключинский С.А. 2003).

Grin'yar reaksiyasi asosida $\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr}$ TGF muhitida karbonil birikmalariga ta'sir ettirilib atsetilen spirtlari olingan.

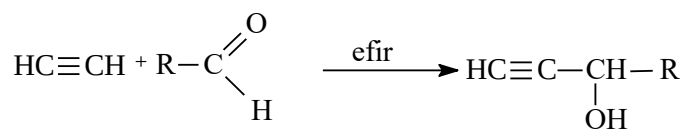
Atsetilen spirtlari erituvchi sifatida, tibbiyot preparatlari, choklovchi agentlar, kompleks hosil qiluvchi monomerlar va boshqa maqsadlarda ishlatiladi (McKinley J. va boshqalar 2007).

Bu turkum birikmalarini sintez qilishning asosan ikki xil usuli bor: Favorskiy va Grin'yar-Iotsich (Ziyadullaev O.E. va Ikramov A.I. 2016).

Atsetilen spirtlarini atsetilenga mos ravishdagi al'degidlarni ta'sir ettirib ham olish mumkin. Bu turkum sintezlar uchun Grin'yar-Iotsich usuli amaliy jihatdan qulay hisoblanadi.

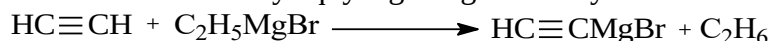
Bu ishda boshlang'ich modda akril aldegid va kroton al'degididan foydalanildi, u "Navoiyazot" AJda atsetilindan sirka aldegidi olish jarayonidagi chiqindi hisoblanadi.

Bu al'degidlarning atsetilen bilan reaksiyaga kirish natijasida atsetilen spirtlari hosil bo'ldi. Reaksiya tenglamasi quyidagicha:

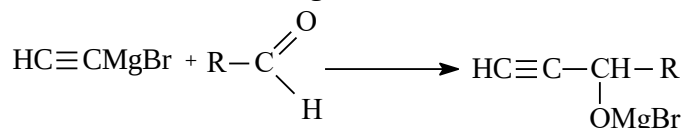


Bu erda: R = -CH=CH₂, -CH=CH-CH₃.

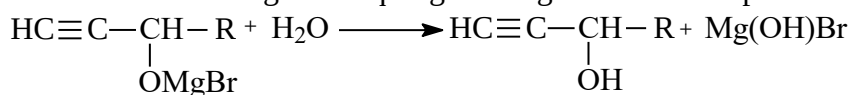
Iotsich kompleksi hosil bo'lishi atsetilendagi faol vodorod hisobiga boradi. Bunda atsetilen etilmagniybromid (Grin'yar reaktivi)ning efirdagi eritmasiga tomizilib, atsetilenning magniy bromidli hosilasi tayyorlab olinadi. Reaksiya quyidagi tenglama bo'yicha boradi.



Hosil bo'lgan Iotsich reaktivi kroton al'degidi bilan ta'sirlashadi.



Olingan modda muzli suv bilan gidroliz qilinganda tegishli atsetilen spirtlari hosil bo'ladi.



Mahsulot unumi al'degidning tuzilishi va molekulyar massasiga bog'liq. Agar quyi molekulyar al'degidlar ishlatilsa reaksiya tezligi yuqori va olinadigan spirtlar unumi baland bo'ladi. Olingan geksen-4-in-1-ol-3 ning unumi 71% ni tashkil etadi.

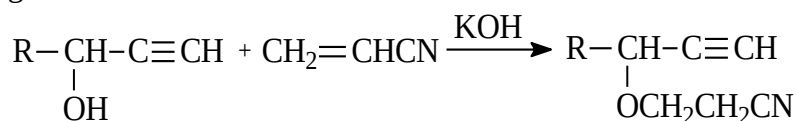
Shuningdek, yuqoridagi usulda dimetilketondan uchlamchi atsetilen spirti 3-metilbutin-1-ol-3 70,2 % unum bilan sintez qilindi.

Sintez qilingan 3-metilbutin-1-ol-3 ning tuzilishi va tarkibi IQ- spektroskopiya usullar yordamida aniqlandi. Unda 2900-3100 sm⁻¹ sohada OH guruhiga xos, 2700-2850 sm⁻¹ sohada CH₃ alifatik guruhlariga xos, 2300 sm⁻¹ da atsetilen bog'iga xos va 1497 sm⁻¹ sohada CH guruhining deformatsion tebranishlari o'ziga xos yutilish chiziqlari namayon bo'ldi.

Shuningdek, geksen-4-in-1-ol-3 ning ¹H YMR natijalari quyidagicha: (CDCl₃): δ 1.14-1.23 (m, =CH-CH₃), 3.3-3.4 (m, >CH-OH), 3.7 (d, 1H, OH), 5.91-6.27 (d, J=5.8 Hz, =CH-(=CH-CH₃)).

Sintez qilib olingan atsetilen spirtlarning oddiy va murakkab efirlarini olish maqsadida ularni akrilonitril bilan reaksiyalari amalga oshirildi. Birinchi navbatda atsetilen spirtlari efirlarini adabiyotda ma'lum bo'lgan usullardan foydalanib akrilonitril bilan ta'sirlashtirib ularning β-sianetilefirlari sintez qilindi.

Sintez qilingan atsetilen spirtlarining arilonitril bilan ta'sirlashishi natijasida ularning β-sianetilefirlari quyidagi sxema asosida hosil bo'ladi:



Yuqoridagi reaksiyalar natijasida olingan atsetilen spirtlarining efirlari (β-sianetil efirlari) hosil bo'lish unumi 78-81% ni tashkil etadi.

Sintez qilingan atsetilen spirtlarining oddiy efirlari tuzilishi va tarkibi IQ- va ¹H YAMR spektroskopiya usullar yordamida aniqlandi. Jumladan, geksen-4-in-1-ol-3 β-sianetil efiri ¹H YAMR spektri natijalari quyidagicha: (CDCl₃): 2.25 (d, 1H, OH), 1.35 (d, J=7.0 Hz, 3H, CH₃OH).

Sintez qilingan atsetilen spirtlari efirlarining tuzilishi zamonaviy fizik-tadqiqot usullaridan IQ-, ¹H YAMR spektr tahlillari yordamida isbotlangan va ba'zi-bir fizik doimiyliklari aniqlangan.

Atsetilen, akril va kroton al'degidi asosida olingan atsetilen spirtlarini akrilonitril bilan β-sianetilefiri hosil bo'lish reaksiyalari o'rganildi. Mahsulot unumiga boshlang'ich moddalar mol miqdori nisbatlari, reaksiya davomiyligi va katalizator tabiati ta'siri tadqiq qilindi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Завгородний В.С., Ключинский С.А. Исследование взаимодействия 4-(N,N-диметиламинофенил)-магнийбромида с 4-бромбензоилтриолом в присутствии тетракис(трифенилфосфин)-палладия. //Журнал органической химии, 2003. №2. -С.242-
2. Зиядуллаев О.Э., Икрамов А.И. Научные основы синтеза ароматических ацетиленовых спиртов по методу Фаворского и Гриньяра-Йоичи//Научный журнал Мир нефтепродуктов, 2016. №5. – С. 23-25.
3. McKinley J., Aponick A., Raber J., Frints C., Montgomery D., Wigal C. Reaction of organometallics such as alkylolithiums or Grignard reagents //Journal organic chemistry, 2007. № 6. -P. 6166-6168.

SECONDARY METABOLITES OF *FERULA SUMBUL*

D.B.Barakaeva¹, L.Yu.Zhamolova, G.Y.Norqulova
Tashkent state agrarian university, Uzbekiston
dildora.barakayeva@tdau.uz,

Abstract. This article presents information on the secondary metabolites of the medicinal plant *Ferula sumbul* and its significance in traditional medicine and modern healthcare. In addition, the use of physicochemical research methods in studying the chemical composition of the plant is highlighted.

Keywords: *Ferula sumbul*, secondary metabolites, coumarins, ferulic acid, sesquiterpenes

Ferula sumbul occupies a special place in pharmaceuticals and traditional medicine due to its rich chemical composition and biologically active compounds. The secondary metabolites accumulated in its roots provide the plant with its characteristic aroma and medicinal properties. The main secondary metabolites found in *Ferula sumbul* include coumarins and their derivatives, such as umbelliferone, which increases the skin's resistance to ultraviolet radiation and possesses antiseptic properties. Scopoletin, another important compound, exhibits antihypertensive and anti-inflammatory effects. Sesquiterpene coumarins are distinguished by their sedative and antispasmodic properties. The plant also contains terpenoids and essential oils, which are present in the roots in concentrations ranging from 0.5% to 1.5%. Among the monoterpenes, limonene and pinene are responsible for the plant's sharp characteristic odor. Sesquiterpenes, mainly ferulol and its derivatives, demonstrate strong antimicrobial activity. Among the phenolic compounds found in *Ferula sumbul*, ferulic acid is a potent antioxidant that protects cells from free radical damage and slows down the aging process. Flavonoids strengthen blood vessel walls and enhance the overall immune system.

The roots of *Ferula sumbul* contain approximately 10–15% resins. These resins accumulate complex esters of coumarins and terpenes, which primarily protect the plant from external pests. In medicine, these compounds are used as expectorants. Due to this complex of secondary metabolites, *Ferula sumbul* exhibits sedative properties, adaptogenic effects that enhance the body's resistance to stress, and antispasmodic activity that relieves smooth muscle spasms and improves digestion. Therefore, it is widely used in both traditional and modern medicine.

Studies conducted by D.N. Jamalova and F. Mustafina demonstrated that plants cultivated under low concentrations of hormones are characterized by higher levels of flavonoids, particularly kaempferol and *p*-coumaric acid, compared to plants grown without phytohormones. In vitro tissue culture serves as a promising alternative to traditional methods of obtaining plant raw materials, ensuring stable biomass and secondary metabolite production without harming natural populations. *Ferula sumbul* callus cultures are distinguished by high concentrations of biologically active compounds, including kaempferol, quercetin, *p*-coumaric acid, and cinnamic acid, making them a valuable source of pharmacologically important substances.

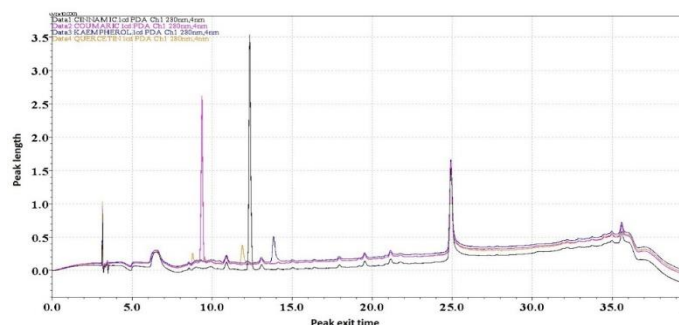


Figure1 . Polyphenols identified in *Ferula sumbul*

Within the framework of our scientific research, monoterpenes such as limonene and pinene were identified in extracts obtained from different solvents of *Ferula sumbul* using the gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) method

Reference

1. Akramov, D. K., Botirov, E. K., & Eshbakova, K. A. (2020). Secondary metabolites of plants of the genus *Ferula*. *Chemistry of Natural Compounds*, 56(3), 387–401.
2. Irgasheva, M. S., & Saidov, N. S. (2021). Chemical composition of *Ferula sumbul* roots and analysis of coumarins. *Journal of Chemistry of Uzbekistan*, 4(2), 45–52.
3. Jamalova, D. N. K., & Mustafina, F. U. (2022). Seed dormancy of species of the genus *Ferula* L. and methods for overcoming it. *Universum: Chemistry and Biology*, 6-1(96), 60–62.
4. Kushkeev, R. K., & Morales, G. (2019). Comparative analysis of sesquiterpene coumarins in Central Asian *Ferula* species. *Journal of Phytochemistry and Plant Biology*, 12(1), 18–25.

OQQAYIN O'SIMLIGI TARKIBIDAN BIOLOGIK FAOL MODDALARNI AJRATIB OLISH

H.T.To'rayeva¹, D.Ch.Turayeva², J.D.Turankulova², U.O.Rahimov²

¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Abstract. This graduation thesis investigates the process of extracting biologically active compounds from the plant raw material of silver birch (*Betula pendula*). During the research, the preparation of plant materials, the extraction process, and the physicochemical properties of the obtained extracts were studied.

Keywords: silver birch, *Betula pendula*, medicinal plants, biologically active compounds, extraction, flavonoids, phenolic compounds, triterpenoids, betulin, spectrophotometric analysis.

Kirish. Hozirgi kunda dorivor o'simliklar tarkibidagi biologik faol moddalarni aniqlash va ularni ajratib olish farmatsevtika hamda biotexnologiya sohalarining dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. O'simlik manbalaridan olinadigan tabiiy birikmalar inson salomatligini saqlash, kasalliklarning oldini olish va davolashda muhim ahamiyat kasb etadi. *Betula pendula* (oqqayin) o'simligi xalq tabobatida keng qo'llanilib kelinadi. Uning bargi, po'stlog'i va kurtaklari tarkibida flavonoidlar, triterpenoidlar, saponinlar, fenolik birikmalar hamda efir moylari mavjudligi aniqlangan. Ayniqsa betulin va betulin kislotasi kabi moddalar farmakologik jihatdan istiqbolli hisoblanadi. Laboratoriya sharoitida ekstraksiya usuli yordamida oqqayin o'simligidan ekstrakt olinib, uning tarkibidagi biologik faol moddalarning sifat va miqdoriy ko'rsatkichlari analitik usullar yordamida tahlil qilindi. Kimyoviy sifat reaksiyalari natijasida ekstrakt tarkibida flavonoidlar, fenolik birikmalar, saponinlar va triterpenoidlar mavjudligi aniqlangan. Shuningdek, ekstrakt tarkibidagi biologik faol moddalarning miqdoriy tarkibi spektrofotometrik usul yordamida aniqlanib, olingan natijalar matematik va statistik usullar yordamida tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari oqqayin o'simligi biologik faol moddalarga boy dorivor o'simlik ekanligini ko'rsatdi. Olingan natijalar dorivor

o'simliklardan biologik faol moddalarni ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish hamda farmatsevtika sanoatida tabiiy xomashyo sifatida foydalanish imkoniyatlarini kengaytirishda muhim ilmiy ahamiyatga ega.

Asosiy qism. Oqqayin daraxti po'stlog'ining tashqi qavati (beresta) tarkibida triterpenoidlar turkumiga kiruvchi betulinn moddasi miqdori 10 % dan 40 % gacha yetishi bilan boshqa o'simliklardan ajralib turadi. Betulin o'zining viruslarga qarshi, antioksidant va yallig'lanishga qarshi xususiyatlari tufayli farmatsevtika sanoatida yuqori qiymatga ega.

Metodologiya va Ekstraksiya jarayoni: Tadqiqot davomida betulinni ajratib olish uchun eng samarali va ekologik xavfsiz erituvchilardan biri — 96 % li etil spirti (etanol) tanlab olindi. Jarayon quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

Xomashyoni tayyorlash. Oqqayin po'stlog'ining ustki oq qavati quritilib, 1-3 mm gacha bo'lgan o'lchamda maydalandi. Bu erituvchining o'simlik to'qimalariga diffuziyalanishini tezlashtiradi.

Ekstraksiya sharoiti. Maydalangan xomashyo va 96 % li etanol 1:10 nisbatda (xomashyo:erituvchi) aralashtirildi. Ekstraksiya jarayoni qaytar muzlatgich bilan jihozlangan kolbada, erituvchining qaynash haroratida (78°C) 3-4 soat davomida olib borildi.

Ajratib olish. Olingan ekstrakt issiq holatda filtrlandi. Eritma sovutilganda betulinning past eruvchanligi hisobiga oq rangli kristallar cho'kmaga tusha boshlaydi.

Natijalar tahlili: 96 % li etanoldan foydalanish betulinn bilan birga boshqa yo'ldosh moddalarning (smolalar, polifenollar) minimal darajada ajralishini ta'minlaydi.

- Etanol konsentratsiyasining yuqoriligi (96%) betulinning maksimal darajada erishiga va yakuniy mahsulotning tozalik darajasi yuqori bo'lishiga xizmat qiladi.

- Olingan xom-betulin qayta kristallash usuli bilan tozalandi va uning unumi xomashyoga nisbatan 18-22 % ni tashkil etdi.

Adabiyotlar ma'lumotlarida betulinni ajratib olishning turli usullari bayon etilgan. Qayin po'stlog'idan betulin ekstraksiya qilishda ekstraktning unumi dastlabki xomashyoning o'lchamiga bog'liq. Agar o'lchami 0.15–1.5 mm bo'lsa, ekstraksiya ekstraktning turiga bog'liq bo'lmaydi. O'lchami 0.8–4.0 mm bo'lganda ekstraksiya unumi va samarasi ekstraksiya qiluvchi agent turiga bog'liq. Qayin po'stlog'ining ishqoriy muhitda suv bug'i bilan aktivlanishi ekstraksiya vaqtini kamaytirish va ekstraksiya unumdorligini oshirishga imkon beradi. Betulinni turli xil organik erituvchilar, xususan etanol, benzol, dietil efir, dixlormetan va aseton bilan ekstraksiya qilish bo'yicha juda ko'p tadqiqot ishlari amalga oshirilgan. Dixlormetan, metanol yoki butanol-2, propanol-2 ning azeotroplari yoki etanol kabi erituvchilar betulin va boshqa triterpenoidlarni tashqi po'stloqdan suv bilan ajratib olishda juda samaralidir. Ekstraksiya jarayonlari dixlormetan, metanol, izopropanol – suv azeotrop aralashmasida, etanolda, butanol-2 – suv azeotrop aralashmasida, asetonida olib borilganda natijalar qo'yidagi tartibda kuzatilgan: dixlormetan < izopropanol < butanol-2 = atseton < metanol < etanol.

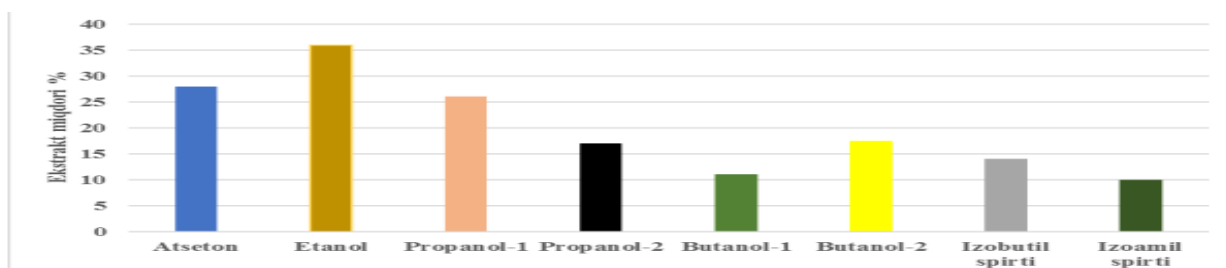
Dastlab adabiyot ma'lumotlaridan kelib chiqqan holda, betulinni ajratib olish usullari o'rganildi. Ma'lumotlardan ko'rinadiki betulin ajratib olishda turli xil qutbli va qutbsiz organik erituvchilar va ularning aralashmalaridan foydalanilgan. Shularni inobatga olgan holda, ekstraksiya unumi va ekstrakt tarkibini aniqlash uchun turli erituvchilar bilan po'stloq ekstraksiya qilindi. Tajriba uchun respublikamizning Zomin tumanida o'sadigan oq qayin daraxti po'stlog'idan foydalanildi. Dastlab turli erituvchilardan foydalangan holda ekstraksiya unumi aniqlandi.

(1-jadval).

Erituvchi	Vaqt(soat)	Olingan po'stloq miqdori	Ajratib olingan modda miqdori	
			gr	%
aseton	3	10	2,8	28
etanol	3	10	3,6	36
Propanol-1	3	10	2,6	26

Propanol-2	3	10	1,7	17
Butanol-1	3	10	1,1	11
Izobutil spirt	3	10	1,4	14
Izoamil spirti	3	10	1,0	10

Olib borilgan tajribalar asosida erituvchi sifatida etanoldan foydalanilganda betulin ajratib olish unumi yuqori bo'lishi aniqlandi. Olingan natijalarni quyidagicha diagramma ko'rinishida tasvirlash mumkin:



1-rasm. Turli erituvchilar yordamida ekstraksiya natijalari

Xulosa. O'tkazilgan tahlillar natijasida *etanol* betulin ekstraksiyasi uchun eng xavfsiz, selektiv va samarali erituvchi ekanligi isbotlandi. Sokslet apparati yordamida oqqayin po'stlog'idan betulinni maksimal darajada ajratib olishning texnik shartlari belgilab olindi. Olingan betulin kelajakda mahalliy farmatsevtika sanoatida gepatoprotektor va antivirus xususiyatga ega dori vositalari uchun asosiy xomashyo bo'lib xizmat qiladi. Mebel sanoati chiqindisi hisoblangan berestani (oqqayin po'stlog'ini) chuqur qayta ishlash orqali "chiqindisiz texnologiya" tamoyili amalga oshirildi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Холматов Х.Х., Ахмедов У.А. Фармакогнозия: доривор ўсимликлар. – Тошкент: Абу Али ибн Сино, 2012. – 312 б.
2. Муродов Т.М., Тўхтаев Б.Ю. Фармакогнозия асослари. – Тошкент: Тафаккур, 2016. – 256 б.
3. Набиев М.Н. Ботаника. – Тошкент: Ўқитувчи, 2010. – 384 б.
4. Абдуллаев Н.К. Ўсимликлар кимёси. – Тошкент: Фан, 2015. – 280 б.
5. Юсупов А. Доривор ўсимликлар. – Тошкент, 2014. – 220 б.

ORGANIK KIMYO FANINI O'QITISHDA KOMPYUTER DASTURLARIDAN FOYDALANIB O'QUVCHILAR KOMPETENSIYASINI OSHIRISH

Toshboltayev Arabboy Sirojiddin o'g'li

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo yo'nalishi 1-kurs magistranti
arabboytoshboltayev@gmail.com

Abstract. This article analyzes the theoretical and practical foundations of the use of computer programs in teaching organic chemistry. During the study, the possibilities of developing students' knowledge, independent thinking skills, and professional competencies using digital technologies were studied. The effectiveness of teaching complex topics of organic chemistry through visual modeling, virtual laboratories, and interactive programs was scientifically substantiated. The formation of students' cognitive, information-communicative, research, and creative competencies as a result of using computer programs was also analyzed. Based on the results of the study, it was determined that the introduction of modern information technologies into the educational process significantly improves the quality of mastering organic chemistry.

Keywords: organic chemistry, computer programs, digital technologies, competence, cognitive competence, virtual laboratory, molecular modeling, interactive education, innovative methods, effectiveness of chemistry education.

Zamonaviy ta'lim tizimida raqamli texnologiyalarni joriy etish jarayoni jadallashib borayotgan bir paytda, kimyo fanini, xususan organik kimyoni o'qitishda kompyuter dasturlaridan

foydalanish dolzarb pedagogik muammolardan biriga aylandi. Organik kimyo murakkab tuzilishli molekulalar, reaksiyalar mexanizmlari va fazoviy modellashtirishni talab qiladigan fan bo'lib, an'anaviy metodlar orqali uni to'liq tushuntirish ko'pincha qiyinchilik tug'diradi. Shu sababli kompyuter texnologiyalaridan foydalanish o'quvchilarning nafaqat bilimini, balki kompetensiyalarini ham shakllantirishda muhim vosita sifatida namoyon bo'ladi.

Mavzuning dolzarbligi va o'rganilganlik darajasi. O'zbekiston va xorijiy olimlar tomonidan ta'lim jarayonini axborotlashtirish masalalari keng o'rganilgan. Jumladan, A.A. Abduqodirov, A. Abduvoxidov, P. Boqiyev va U.Yu. Yo'ldoshevlar tadqiqotlarida kompyuter texnologiyalaridan foydalanish ta'lim samaradorligini oshirishi, bilimlarni chuqur o'zlashtirishga xizmat qilishi ta'kidlangan [1]. Shuningdek, organik kimyo kursining alohida bo'limlarini (masalan, aldehid va ketonlar) kompyuter dasturlari yordamida o'qitish o'quvchilarning faolligini oshirishi va bilim samaradorligini sezilarli darajada yaxshilashi eksperimental jihatdan asoslangan.

Jahon miqyosida esa kimyoda kompyuter modellashtirish, molekulyar dizayn va sun'iy intellekt asosida o'qitish usullari rivojlanib, bu yo'nalish o'quvchilarning analitik va tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirishda muhim omil sifatida qaralmoqda [2].

Organik kimyo ta'limida kompyuter dasturlarining o'rni. Organik kimyoni o'qitishda kompyuter dasturlari quyidagi didaktik imkoniyatlarni yaratadi:

- molekulalarning 3D modellarini vizual ko'rsatish;
- reaksiyalar mexanizmini animatsiya orqali tushuntirish;
- virtual laboratoriya tajribalarini bajarish;
- mustaqil ta'limni tashkil etish.

Kompyuter modellashtirish orqali o'quvchilar murakkab organik birikmalarning tuzilishini nafaqat ko'rish, balki ularni o'zgartirish, bog'lanishlarni tahlil qilish imkoniga ega bo'ladi. Bu esa abstrakt tushunchalarni konkretlashtiradi. Tadqiqotlarga ko'ra, kimyo fanida kompyuter vositalaridan foydalanish o'quv jarayonini intensivlashtiradi va bilimlarni o'zlashtirish darajasini oshiradi [1]. Ayniqsa, molekulyar dizayn va kompyuter simulyatsiyasi o'quvchilarning ilmiy tafakkurini rivojlantirishda muhim rol o'ynaydi [2].

O'quvchilar kompetensiyasini shakllantirishdagi ahamiyati. Kompyuter dasturlari orqali organik kimyoni o'qitish quyidagi kompetensiyalarni rivojlantiradi:

1. Kognitiv kompetensiya. O'quvchilar murakkab reaksiyalarni chuqur tushunadi, sabab-oqibat bog'lanishlarini tahlil qiladi.

2. Axborot-kommunikativ kompetensiya. Raqamli platformalar bilan ishlash, ilmiy axborotni izlash va qayta ishlash ko'nikmalari shakllanadi.

3. Tadqiqotchilik kompetensiyasi. Virtual laboratoriyalar orqali tajriba o'tkazish, natijalarni tahlil qilish va xulosa chiqarish qobiliyati rivojlanadi.

4. Kreativ fikrlash. Kompyuter dasturlari yordamida yangi molekulalarni modellashtirish o'quvchilarda ijodiy yondashuvni kuchaytiradi.

Statistik va tajriba natijalari tahlili. Pedagogik tajribalar shuni ko'rsatadiki: kompyuter dasturlari qo'llanilgan guruhlarda bilim o'zlashtirish darajasi 15–25% ga yuqori bo'lgan, o'quvchilarning mustaqil ishlash ko'rsatkichlari 30% ga oshgan, murakkab mavzularni tushunish darajasi an'anaviy usullarga nisbatan sezilarli yaxshilangan. Bunday natijalar kompyuter texnologiyalarining o'quv jarayonidagi samaradorligini tasdiqlaydi.

Muammolar va ularning yechimlari. Shu bilan birga, quyidagi muammolar mavjud:

- barcha ta'lim muassasalarida texnik baza yetarli emas;
- o'qituvchilarning raqamli kompetensiyasi yetarli darajada emas;
- sifatli o'zbek tilidagi dasturlar kam.

Ushbu muammolarni hal etish uchun: o'qituvchilarni IT bo'yicha qayta tayyorlash, milliy ta'lim platformalarini yaratish, laboratoriya simulyatsiyalarini mahalliyashtirish zarur.

Organik kimyo fanini o'qitishda kompyuter dasturlaridan foydalanish o'quvchilar kompetensiyasini rivojlantirishning samarali vositasidir. U nafaqat bilimlarni mustahkamlaydi,

balki o'quvchilarda mustaqil fikrlash, tahlil qilish va ilmiy izlanish ko'nikmalarini shakllantiradi. Zamonaviy ta'lim konsepsiyasida kompetensiyaviy yondashuv ustuvor hisoblanganligi sababli, organik kimyo ta'limiga raqamli texnologiyalarni keng joriy etish dolzarb vazifa bo'lib qolmoqda. Kelajakda sun'iy intellekt, virtual laboratoriyalar va interaktiv platformalar asosida ta'lim jarayonini yanada takomillashtirish imkoniyati mavjud.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abduqodirov A.A., Abduvoxidov A., Boqiyev P., Yo'ldoshev U.Yu. Ta'limda axborot texnologiyalaridan foydalanish metodikasi. – Toshkent.
2. Kimyoda kompyuter modellash va molekulyar dizayn asoslari.
3. Shohidoyatov H.M. Organik kimyo darsligi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2014.

BIOCHIQUINDILAR ASOSIDA UGLEROD KVANT NUQTALARI SINTEZI

¹Murtazayev Y.R.,

²k.f.d., prof. Turayev X.X., ³t.f.d., dots. Normurodov B.A., ⁴k.f.d., prof. Yakubov Y.Y.,

^{1,2,3}Termiz Davlat Universiteti, O'zbekiston

⁴Umumiy va noorganik kimyo instituti, O'zbekiston

e-mail: ymurtazayev8@gmail.com

Annotatsiya: This article presents information on the synthesis of biowaste-based carbon dots and their luminescent properties.

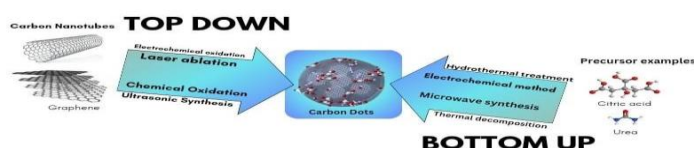
Keywords: carbon dots, bio-waste, autoclave, luminescent, top-down, bottom-up

So'ngi yillarda atrof-muhit ifloslanishi va chiqindilarni boshqarishning tobora kuchayib borayotgan muammolari yanada barqaror materiallarni ishlab chiqarishga va sanoat, qishloq xo'jaligi biomassasini yuqori qiymatli mahsulotlarga aylantirishga sabab bo'ldi.

Uglerod kvant nuqtalari - qiziqarli kimyoviy va fizikaviy xususiyatlarga ega bo'lgan uglerod asosidagi diametri asosan 10 nm dan kichik bo'lgan nanomateriallarning yangi sinfi bo'lib, ularning eng muhim afzalliklaridan biri kuchli fotoluminescent xususiyati bo'lib, bu ularni biotasvirlash, sensor texnologiyalarida qo'llash umkonini beradi shuningdek, ekologik toza, atrof muhitga qulayligi va iqtisodiy tejamkorligi kelajakda ular ko'plab yangi ilmiy tadqiqot yo'nalishlarining ochilishida muhim ahamiyat kasb etadi [1].

Bugungi kunga qadar, CDs asosidagi nanomateriallar tayyorlash uchun ko'plab usullar va texnologiyalar ishlab chiqilgan. Eng asosiy usullardan "yuqoridan-pastga" (Top-Down) va "pastdan yuqoriga" (Bottom-Up) usullari hisoblanadi. "Yuqoridan pastga" usuli katta strukturadan nano o'lchamdagi uglerod nuqtalari sinteziga asoslangan bo'lsa, "pastdan yuqoriga" yondashuvda kichik molekulalar yoki organik moddalar issiqlik ta'sirida birikib nano o'lchamdagi zarrachalarni hosil qiladi. "Pastdan yuqoriga" yondashuvga solvothermal, mikroto'liqinli, piroliz, gidrotermal, yonish kabi usullar kiradi [2]. Gidrotermal sintez nanomateriallarni tayyorlashning eng ko'p qo'llaniladigan usullaridan biridir. Bu asosan eritma reaksiyasiga asoslangan yondashuvdir. Ushbu sharhda asosiy e'tibor turli xil biochiqindilardan foydalangan holda uglerod nuqtalarini olishning gidrotermal yo'lini ko'rib chiqishga qaratilgan.

Tajribaviy qism: 1- bosqichda xom ashyo sifatida olingan biomassani dist. suv yuvib 12 soatda 60-80° C da qurutib kukun holiga keltirildi. 2- bosqichda biomassa va distillangan suv 1:20 nisbatta aralashtirildi. So'ngra magnitli meshalkada 20 min aralashtirildi. 3- bosqichda aralashma 50 ml teflon avtoklavda 180-200° C da o'rtacha 10 soat qizdirildi. So'ng xona haroratida sovutildi. Jarayon oxirida eritma qo'shimcha filtdan o'tkazildi. Oxirida tiniq jigarrang-sarg'ish eritma olindi.



Xulosa qilib aytganda uglerod kvant nuqtalari zamonaviy nanomateriallar ichida eng istiqbolli yo'nalishlardan biri bo'lib, ularning sintezi oddiyligi, arzonligi va ekologik jihatdan nisbatan xavfsizligi bilan ajralib turadi. Umuman olganda, uglerod kvant nuqtalari CD yuqori fotoluminessensiyasi, suvda yaxshi eruvchanligi va past toksikligi sababli biotsvirlash, sensor texnologiyalarida, biokataliz va optoelektronika kabi sohalarda keng qo'llanilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

1. Ngu, Peggy Zhen Zhen, Stephanie Pei Phing Chia, Jessica Fung Yee Fong, and Sing Muk Ng. "Synthesis of carbon nanoparticles from waste rice husk used for the optical sensing of metal ions." *New Carbon Materials* 31, no. 2 (2016): 135-143.
2. El-Shafey AM. Carbon dots: discovery, structure, fluorescent properties, and applications. *Green Process Synth.*, 2021;10(1):134–156.
3. Safarik I, Baldikova E, Prochazkova J, et al. Magnetically modified agricultural and food waste: preparation and application. *J Agric Food Chem.* 2018;66(11):2538–2552.

ASTRAGALUS NEMATODES FLAVONOID EKSTRAKTINING O'TKIR ZAHARLILIGI BO'YICHA EKSPERIMENTAL TADQIQOTLAR

M.A.Yigitaliyeva, V. U.Xo'javey. A.M.Gapparov

Qo'qon Davlat Universiteti O'zbekiston

e-mail: maxbubayigitaliyeva@gmail.com

Abstract: The acute toxicity of *Astragalus nematodes* flavonoid extract was experimentally evaluated in white rats. Oral administration at doses up to 10000 mg/kg caused no mortality or severe toxic effects. The obtained results demonstrated low toxicity and confirmed the extract as a practically non-toxic natural substance.

Keywords: *Astragalus nematodes*, flavonoids, acute toxicity, LD50, medicinal plants, experimental pharmacology, toxicological evaluation

Astragalus L. turkumi *Fabaceae* oilasiga mansub bo'lib, dunyo florasida 2000 dan ortiq turlarni o'z ichiga oladi hamda biologik faol moddalarga boy dorivor o'simliklar guruhiga kiradi [Al-Snafi, A.E, 2015]. *Astragalus* turlarining farmakologik xususiyatlari ularning murakkab kimyoviy tarkibi bilan bog'liq bo'lib, hozirgi kunga qadar ushbu tur vakillaridan 200 dan ortiq biologik faol birikmalar ajratib olingan. Ularning asosiy qismini flavonoidlar, saponinlar va polisaxaridlar tashkil etadi.

Astragalus turlari antioksidant, yallig'lanishga qarshi, immunomodulyator, gipoglikemik, antivirus va o'smaga qarshi faollikka ega ekanligi bilan tavsiflanadi [Liu, Y.X.; Song, X.M. va boshqalar, 2024]. Xususan, astragalosid IV, quercetin va izoramnetin kabi biologik faol komponentlar yallig'lanish mediatorlari sintezi hamda erkin radikal reaksiyalarini ingibirlashi orqali organizmda himoya mexanizmlarini kuchaytiradi. Flavonoidlarning antioksidant ta'siri asosan reaktiv kislorod shakllarini neytrallash va oksidlovchi stressni kamaytirish bilan izohlanadi [Wenfang L., Xueyan H., va boshqalar, 2020].

Shu bilan birga, biologik faol moddalarga boy o'simlik ekstraktlarining toksikologik xavfsizligini baholash ularni farmatsevtik amaliyotga joriy etishning muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. Shu sababli, *A.nematodes* o'simligi flavonoidlari ekstraktining o'tkir zaharliligi va biologik xavfsizligini eksperimental baholash dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi [Xintong W., Jiayun X., va boshqalar, 2023].

Mazkur tadqiqotning maqsadi *A.nematodes* flavonoidlari ekstraktining o'tkir zaharliligini tajriba hayvonlarida baholash hamda uning toksikologik xavfsizlik darajasini aniqlashdan iborat.

Tadqiqot obyekti sifatida *A.nematodes* o'simligidan ajratib olingan flavonoid ekstrakti foydalanildi. Ekstraktning o'tkir zaharliligi GOST 32644-2014 hamda A.V. Stefanov metodik tavsiyalari asosida tajriba hayvonlarida o'rganildi. Tajribalarda tana massasi 180–220 g bo'lgan jinsiy yetuk erkak oq kalamushlardan foydalanildi. Flavonoid ekstrakti distillangan suvda eritilib,

50%, 75% va 100% konsentratsiyali eritmalar tayyorlandi. Preparat metall zond yordamida peroral usulda 500, 1000, 5000, 7000 va 10000 mg/kg dozalarda bir martalik yuborildi.

Tajriba hayvonlari preparat yuborilgandan so'ng dastlabki 3–4 soat davomida, keyinchalik esa 24 soat va 14 kun mobaynida dinamik kuzatuv ostida saqlandi. Kuzatuv jarayonida hayvonlarning umumiy holati, harakat faolligi, jun qoplami, ovqat va suv iste'moli, tana massasi, nafas olish ko'rsatkichlari, yurak urish chastotasi hamda ehtimoliy letal holatlar baholandi.

O'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijasida *A.nematodes* flavonoidlari ekstraktining 500, 1000, 5000 va 7000 mg/kg dozalarda bir martalik peroral yuborilishi tajriba hayvonlarining umumiy fiziologik holatiga sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatmaganligi aniqlandi. Hayvonlarda harakat faolligi, suv va ozuqa iste'moli me'yoriy holatda saqlanib qoldi hamda zaharlanishning klinik belgilari kuzatilmadi. Shuningdek, og'riq, taktil va tovush ta'sirlariga adekvat reflektor javob reaksiyalari saqlanganligi qayd etildi. Yurak urish soni va nafas olish ko'rsatkichlari fiziologik norma chegarasida bo'ldi. Ekstraktning 10000 mg/kg dozasi esa preparat yuborilgandan keyingi dastlabki 30 daqiqadan 3–4 soatgacha hayvonlarda qisqa muddatli sedativ holat va mushaklar tonusining pasayishi kuzatildi. Biroq tajribaning ikkinchi kunidan boshlab hayvonlarning umumiy funksional holati to'liq tiklandi. Kuzatuvning 14 kunlik davrida zaharlanishning og'ir klinik belgilari va o'lim holatlari qayd etilmadi (1-jadval).

Jadval 1. *A.nematodes* flavonoidlari ekstraktining o'tkir zaharlilik ko'rsatkichlari

№	Doza (mg/kg)	Yuborish usuli	Kuzatilgan holatlar	O'lim holati	Xulosa
1	500	Peroral	Fiziologik holat normal, harakat faolligi saqlangan	Kuzatilmadi	Zaharlilik kuzatilmadi
2	1000	Peroral	Ovqat va suv iste'moli normal, reflektor javoblar saqlangan	Kuzatilmadi	Toksik ta'sir aniqlanmadi
3	5000	Peroral	Klinik zaharlanish belgilari kuzatilmadi	Kuzatilmadi	Nisbatan xavfsiz
4	7000	Peroral	Yurak urishi va nafas olish me'yorida	Kuzatilmadi	O'tkir toksiklik aniqlanmadi
5	10000	Peroral	Qisqa muddatli sedativ holat va mushaklar holsizligi kuzatildi	Kuzatilmadi	Qaytuvchan funksional o'zgarish
6	LD50 >10000	—	14 kun davomida letal holat qayd etilmadi	Kuzatilmadi	V sinf — amalda zaharsiz modda

Jadvaldagi natijalarga ko'ra, *A.nematodes* flavonoidlari ekstraktining o'rtacha letal dozasi (LD50) 10000 mg/kg dan yuqori ekanligi aniqlandi.

O'tkazilgan toksikologik tadqiqotlar natijasida *A.nematodes* flavonoidlari ekstrakti past toksiklikka ega ekanligi aniqlandi. GOST 32644-2014 hamda A.V. Stefanov tasnifiga muvofiq, preparat peroral yuborilganda V sinf — amalda zaharsiz moddalar guruhiga mansubligi isbotlandi.

Mazkur natijalar *A.nematodes* flavonoidlari ekstraktining biologik xavfsizligini tasdiqlaydi hamda uni kelgusida farmakologik va farmatsevtik tadqiqotlarda istiqbolli tabiiy manba sifatida qo'llash uchun ilmiy asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Al-Snafi, A.E. Chemical constituents and pharmacological effects of **Astragalus hamosus** and **Astragalus tribuloides** grown in Iraq. **Asian J. Pharm. Sci.** 2015, 5, 321–328.
2. Liu, Y.X.; Song, X.M.; Dan, L.W.; Tang, J.M.; Jiang, Y.; Deng, C.; Zhang, D.D.; Li, Y.Z.; Wang, W. Astragali Radix: Comprehensive review of its botany, phytochemistry, pharmacology and clinical application. **Arch. Pharm. Res.** 2024, 47, 165–218.
3. Wenfang L., Xueyan H., Shuping W., Zeren J., Tao S., Tianqing L., et al. (2020). Characterization and anti-tumor bioactivity of Astragalus polysaccharides by immunomodulation. *Int. J. Biol. Macromol.* 145, 985–997.
4. Xintong W., Jiayun X., Wei C., Xiangmei Z., Yanhui L., Yanping W., et al. (2023). Astragalus polysaccharide ameliorated complex factor-induced chronic fatigue syndrome by modulating the gut microbiota and metabolites in mice. *Biomed. Pharmacother.* 163, 114862. 10.1016/j.biopha.2023.114862

2-METILTIOBENZTHIAZOL MOLEKULASINING KVANT-KIMYOVIY TADQIQOTI

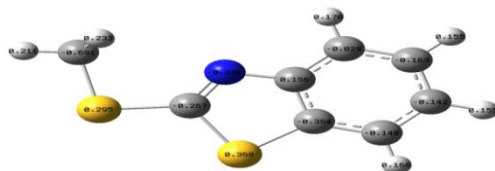
G.G.G'oiyova, Z.F.Komilova, M.I.Zayniddinova, X.Sh.Isayeva, N.Sh.Mirzayeva, G.A.Abdullayeva

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, O'zbekiston
e-mail: gaipovagulrux94@gmail.com

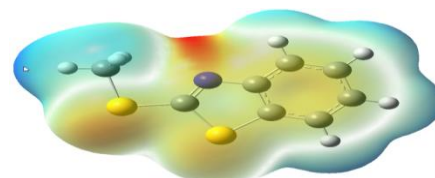
Abstract: Electronic structure and geometric parameters of 2-methylthiobenzothiazole were studied using the DFT method. Ground-state energy, atomic charge distribution, and HOMO-LUMO orbitals were analyzed. The results allow predicting the molecule's reactivity and biological activity centers. These calculated parameters are essential for explaining the substance's physicochemical properties.

Keywords: 2-methylthiobenzothiazole, quantum chemistry, DFT, HOMO-LUMO.

Geterohalqali birikma 2-metiltiobenzthiazol (L) ning tuzilishi, geometrik parametrlari Gaussian 09 dasturiy paketi yordamida kvant-kimyoviy tahlil qilindi. Hisoblashlar DFT metodida B3LYP nazariyasi doirasida LanL2DZ bazisida amalga oshirildi. Model tizimlarni yaratish va vizualizatsiyalash maqsadida Avogadro, GausView dasturlaridan foydanildi (1- Cep'а II 2012, 2- Барановский В.И 2015). Ligand molekulasida zaryadlar qiymatlari tahlil qilinganda, eng yuqori manfiy zaryad geteroatomlar orasida ayniqsa azot atomida to'planganligini ko'rish mumkin (−0.338). Shu bilan birga, molekuladagi oltingugurt atomlarida sezilarli darajada musbat zaryadlar kuzatiladi (0.295 va 0.368) 1-rasm. Bu esa mazkur atomlarning nazariy koordinatsion ehtimolligini ko'rsatib beradi. L molekulasining manfiy effektiv zaryad taqsimoti va molekulyar elektrostatik potentsiali (MEP) 2-rasmda keltirilgan.



1-rasm. L molekulasining manfiy effektiv zaryadi



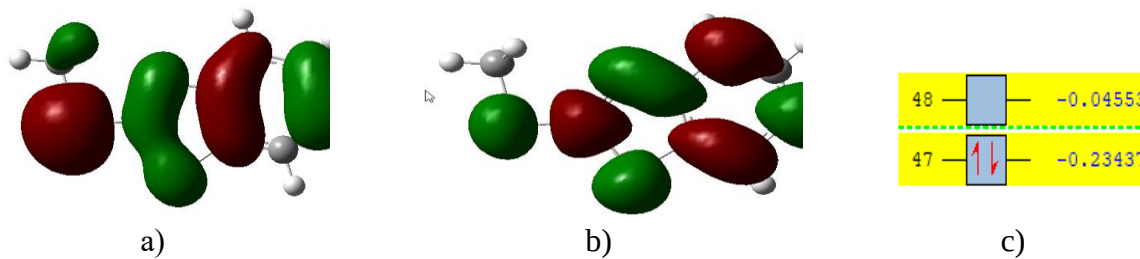
2-rasm. L molekulasining molekulyar elektrostatik potentsiali

MEP diagrammasidagi qizil va ko'k soha mos ravishda manfiy va musbat elektrostatik potentsiallarni ifodalaydi. MEP uchastkasining rang sxemasida qizil maydon yagona juftlik yoki manfiy elektrostatik potentsialga ega atomlarni ko'rsatadi; rang intensivligi potentsial

energiyaning mutloq qiymatiga proporsionaldir. Musbat elektrostatik potentsiallar ko'k sariq maydonda ko'rsatilgan va E-H bog'lanishlarida qutbli vodorodni xarakterlaydi. Yashil maydonlar molekulaning elektrostatik potentsiallari nolga yaqin bo'lgan qismlaridagi (C-C va C-N) bog'lanishlarni qoplaydi.

MEPning manfiy qizil joylari nukleofil reaktivlik bilan, musbat (ko'k) esa elektrofil reaktivligi bilan bog'liqdir. Liganddagi azotlar ustida manfiy (qizil) hududlar va vodorodlar atrofida esa musbat hududlar (ko'k) joylashgan. Shunday qilib, elektrofil liganddagi azot atomlarida ustunlik bilan hujum qilishini taxmin qilish mumkin. Shunday qilib, MEP diagrammasi manfiy potentsiallar liganddagi azotlar atrofida, musbat potentsiallar esa vodorodlar atrofida bo'lishini ko'rsatadi.

Kvant-kimyoviy hisoblashlar asosida L molekulasi chegaraviy molekulyar orbitallari (FMO) tahlil qilindi. L molekulasi chegaraviy molekulyar orbitallari 3-rasmda keltirilgan. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, HOMO (*eng yuqori band molekulyar orbital*) va LUMO (*eng quyi bo'sh molekulyar orbital*) orasidagi energiya farqi (ΔE) taqiqlangan zona (*energy gap*) hisoblanib, u molekulaning kimyoviy barqarorligi va qattiqligini (*hardness*) belgilaydi. Hisoblash natijasiga ko'ra, L molekulasi uchun asosiy holatdagi elektron bilan to'lgan eng yuqori MO (HOMO, 47) va qo'zg'algan holatdagi eng quyi bo'sh MO (LUMO, 48) energiyalari orasidagi farq 0,18884 a.u. (*atom birligi*) ni tashkil etdi.



3-rasm. L molekulasi chegaraviy molekulyar orbitallari HOMO a), LUMO (b) va molekulyar orbital energiyalari (c)

Ushbu energetik tirqish elektronning bir orbitaldan ikkinchisiga o'tishi uchun zarur bo'lgan minimal energiya miqdorini ifodalaydi. Molekulyar orbitallar diagrammasining tahlili shuni ko'rsatdiki:

HOMO (47) orbitali singlet holatga ega bo'lib, qarama-qarshi spinli ikkita elektron bilan to'liq bandlangan.

LUMO (48) orbitali esa vakant (bo'sh) holatda bo'lib, elektrofil markaz sifatida namoyon bo'ladi.

Shunday qilib, L molekulasi elektron spinlari bo'yicha simmetrik taqsimotga va yopiq elektron qobiqli (*closed-shell*) konfiguratsiyaga ega. Bu holat molekulaning termodinamik barqarorligini va elektron almashinuvi jarayonlaridagi o'ziga xos faolligini ta'minlaydi.

Ligandning elektron tuzilishini kvant-kimyoviy baholash asosida, kompleks hosil bo'lish reaksiyalarida uning tarkibidagi azot atomlari orqali koordinatsiyalanishi monodentat holda bog'lanishni namoyon qilishi haqida nazariy xulosa chiqarish mumkin

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Серба П.В., Блинов Ю.Ф., Мирошниченко С.П. Квантово-химические расчеты в программе Gaussian по курсу «Физика низкоразмерных структур» // Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. -2012. -С.100.
2. Барановский В.И. Квантово химические расчеты повышенной точности. Учебное пособие. -2015. -С.89.

**СИНТЕЗ 5-БУТИЛ-2-АМИНО-1,3,4-ТИАДИАЗОЛА И ЕГО
ГАЛОГЕНСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ**
А.Д.Эломонова¹, Ш.Турагелдиев², Б.Н.Бобоев¹, Г.Н.Далимова^{1*}

1 – Национальный университет Узбекистана

2 – Институт биоорганической химии АН РУз

*e-mail: dalimova@list.ru

Abstract: this article presents the results of the synthesis of 5-butyl-2-amino-1,3,4-thiadiazole and its chloro- and fluorine-containing derivatives. The reactions of pentanoic acid with thiosemicarbazide and 5-butyl-2-amino-1,3,4-thiadiazole with chloroacetyl chloride and para-fluorobenzoic acid were studied. The physico-chemical properties and IR and UV spectra of the resulting products were analyzed.

Key words: 1,3,4-thiadiazole, thiosemicarbazide, 5-butyl-2-amino-1,3,4-thiadiazole, 2-chloro-N-(5-butyl-1,3,4-thiadiazol-2-yl)-acetamide, N-(5-butyl-1,3,4-thiadiazol-2-yl)-4-fluorobenzamide.

Большинство синтезов 1,3,4-тиадиазолов основаны на циклизации тиосемикарбазида, которая широко используется и эффективна при образовании тиадиазолов. Эта реакция начинается с нуклеофильной атаки электронной пары азота тиосемикарбазида на sp^2 -углерод карбоновой кислоты с последующей дегидратацией промежуточного продукта. Электронная пара атома серы атакует карбонил, вызывая циклизацию, и образовавшийся промежуточный продукт затем дегидратируется. Последующая миграция электронов приводит к образованию ароматического гетероцикла [1]. В настоящей работе приводятся результаты синтеза 5-бутил-2-амино-1,3,4-тиадиазола и его хлор- и фторсодержащих производных. Для синтеза 5-бутил-2-амино-1,3,4-тиадиазола, как исходного соединения, использовали реакцию циклизации пентановой кислоты с тиосемикарбазидом. Для получения 2-хлор-N-(5-бутил-1,3,4-тиадиазол-2-ил)ацетамида проведена реакция исходного соединения с хлорацетилхлоридом. Для синтеза N-(5-бутил-1,3,4-тиадиазол-2-ил)-4-фторбензамида был использован хлорид пара-фторбензойной кислоты, который заранее был получен по другой реакции.

Полученные вещества охарактеризованы определением некоторых физико-химических параметров и изучением их ИК- и УФ-спектров (табл.1). Полученные вещества имеют порошкообразное состояние и хорошо растворяются в органических растворителях – ацетон, этанол, ДМСО, ДМФА.

**Таблица 1. Физико-химические параметры
5-бутил-2-амино-1,3,4-тиадиазола и его галогензамещенных производных**

Название	Эмпирическая формула	Агрегатное состояние	ММ	Тпл, °С	УФ, $\lambda_{\max}$, нм	Выход, %
5-бутил-2-амино-1,3,4-тиадиазол	$C_6H_{11}N_3S$	Белый порошок	157	195,5	261	89,0
2-хлор-N-(5-бутил-1,3,4-тиадиазол-2-ил)-ацетамид	$C_7H_{10}N_3SClO$	Белый порошок	219,5	200,0	260	83,2
N-(5-бутил-1,3,4-тиадиазол-2-ил)-4-фтор-бензамид	$C_{13}H_{14}N_3SFO$	Белый порошок	279	171,5	272	55,0

Будучи ароматической гетероциклической системой 1,3,4-тиадиазол, соединение с пятью атомами в кольце, содержит сопряжённую систему π -связей, поэтому поглощает в УФ-области за счёт переходов типа: $\pi \rightarrow \pi^*$ - переходы в ароматической системе; $n \rightarrow \pi^*$ - переходы с неподелённых электронных пар атомов N и S на π^* -уровни. При этом основное поглощение ароматической системы проявляется в области 200–230 нм, менее интенсивное поглощение из-за атомов N и S – в области 260–320 нм. Электронодонорные группы ($-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{OCH}_3$) могут вызывать bathochromный сдвиг (смещение в сторону более длинных волн), за счёт расширения сопряжения. Если учесть, что сам 1,3,4-тиадиазол имеет λ_{max} при 210-220 нм, то становится понятным смещение максимумов поглощения всех трех соединений в длинноволновую область за счет bathochromного сдвига (рис.1).

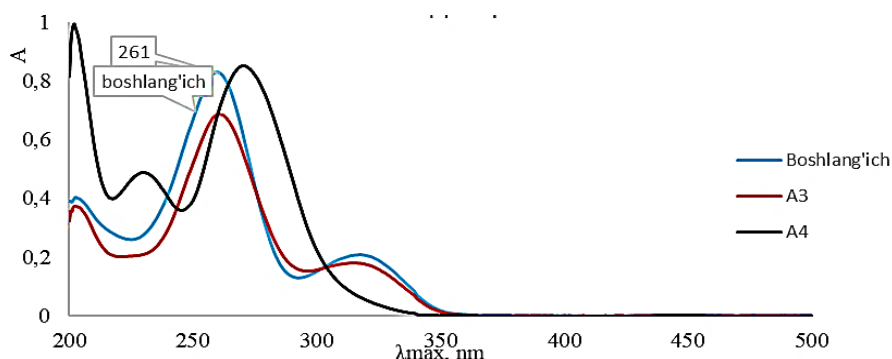


Рис.1. УФ-спектры 5-бутил-2-амино-1,3,4-тиадиазола и его хлор- (A3) и фторзамещенных (A4) производных

Изучение ИК-спектров позволило выявить характеристичные полосы поглощения функциональных групп и связей полученных соединений (табл.2).

Таблица 2. Характеристичные полосы поглощения функциональных групп и связей в ИК-спектрах 5-бутил-2-амино-1,3,4-тиадиазола и его хлор- и фторсодержащих производных, см^{-1}

Вещество	$\nu(\text{N-H})$ simm. 3270-3300	$\delta(\text{N-H})$ 1600– 1630	$\nu(\text{C=N})$ 1560-1600	$\nu(\text{C-N})$ 1250-1320	$\nu(\text{C-S})$ 720-750	$\delta \text{ C-Cl}$, $\delta \text{ C-F}$ < 725
№1	3244, 3089	1634	1536, 1519	1377, 1330	789	-
№2	3190, 3054	1698	1580	1349, 1299 1249	783, 729	451-691
№3	3048, 3003	1651	1594, 1516	1321, 1296, 1262, 1230	791, 751	463-680

Примечание: №1 – 5-бутил-2-амино-1,3,4-тиадиазол, №2 – 2-хлор- N-(5-бутил-1,3,4-тиадиазол-2-ил), №3 - N-(5-бутил-1,3,4-тиадиазол-2-ил)-4-фторбензамид

Следует отметить, что валентные колебания C-Cl связи, кроме области ниже 725 см^{-1} , может проявляться и в области $1100 - 1020 \text{ см}^{-1}$. В ИК-спектре 2-хлор-N-(5-бутил-1,3,4-тиадиазол-2-ил)-ацетамида обнаруживаются полосы поглощения в областях 1074 ; 1193 ; 1141 и 1112 см^{-1} , которые можно отнести к колебаниям C-Cl связи. Также следует отметить, что валентные колебания C-F связи, кроме области ниже 725 см^{-1} , может проявляться и в

области 1400-1000 cm^{-1} . Изучение ИК-спектра N-(5-бутил-1,3,4-тиадиазол-2-ил)-4-фторбензамида показало наличие полос поглощений в областях 1011-1160; 1230-1262; 1386 cm^{-1} , которые можно отнести к колебаниям C-F связи.

Таким образом, на основе синтезированного 5-бутил-2-амино-1,3,4-тиадиазола были получены его хлор- и фторсодержащие производные, которые были охарактеризованы определением физико-химических параметров и изучением их ИК- и УФ-спектров.

Литература

1. Zhu H., Hu Y., Li C., Wang X.W., Yang Y. 1,3,4-Thiadiazole: Synthesis, reactions, and applications in medicinal, agricultural, and materials chemistry // Chemical Reviews. – 2014. – 114. – P.5572.

ADIPIN KISLOTA ASOSIDA 1,3,4-OKSO- VA TIADIAZOLLAR SINTEZI

M.T. Egamberdiyeva, Z.O. Qilichev, A.A. Chorshanbiyev, N.U. Baratov,
A.B. Yusupov

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, O'zbekiston
e-mail: ayusupov.chem@gmail.com

Abstract. In this study, the cyclocondensation reactions of adipic acid with semicarbazide and thiosemicarbazide were studied and 1,3,4-(oxa)thiadiazole derivatives were obtained, respectively. The process occurs through the formation of hydrazides and subsequent intramolecular cyclization. As a result, promising bis-heterocyclic compounds with new biological activity based on adipic acid, having an oxa- and thiadiazole skeleton.

Keywords: adipic acid, semicarbazide, thiosemicarbazide, POCl_3 , 2-amino-1,3,4-oxadiazole, 1,3,4-thiadiazole.

Biologik faol moddalar orasida geterohalqali birikmalar doimiy diqqat markazida hisoblanadi. Mikroblarga, zamburug'larga va yallig'lanishga qarshi faollikka ega dikarbon kislotalar ma'lum. Klinik amaliyotda foydalanilayotgan birikmalar orasida besh a'zoli geterosikllar keng tarqalgan. Ayniqsa, pirrol, oksazol, tiazol skletiga ega birikmalar va ularning hosilalari eng ahamiyatlidir. Mazkur birikmalar orasida 1,3,4-oksadiazol va 1,3,4-tiozollar alohida o'rin egallaydi. Ko'p qirrali farmakologik faolligi sababli u tadqiqotchilar e'tiborini tobora ko'proq jalb qilmoqda (Lata va boshq., 2025). Ushbu birikmalar kuchli antimikrob xususiyatlarga ega bo'lib, turli bakterial va zamburug'li infeksiyalarga qarshi samarali ekanligi aniqlangan. Bundan tashqari, ularning antituberkulyar faolligi sil kasalligini davolashda qo'llash imkoniyatlarini ko'rsatadi (Xie va boshq., 2022). Natijada, bu birikmalar farmatsevtika sanoatida muhim salohiyatga ega bo'lib, turli kasalliklarni davolashning yangi va samarali usullarini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Tiadiazol va oksadiazol hosilalarini sintez qilishning turli usullari adabiyotlarda keng yoritilgan. Biroq, ushbu sintez usullarining hech biri universal hisoblanmaydi, chunki ular qator cheklovlarga ega. Jumladan, ion suyuqliklarining yuqori narxi, POCl_3 ning yuqori toksikligi, polifosfat kislotalarining ayrim substratlar uchun cheklangan qo'llanilishi hamda metansulfon kislotalarining yuqori reaktivligi natijasida qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'lishi kuzatilgan (Sharghi H va boshq., 2005). Karbon kislotalar asosidagi sintezlarda turli xil usullardan foydalanish mumkin. Bunda kislota tuzilishi va tabiiati reaksiya sharoitini tanlashda va jarayonning bosqichlariga bevosita ta'sir etadi.

Adipin kislota sanoat miqyosida keng tarqalgan dikarbon kislotalardan biri bo'lib, turli organik sintezlarda maqsadli boshlang'ich mahsulot sifatida qo'llaniladi. Jumladan, adipin kislota semikarbazid va tiosemikarbazid bilan siklokondensatlanishida POCl_3 katalizator va erituvchi sifatida ishlatib, yaxshi unumda 1,3,4-oksadiazol va 1,3,4-tiadiazollar sintez qilindi.

A) Adipin kislota semikarbazid bilan hosil qilgan hosilalari.

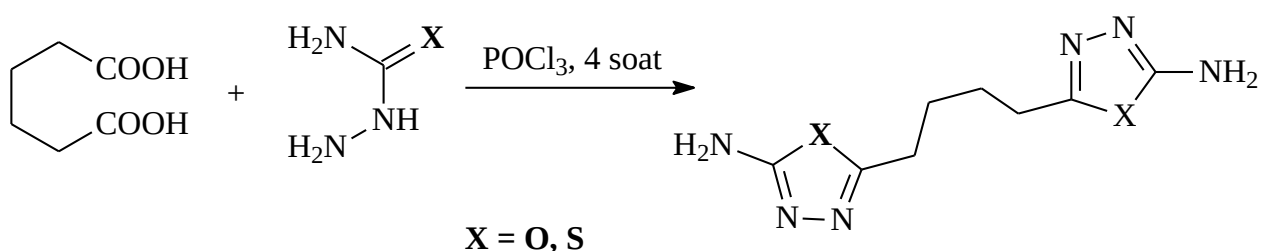
Adipin kislota (0.19 g) va semikarbazid (0.2 g) aralashmasi 1:2 mol nisbatda POCl_3 ishtirokida aralashtirildi. Jarayon 80-90°C haroratda 3 soat davomida qizdirish bilan olib borildi.

Reaksiyadan so'ng aralashma sovutildi va muzli suvga quyildi. Reaksiyon aralashma muhiti konsentrlangan ammiak yordamida neytrallandi. Hosil bo'lgan cho'kma filtrlandi va suvdan qayta kristallandi. Jarayon YuQX yordamida nazorat qilindi. Erituvchilar sistemasi sifatida xloroform:metanoldan ($R_f = 0.68$) foydalanildi. Birikma tuzilishi IQ- va ^1H YaMR spektroskopiya usullari yordamida o'rnatildi.

B) Adipin kislotani tiosemikarbazid bilan hosil qilgan hosilalari.

Adipin kislotadan (0.16 g) va tiosemikarbazid (0.2 g) aralashmasi 1: 2 mol nisbatda aralashtirildi. Jarayon davomiyligi 2 soat bo'ldi. Reaksiya borishi YuQX yordamida nazorat qilindi. Erituvchilar sistemasi sifatida xloroform:metanoldan ($R_f = 0.7$) foydalanildi. Suyuqlanish harorati 230-233°C Birikma tuzilishi IQ- va ^1H YaMR spektroskopiya usullari yordamida o'rnatildi.

Reaksiyani quyidagi sxema bo'yicha ifodalash mumkin.



Ikkala reaksiyada ham asosiy bis-diazollar bilan birga adipin kislota imidi, monodiazollar hosil bo'lishi kuzatildi.

Ushbu tadqiqotda dikarbon kislotalarning semikarbazid va tiosemikarbazid bilan POCl_3 ishtirokidagi reaksiyasi asosida 2-amino-1,3,4-oksazol va tiadiazol hosilalarini sintez qilindi. Reaksiya mexanizmi semikarbazid va tiosemikarbazidning atsillash mahsuloti – gidrazon hosil bo'lishi va keyinchalik siklodegidratalanish jarayoni orqali maqsadli geterohalqali birikmaning shakllanishiga asoslanganligi aniqlandi.

Tanlangan kislota ishtirokida diazollar sintezida erituvchi va sikllovchi agent sifatida POCl_3 ning qo'llanilishi mahsulot unumiga ijobiy ta'sir etishi kuzatildi. Suv tortib oluvchi agentning hisoblangan nisbatlarga nisbatan mo'l miqdorda olinishi yumshoq va samarali reaksiya sharoitini ta'minlashga xizmat qiladi. Shunday qilib, tanlangan usul ekologik xavfsizligi, soddaligi va yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi hamda farmatsevtik ahamiyatga ega bo'lgan yangi biologik faol birikmalarni olishda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Golovlyova, S. M., et al. Synthesis of novel five-membered nitrogen-containing heterocyclic compounds from derivatives of arylsulfonyl-and arylthioacetic and-propionic acids. *Chemistry of Heterocyclic Compounds* 37.9 (2001): 1102-1106.
2. Lata, Suman, et al. A comprehensive review: Synthesis and pharmacological activities of 1, 3, 4-oxadiazole hybrid scaffolds. *Medicinal Chemistry* (2025).
3. Sharghi, Hashem, and Zahra Shahsavari-Fard. Graphite/Methanesulfonic Acid (GMA) as a New Reagent for Sulfonylation of Phenols and Thia-Fries Rearrangement of Aryl Sulfonates to Sulfonylphenols. *Helvetica chimica acta* 88.1 (2005): 42-52.
4. Xie, Yun-Peng, et al. Unique carbazole-oxadiazole derivatives as new potential antibiotics for combating Gram-positive and-negative bacteria. *Journal of Medicinal Chemistry* 65.8 (2022): 6171-6190.

LYCIUM TURKUMINING AMINOKISLOTA TARKIBINI O'RGANISH

Sh.R. Mamarajabova, M.T. Egamberdiyeva, I.E. Orifova, A.B. Yusupov
Samarqand davlat universiteti, Biokimyo instituti, Samarqand, O'zbekiston
e-mail: ayusupov.chem@gmail.com

Abstract. The genus *Lycium* (Solanaceae) includes approximately 80 species distributed mainly in South America, South Africa, temperate Europe, and Asia. This study analyzes the composition of primary plant metabolites – proteinogenic α -amino acids in four *Lycium* species.

Key words: *Lycium*, aminoacids, fruit, extraction, *barbarum*, *dipressum*.

Lycium turkumi vakillari tarkibidagi kimyoviy faol birikmalari hisobiga tibbiyot va xalq xo'jaligida katta ahamiyatga ega. *Lycium* turkumi vakillari pnevmoniyada isitmani tushiruvchi vosita sifatida, tungi terlash, yo'tal, yallig'lanish va diabetni davolashda foydalaniladi (Qian D. et al., 2017). *Lycium depressum*ning barglaridan tayyorlangan ekstrakt yara va jarohatlarni oson bitishiga yordam beradi (Naji S. et al., 2017). Turkum turlari kimyoviy tarkibiga qiziqish natijasida turli sinflarga mansub 355 ta birikma ajratib olingan (Yao X. et al., 2011). Birikmalarni aminokislotalar, alkaloidlar, amidlar, peptidlar, flavonoidlar, kumarinlar, lignanlar, terpenoidlar, sterollar va steroidlarning turli sinflariga, organik kislotalar va ularning hosilalariga, polisaxaridlarga, karotinoidlarga, ozuqa moddalariga va efir moylariga kiritish mumkin.

L. barbarum mevalari va barglarida 18 ta α -aminokislota topilgan. *L. barbarum* mevalarida esa aminokislota hosilalari taurin va GABA (γ -aminomoy kislota) ham mavjud. *L. chinense* mevalarida 19 ta aminokislota, jumladan 17 ta α -aminokislota, taurin va GABA topilgan. *L. chinense* barglarida ham 19 ta aminokislota mavjud. Mevadan farqli ravishda barglarda glutamin, valin va nikotianamin (yangi aminokislota, ya'ni N-[N-(3-amino-3-karboksipropil)-3-amino-3-karboksipropil]azetidin-2-karbon kislota) ham uchraydi. *L. ruthenicum* mevalari tarkibida 17 ta aminokislota aniqlangan (Yao X. et al., 2011). *L. depressum* mevalari tarkibida 20 ta proteinogen α -aminokislota aniqlandi. Meva tarkibida lizin, arginn va gistidin kabi asosli aminokislotalar miqdori qolganlarga nisbatan sezilarli miqdorda kam (1-jadval).

Ushbu oilaga mansub *L. barbarum*, *L. chinense* va *L. ruthenicum* atroflicha o'rganilgan bo'lsa-da, *L. depressum* kimyoviy tarkibi bo'yicha ma'lumotlar adabiyotlarda birmuncha kam uchraydi. Shu bois, *L. depressum* turli qismlari, ayniqsa mevalari kimyoviy tarkibini o'rganish taqozo etiladi (Egamberdiyeva M.T. va boshq., 2024).

O'zbekiston Respublikasining janubiy hududlarida tabiiy holda o'sgan gojining yetilgan mevalari sentyabr oyida terildi. Olingan mevalar xona haroratida davomida quritildi. Quritilgan xom-ashyo kukun holigacha maydalandi. O'simlik materiali 70% etanolda ekstraksiya qilindi. Suv-spirтли aralashma bug'latildi va qolgan qoldiqqa qaynoq suv qo'shildi. Aralashma sovugacha filtrlandi, subnatant qutbsiz birikmalarni ajratish uchun xloroform bilan ekstraksiya qilindi. Qolgan suvli faza geksanda, etilasetatda hamda *n*-butanolda ekstaksiya qilindi.

1-jadval

Lycium turlarining aminokislota tarkibi

T/r	<i>L. barbarum</i>	<i>L. chinense</i>	<i>L. ruthenicum</i>	<i>L. depressum</i>
1.	glitsin	glitsin	glitsin	glitsin
2.	alanin	alanin	alanin	alanin
3.	valin	valin	valin	valin
4.	leysin	leysin	leysin	leysin
5.	izoleysin	izoleysin	izoleysin	izoleysin
6.	sistin	sistein	sistin	sistin
7.	metionin	metionin	metionin	metionin
8.	serin	serin	serin	serin
9.	treonin	treonin	treonin	treonin
10.	fenilalanin	fenilalanin	fenilalanin	fenilalanin

11.	tirozin	tirozin	tirozin	tirozin
12.	asparagin kislota	asparagin kislota	asparagin kislota	asparagin kislota
13.	glutamin kislota	glutamin kislota	glutamin kislota	glutamin kislota
14.	lizin	lizin	lizin	lizin
15.	arginin	arginin	arginin	arginin
16.	gistidin	gistidin	gistidin	gistidin
17.	triptofan	triptofan		triptofan
18.	prolin	prolin	prolin	prolin

Yuqoridagi erituvchilar yordamida olingan etilasetat va *n*-butanolli fraksiyalar tarkibidagi birikmalar ustunli xromatografiya usulida ajratildi. Barcha fraksiyalardan tayyorlangan namunalar biologik tekshiruvlar uchun topshirildi.

L. depressum □-aminokislota tarkibi iste'molda bo'lgan turkumning boshqa turlaridan (asosan, *L. barbarum*) sifati va miqdori jihatdan deyarli farq etmaydi. Bu esa mazkur turni xalq xo'jaligida dorivor xossali oziq-ovqat mahsuloti sifatida tavsiya etish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Egamberdiyeva M.T. va boshq. *Lycium depressum* mevasi tarkibidagi biofaol moddalarni ajratish. SamDU Ilmiy axborotnomasi. 2024. – № 3 (145). 38-41 b.
2. Naji S. et al. The extract of *Lycium depressum* stocks enhances wound healing in streptozotocin-induced diabetic rats //The International Journal of Lower Extremity Wounds. – 2017. – T. 16. – №. 2. – C. 85-93.
3. Qian D. et al. Systematic review of chemical constituents in the genus *Lycium* (Solanaceae) //Molecules. – 2017. – T. 22. – №. 6. – C. 911.
4. Yao X. et al. Phytochemical and biological studies of *Lycium* medicinal plants //Chemistry & Biodiversity. – 2011. – T. 8. – №. 6. – C. 976-1010.

Mazkur tadqiqot “O‘zbekiston va Turkiya hamkorligida ishlab chiqariladigan nanozarrachalar: UZNANOTR” mavzusidagi amaliy loyiha (AL-9825035939-R2) doirasida bajarilgan.

“AS-MU” CHOY TARKIBIDAGI RADIONUKLEIDLAR VA OG‘IR METALLAR XAMDA CHOYNING MIKROBIOLOGIK TOZALIGINI O‘RGANISH.

U.V.Muqimjonova, I.R.Asqarov, M.Yu.Isaqov

Qo‘qon davlat universiteti, Farg‘ona viloyati, O‘zbekiston

2 Andijon davlat universiteti, Andijon viloyati, O‘zbekiston

*email:muqimjonovaumidaxon2011@mail.com

Abstract. This article presents the results of the study of the content of pesticides, radionuclides and heavy metals in the anti-inflammatory and anti-memory tea "AS-MU", prepared from the roots and leaves of the local medicinal plant *Cicer songaricum*, and the conclusions of the studies conducted to determine the microbiological purity of the tea. The results of the study of the content of pesticides, radionuclides and heavy metals in the tea, as well as the microbiological purity of the tea, were compared with the requirements of the World Health Organization and the Food and Agriculture Organization, and conclusions were drawn.

Key words: radionuclides, heavy metals: lead (Pb), cadmium (Cd), mercury (Hg), arsenic (As).

So‘nggi yillarda dorivor o‘simliklar asosida tayyorlanadigan fitopreparatlar va yig‘malar tibbiyot amaliyotida keng qo‘llanilmoqda. Ayniqsa, yallig‘lanish va asab tizimi kasalliklarini davolash hamda profilaktika qilishda tabiiy biologik faol qo‘shimchalar muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday yig‘malar tarkibiga odatda asab tizimini rag‘batlantiruvchi va yallig‘lanishga qarshi xususiyatga ega bo‘lgan dorivor o‘simliklar kiritiladi. Ushbu o‘simliklar biologik faol moddalarga boy bo‘lib, flavonoidlar, efir moylari, saponinlar va fenolik birikmalarni o‘z ichiga oladi [Heinrich.M va boshqalar, 2012].

Radionukleidlilar - inson salomatligiga ta'siri nurlanish dozasi bog'liq. Nurlanishning juda yuqori dozalari darhol sog'liqqa ta'sir qilishi, kuyish yoki o'tkir nurlanish sindromini keltirib chiqarishi mumkin. Limfoid to'qima va gematopoetik organlar eng ko'p ta'sirlanadi. Epitelial to'qima, qon tomir endoteliysi, tog'ay, suyak va asab to'qimalariga ham ta'sir qiladi [IAEA, 2022].

Og'ir metallar (qo'rg'oshin - Pb, kadmiiy - Cd, simob -Hg, mishyak - As va boshqalar) atrof-muhitning xavfli ifloslantiruvchilari hisoblanadi. Ular sanoat chiqindilari, transport vositalari chiqindilari, mineral o'g'itlar va pestitsidlar orqali tuproqda to'planadi [Alloway, 2013]. Dorivor o'simliklar ushbu elementlarni ildiz tizimi orqali yutib, yer ustki qismlarida to'plashi mumkin. Og'ir metallarning inson organizmiga salbiy ta'siri ko'plab tadqiqotlarda isbotlangan. Masalan, qo'rg'oshin asab tizimiga, kadmiiy buyraklarga, simob markaziy asab tizimiga, mishyak esa onkologik kasalliklar rivojlanishiga sabab bo'lishi mumkin [ATSDR 2020].

Tadqiqotimiz maqsadi xam Cicer songaricum o'simligi ildizi va barg xomashyolari asosida tavsiya etilayotgan yalig'lanishga va xotira pasayishiga qarshi "AS-MU" choy tarkibini to'liq taxlil qilishdan iborat bo'lib, uning tarkibidagi radionukleidlilar O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Bosh tibbiy boshqarmaning Sanitariya-epidemiologiya nazorati boshqarmasi, Radiatsiya xavfsizligi bo'limi, jismoniy atrof-muhit omillarini kuzatish laboratoriyasida tekshiruvdan o'tkazildi.

Biologik faol qo'shimcha tarkibi Seziy-137 va Stronsiya -90 radionukleidlarga nisbatan tekshiruvlar amalga oshirilgan. Natijada biz taqdim etgan maxalliy dorivor o'simlikdan tayyorlangan choy tarkibida radionukleidlilar me'yor darajasidan ancha kam bo'lib, tirik organizmlarga salbiy ta'sir ko'rsatmaydi. Choy tarkibida radionukleidlilarni o'rganish ekologik monitoring, farmatsevtik sifat nazorati va aholi salomatligini muhofaza qilish nuqtayi nazaridan muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

1- jadval

"AS-MU" choyi tarkibidagi radionukleidlilar o'rganish natijalari.

No	Ko'rsatkichlar nomi	NH sinov usullari bo'yicha	NH bo'yicha	Kengaytirilgan no-anqlik bilan haqiqiy qiymat P=95% k=2
Radionukleidlilar				1
11	Seziy (Cs) -137, Bq/kg,n/b	O'z O'U 0547:2011 (MVI.MN 1181-2011)	200	2,32±0,54
22	Stronsiy (Sr) -90 Bq/kg,n/b		100	5,85±1,34

Choy tarkibida og'ir metallar miqdorini aniqlash, ularning gigiyenik me'yorlarga muvofiqligini baholash va ekologik xavfsizlik darajasini aniqlashdan iborat. Shuning uchun tadqiqot olib borilayotgan choy tarkibidagi og'ir metallar miqdori laboratoriya tekshiruvdan o'tkazildi (2-jadval).

2- jadval

"AS-MU" choyi tarkibidagi og'ir metallarni o'rganish natijalari

No	Ko'rsatkichlar nomi	NH sinov usullari bo'yicha	NH bo'yicha	Kengaytirilgan no-anqlik bilan haqiqiy qiymat P=95% k=2
				1
1	Qo'rg'oshin, mg/kg, ko'p emas	GOST 34141-2017	6.0	0.22 ± 0.01
2	Mishyak, mg/kg, ko'p emas	GOST 34141-2017	0.5	0.13 ± 0.01

3	Kadmiy, mg/kg, ko'p emas	GOST 34141-2017	1.0	0.00
4	Simob, mg/kg, ko'p emas	GOST 34141-2017	0.1	0.00

Maxalliy dorivor o'simlik Cicer songaricum o'simligi ildiz va barg xomashyolari asosida tayyorlangan choy tarkibidagi og'ir metallar taxlili mishyak, simob va kadmiy kabi og'ir metallar qoldiqlari umuman yo'qligini boshqa og'ir metallarni miqdori xam me'yor talablaridan ancha pastligini ko'rsatmoqda.

Adabiyotlar ro'yxati.

1. Alloway B.J. Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability. – 3-nashr. – Dordrecht: Springer, 2013. – 613 b.
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for lead [Elektron resurs]. – Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2020.
3. Heinrich.M., Barnes.J., Gibbons.S., & Williamson, E. (2012). Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy (2 nd ed.). Elsevier. pp. 45–52, 134–140.
4. International Atomic Energy Agency. Radiation protection and safety of radiation sources [Elektron resurs]. – Vienna: IAEA, 2022.

KVERSETINNI PIYOZ PO'SLOG'I TARKIBIDAN EKSTRAKSIYALASH VA UNING MIQDORIY TAHLILI

Sh.K.Tashbayeva, E.M.Safarova

Guliston davlat universiteti, O'zbekiston kasimovnash@gmail.ru

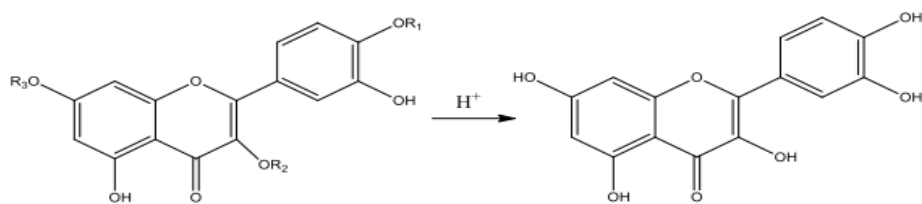
Abstract: In this study, quercetin extract from onion peel was obtained using ethanol and ethyl acetate, and its content was analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC). An HPLC calibration curve was constructed by preparing standard solutions of quercetin and rutin in ethanol and ethyl acetate at varying concentrations. It was found that the yield of ethanol extraction was high, but the quercetin purity was low, while the yield of ethyl acetate extraction was 3.6%, and the quercetin content was 23.2%.

Key words: Flavonoid, quercetin, rutin, onion, ethanol, ethyl acetate, extraction, HPLC.

Ma'lumki, piyoz o'ziga xos ta'mi va dorivor xususiyatlariga ega bo'lgan qimmatli sabzavot ekinidir. Piyoz biologik faol moddalarga boy bo'lib, ularni tuzilishiga ko'ra turli xil birikmalarga ajratish mumkin. Turli xil piyozlar o'z tarkibida 6-21% gacha quruq modda, shu jumladan, 5-17% gacha uglevodlarga ega. Azotli moddalar esa piyoz tarkibida 1-4% ni tashkil qiladi. Shakar esa 4-14% gacha, u glyukoza, saxaroza, fruktoza va maltoza shaklida bo'ladi. Piyozda 0,05% efir moyi, flavonoidlar va fitonsidlar mavjud (R.Slimestad va b., 2007).

Flavonoidlar o'simlik dunyosida keng tarqalgan birikmalar bo'lib, hozirgi vaqtda oziq - ovqat, farmatsevtika, tibbiyot va kosmetika sanoatining ajralmas qismi sifatida qaraladi. Flavonoidlar o'simliklarda nafaqat aglikon (kversetin), balki uning uglevodlar bilan konjugatsiyalangan glikozid hosilalari, shuningdek, metil efirlari holida ham mavjud bo'ladi. Flavonoidlar geterotsiklik C-3 halqalarining o'zgarishi natijasida flavonollar, flavonlar, katexinlar, flavanonlar, antosiyanidinlar va izoflavonlar hosil bo'ladi. Adabiyotlarda 4000 dan ortiq turli xil tabiiy flavonoidlar mavjudligi haqida ma'lumotlar keltirilgan. Flavonollarning eng keng tarqalgan vakillariga kempferol, kversetin, izoramnetin va miritsetin kabi birikmalar kiradi (Э. Х. Ботиров va boshqalar, 2016).

Rutin va kversetinning glikozidlarini kislotali muhitda gidroliz qilish natijasida kversetin hosil bo'ladi (1-rasm).



1-rasm: Rutin va kversetin glikozidlarining kislotali muhitda gidrolizi

Tadqiqot davomida piyoz po‘stlog‘i yig‘ib olindi va quritilib, maydalandi. Maydalangan xomashyo massasini etil atsetat, 70% va 96% li etil spirti (1:15 nisbatda) bilan ekstraksiya qilindi. Ekstrakt filtrlanib, tozalandi. Tozalangan mahsulot tarkibidagi kversetin va rutin tarkibini tahlil qilish uchun YuSSX usulidan foydalanildi

Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) — bu murakkab aralashmalarni tarkibiy qismlarga (komponentlarga) ajratish, ularni aniqlash va miqdorini o‘lchash uchun ishlatiladigan zamonaviy tahlil usulidir. Ushbu usulning asosiy ishlash tamoyili YuSSX jarayoni namuna aralashmasini o‘z ichiga olgan suyuq erituvchini (mobil faza) yuqori bosim ostida maxsus ustun (kolonka) orqali o‘tkazishga asoslangan (Пузиев И.Х. va b. 2024). Ustun ichidagi qattiq adsorbent modda (masalan, kremniy yoki polimer zarralari) statsionar faza hisoblanadi. Aralashmadagi turli moddalar adsorbent bilan turlicha o‘zaro ta’sir qiladi. Natijada, har bir komponent ustun bo‘ylab turli tezlikda harakatlanadi va alohida-alohida ajralib chiqadi. Ustundan chiqayotgan moddalar detektor tomonidan qayd etiladi va elektr signaliga aylantiriladi, bu esa **xromatogramma** ko‘rinishida namoyon bo‘ladi.

Buning uchun (250×4,6 mm, 5 mkm Perkin Elmer C18 column HPLC, Agilent (USA)) 0,5% li sirka kislotasi - asetonitril (60:40) nisbatda, Kversetin (Quercetin>97% (Sigma Aldrich, Germany)) va Rutin (Rutin>98% (Sigma Aldrich, Germany)) eritmasini turli konsentratsiyalardagi standart eritmalarini tayyorlash orqali kalibrlash egri chizig‘i tuzildi: 1 mg/ml, 1,25 mg/ml va 2,5 mg/ml. YuSSX qurilmasida 2,634 daqiqada rutin, 4,390 daqiqada kversetin bo‘lgan standart namunalar asosida xromatogramma olindi, aniqlash to‘lqin uzunligi 254 nm ga teng.

Kversetin ekstraksiyasining eng yuqori unumi piyoz po‘stlog‘ining 70% va 96% li etanol bilan ekstraksiyasidan olindi, ammo ekstraktidagi kversetin miqdori juda past va ifloslanish darajasi yuqori. Etanolga suv qo‘shilishi ekstraksiya jarayonining samaradorligini oshirdi, ammo uning tozaligini kamaytirdi (1-jadval). Kversetin etil asetat bilan ekstraksiya qilib olinganda, ekstraksiya unumi 3,6% gacha bo‘ldi va kversetin miqdori 23,2% ga yetdi.

1-jadval

Piyoz po‘stlog‘i tarkibidagi kversetin ekstraksiyasining samaradorligi va olingan kversetinning tozaligi (harorat 78°C).

Ekstraksiya usuli	Erituvchi hajmi(ml)	Ekstraksiya vaqti (soat)	Ekstraksiya samaradorligi (kukun %)	Kversetin miqdori(%)
Qaytarma sovutgich orqali etil asetat bilan ekstraksiya	15:1	4	3,6	23,2
Qaytarma sovutgich orqali 70% etanol bilan ekstraksiya	15:1	4	10,5	13,4
Qaytarma sovutgich orqali 96% etanol bilan ekstraksiya	15:1	4	6,72	15,6

Antioksidant faollikka ega birikmalar, xususan kversetinning yuqori miqdori piyozning suvli qismiga nisbatan quruq qismida ko‘proq uchrashi piyoz qobig‘i yoki uning ekstraktidan foydalanish uchun yangi istiqbollarni ochadi (Batra va Sharma, 2013).

Piyoz po'stlog'ini etil asetat bilan ekstraktsiya qilish kversetin ajratishning samarali, tez va oddiy usuli hisoblanadi. Bunda kversetinning tozalik darajasi 23,2% ni tashkil etgan bo'lsada, qo'shimcha moddalar asosan rutin va kversetinning glikozidlari ekanligi, ekstraktni gidroliz qilish natijasida kversetin miqdorini yanada oshirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. R.Slimestad, T.Fossen & I.Vagen. M. Onions: a source of unique dietary flavonoids. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(25), 10067-10080. (2007).
2. . Э. Х. Ботиров, А. М. Каримов, А. А. Дренин. Флавоноиды растений рода *Scutellaria* L. (2016).
3. Рузиев И.Х., Мухамадиев А.Н., Эргашева Д.Р. Анализ некоторых флавоноидов в растительных образцах методом ВЭЖХ.//”Kimyo ta’limi, fan va ishlab chiqarish integratsiyalari” mavzusidagi I Xalqaro IAK. Qo‘qon, 2024-yil, 22-may 55-58 -betlar.
4. Batra P., Sharma A.K. Anti-cancer potential of flavonoids: Recent trends and future perspectives. *Biotech.* 2013; 3:439–459. DOI:10.1007/s13205-013-0117-5.

ADGEZION XOSSALI AMINOALDEGID OLIGOMERLARINING SINTEZI VA MUHIM FIZIK – KIMYOVIY XOSSALARI

Zaripov Anvar Alijon o'g'li

Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O'zbekiston.

Bahrom G'afurovich Ramazonov

Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, Ozbekiston.

ramazonov_baxrom@bstu.uz

Annotatsiya: Ushbu maqolada modifikatsiyalangan karbamid-formaldegid oligomerlari, ularning sintezi, qo'llanilish sohalari, adgezion xossali birikmalarni ishlab chiqarishning dolzarbligi borasida fikr yuritiladi. Modifikatsiyalangan karbamid-formaldegid va melamin-formaldegid oligomerlari, ularning sintez sharoitlari, ta'sir qiluvchi omillar va reaksiya tenglamalari keltirilib, qatronlar tarkibidan erkin formaldegid emissiyasi va ularning sabablari, shuningdek ushbu emissiyani kamaytirish bo'yicha tadqiqotlar muhokama qilinadi. Sintezlangan modifikatsiyalangan karbamid-formaldegid va melamin-formaldegid oligomerlarining tarkibi IQ - spektroskopik tahlil yordamida tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: karbamid, formaldegid, akril kislotasi, melamin, metilol guruhlari, erkin formaldegid emissiyasi, adgeziya, qatron, yog'och qipiqli plitalar,

Karbamid-formaldegid (UF) qatronlari pressmateriallar ishlab chiqarish uchun eng muhim yelimlovchi qatron turi hisoblanadi. Ular yuqori reaktivlik, yaxshi ishlab chiqarish xususiyatlari va arzonligi bilan ajralib turadi. Biroq, aminometilen bog'lanishining qaytarilishi va shuning uchun gidrolizga moyilligi tufayli ularda qattiqlashtirilgan qatronning suvga chidamliligi yo'q. Bu muammoni UF qatron molekulalariga melamin kabi boshqa komponentlarni kiritish orqali hal qilish mumkin. Keyinchalik formaldegidning ajralib chiqish muammosi so'nggi ikki o'n yillikda qatronlardagi formaldegid miqdorining kamayishi tufayli hal qilingan deb hisoblash mumkin (1- Dunky M., 1998, 2- Costa N. et al., 2012). Zamonaviy laboratoriya sinov usullari kimyoviy tuzilishini, shuningdek, jelatinlanish va qotish paytida qatronlarning xossalarini chuqur o'rganish imkonini beradi. Tayyor mahsulot tarkibidan erkin formaldegidning ajralishi dunyo miqyosida presmateriallar ishlab chiqarish, teri, charmga ishlov berish jarayonlarida dolzarb muammo ekanligi va uni bartaraf etishning muhim yo'li sifatida karbamid formaldegid oligomerini formaldegidni biriktiruvchi vazifasini bajara oluvchi funksional faol guruhlarga ega bo'lgan birikmalar bilan modifikatsiyalash, shu orqali tayyor mahsulot xossalariga ta'sir qilmagan holda uning tarkibidan formaldegid emissiyasini kamayishiga erishish bugungi kunda dolzarb masala ekanligi adabiyotlar tahlilidan ko'rinib turibdi (3 - Pizzi A. 2003, 4- Myers G. E., 1990).

Oligomer tarkibidan erkin formaldegid emissiyasini kamaytirish maqsadida karbamid formaldegid oligomerini akril kislota bilan modifikatsiyalash maqsadga muvofiq deb hisobladik.

Buning uchun formalin eritmasini (37% li suvli eritmasi) olib, unga 2,2:1 molyar nisbatda karbamid qo'shib, doimo aralashtiriladi. Aralashma 55-60°C va pH= 7-8 haroratda shaffof va bir hil holga kelguncha aralashtiriladi. Olingan eritmaga 2,2: 1: 0,1 molyar nisbatda eritmani aralashtirishda akril kislota qo'shildi. Akril kislota oligomeri va karbamid formaldegid eritmasi to'liq aralashtirilgandan so'ng, aralashmaga 2-3 tomchi vodorod peroksid eritmasi qo'shiladi va jarayon 50-55°C haroratda doimiy aralashtirish bilan 30-60 daqiqa davom ettiriladi. Biroz vaqt o'tgach, aralashma qalinlashadi va yelimsimon, quyuq massa hosil bo'ladi (5-Рамазонов Б.Г v.b.)

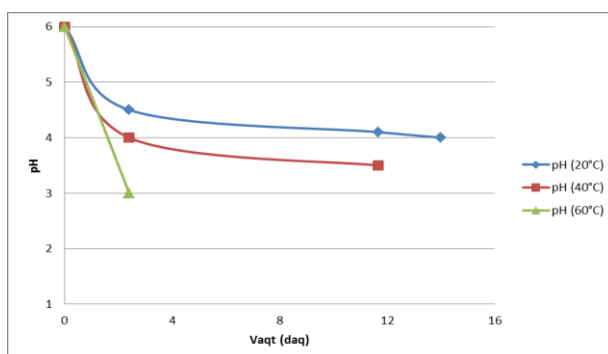
Sintez qilingan oligomerlarning tarkibi IQ-spektral analiz, termik barqarorligi TGA-DSC qurilmalarida tahlil qilinib, olingan natijalar tegishli tahlil, interpretasiyalar amalga oshirildi.

Bizga ma'lumki, sintez qilingan qatron qanday maqsadda qo'llanilishidan qat'iy nazar uning muhim ekspluatatsion xossalaridan biri bu uning jelatinlanish vaqti bo'lib hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan tajriba variantlari bo'yicha sintez qilingan oligomerlarning jelatinlanish xarakterining oligomer tarkibidagi karbamid va formaldegidlar nisbatiga o'zaro bog'liqligini grafik usulida o'rgandik.

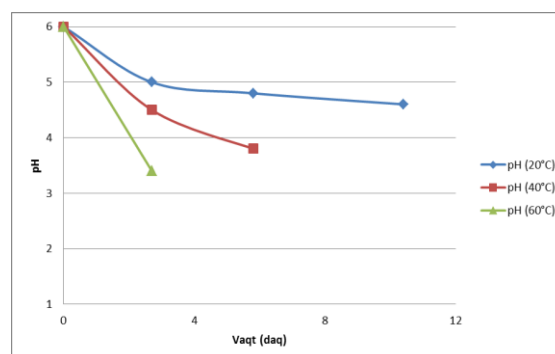
Sintez qilingan qatronlarning ba'zi sifat ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	I variant KF	II variant KF+H ₃ PO ₄	III variant KF+AK	IV variant KF+KrA	V variant MeIF+AK
Qovushqoqlik, 25°C,	235	244	260	248	268
Adgeziya, kg/sm ²	16	16	17	15	21
pH – ko'rsatkichi	6,1	5,8	5,8	6,3	6,1
Zichlik, g/ml	1,42	1,44	1,48	1,39	1,49
110°C dagi jelatinlanish vaqti, sek	48	51	52	55	55
Erkin formaldegidning massa ulushi (%).	1,72	1,67	1,61	1,7	1,54
Quruq qoldiq massa ulushi, %	58,4	57,1	56,7	57,6	57,4

Yog'och qipiqklarining aralashmasi 100°C harorat atrofida presslash qurilmasiga uzatiladi. Bunda qatronning harorat ta'siriga fizik va kimyoviy jihatdan chidamliligi muhim ahamiyatga ega bo'lib hisoblanadi. Sintez qilingan oligomerlarning qizdirilganda jelatinlanishga ketgan vaqtini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan turli tajriba variantlari bo'yicha sintez qilingan qatronlarning qizdirilgandagi jelatinlanishga ketgan vaqtlari aniqlanib, ularning bir-biriga nisbatan ustunligi yoki kamchiliklarini ko'rish maqsadida grafiklar olindi (1,2-Rasmlar).



1-Rasm. Karbamid formaldegid+KrA oligomeri pH qiymatining NH_4Cl ta'sirida harorat va vaqtga bog'liq holda o'zgarishi.



2-Rasm. Melamin formaldegid+AK oligomeri pH qiymatining NH_4Cl ta'sirida harorat va vaqtga bog'liq holda o'zgarishi.

Tadqiqotlar natijasida qo'lga kiritilgan natijalar shuni ko'rsatdiki, sintez qilingan modifikatsiyalangan oligomerlar tarkibida erkin formaldegidning emissiyasi kamayganligi, shu bilan birga qatronning funksional xossalari saqlanib qolganligini tadqiqot natijalari ko'rsatib turibdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Dunky M. Urea-formaldehyde (UF) adhesive resins for wood //International Journal of Adhesion and Adhesives. – 1998. – T. 18. – №. 2. – C. 95-107.
2. Costa N. et al. Alternative to latent catalysts for curing UF resins used in the production of low formaldehyde emission wood-based panels //International Journal of Adhesion and Adhesives. – 2012. – T. 33. – C. 56-60.
3. Pizzi A. Melamine-formaldehyde adhesives //Handbook of adhesive technology.–2003..
4. Myers G. E., Koutsky J. A. Formaldehyde liberation and cure behavior of urea-formaldehyde resins //Holzforschung. – 1990. – T. 44. – №. 2. – C. 117-126.
5. Рамазонов Б.Г., Аминов Ф.Ф., Гафуров С.Б. Синтез и ик-спектроскопический анализ мочевиноформальдегидного олигомера, модифицированного акриловой кислотой // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2025. 3(132).

GOMOVERATRILAMIN, ASETOSIRKA EFIRI, BENZALDEGID ISHTIROKIDAGI KARBOSIKLLANISH REAKSIYALARINI O'RGANISH Xudoyberdiyeva A.A.¹, Suyunova S.N.¹, Savurov M.T.¹, Saidov A.Sh.¹, Urunbayeva Z.E.², Vinogradova V.I.³

¹Samarqand davlat universiteti, Biokimyo instituti, Organik sintez va bioorganik kimyo kafedrası,

e-mail: a.khudoyberdiyeva@mail.ru

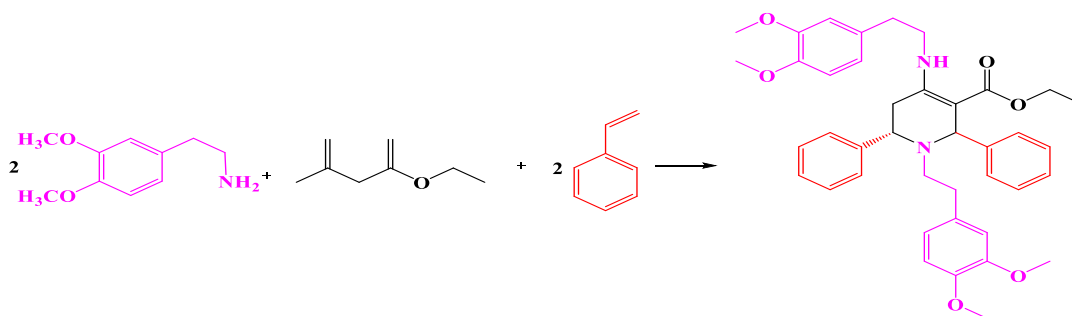
²Samarqand davlat tibbiyot instituti

³O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi akademik S.Yu. Yunusov nomidagi O'simlik moddalari kimyosi instituti.

Annotatsiya. Yenaminonlar tabiatda tabiiy holda uchramasada, shu davrga qadar ularning minglab yangidan-yangi sintetik vakillarini sintez qilishga erishildi va oraliq karkaslar sifatida foydalanilmoqda. Shu nuqtai nazardan, ular asosida ko'plab biologik faol bo'lgan geterosiklik [1] va boshqa tabiiy birikmalar [2] sintezi amalga oshirilmoqda. Bunday keng foydalanish sohasiga egaligi, ular molekulasining noyob tuzilishi bilan izohlanadi.

Kalit so'zlar. gomoveratrilamin, asetosirka efiri, benzaldegid ishtirokidagi karbosikllanish reaksiyasi.

So'nggi yillarda 1,3-dikarbonil birikmalar, birlamchi aminlar va aldegidlar asosida o'ziga xos sharoitlarida bir idishli ko'p komponentli reaksiyalar natijasida turli xil kondensatsiya mahsulotlarini olishga erishildi. Shunga ko'ra, maqsadli sintezlarimizni uch komponentli bir bosqichli reaksiya usulida olib borilgan edi [3]. Ushbu tadqiqot ishida yenamionon hosilalarining sintezini amalga oshirish uchun dastlabki modda sifatida gomoveratrilamin, asetosirka efiri hamda benzaldegid tanlab olindi. Xona haroratida bitta reaksiya idishda 5 ta komponentning xona haroratida bir necha sutka davomida karbosikllanish reaksiyasi olib borildi. Reaksiya natijasida kutilgan uch komponentli mahsulot olishga erishildi, shu bilan birga qo'shimcha mahsulotlar ham ajratib olindi.



Xulosa qilib aytganda, ko'p komponentli reaksiyalar an'anaviy bir necha bosqichli sintezga nisbatan ko'plab afzalliklari tufayli yangi va murakkab molekulyar birikmalarni yaratishda kuchli yo'nalishga aylanib bormoqda. Bunday reaksiyalar asosidagi sintezlar ekologik xavfsiz, sodda va qulayligi bilan organik kimyogarlar e'tiborini tortmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Farshbaf S. et al. Propargylic ureas as powerful and versatile building blocks in the synthesis of various key medicinal heterocyclic compounds //Chemical Review and Letters. – 2018. – T. 1. – №. 2. – C. 56-67.
2. Chitra G. et al. Indole-3-acetic acid/diol based pH-sensitive biological macromolecule for antibacterial, antifungal and antioxidant applications //International journal of biological macromolecules. – 2017. – T. 95. – C. 363-375.
3. Худойбердиева А. А. и др. Синтез енаминонов на основе ацетилацетона, гомовератриламينا и ароматических альдегидов //Universum: химия и биология. – 2024. – T. 2. – №. 6 (120). – C. 40-44.

P-TOLUIL KISLOTANI XLORATSETILXLORID BILAN REAKSIYASI

O. O. Abdujabborova, S.H. Bobonazarova, A.K. Abdushukurov, D.M. Bo'riyeva

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahri, O'zbekiston,
e-mail: o.abdujabborova@nuu.uz, tel: +998998006990

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahri, O'zbekiston

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahri, O'zbekiston

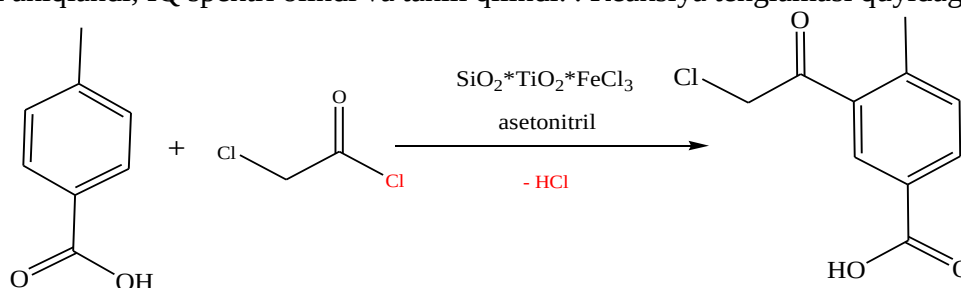
Key words: p-toluic acid, chloroacetyl chloride, 3-(2-Chloro-acetyl)-4-methyl-benzoic acid, $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{FeCl}_3$ nanocatalyst, acyl group, acetonitrile

Abstract: The chloroacetylation reactions of p-toluic acid with chloroacetyl chloride have been insufficiently studied in the literature. Therefore, the aim of this study is to determine the optimal conditions for the synthesis of 3-(2-chloroacetyl)-4-methylbenzoic acid by carrying out the reaction in the presence of a $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{FeCl}_3$ nanocatalyst. In addition, the physical constants of the synthesized 3-(2-chloroacetyl)-4-methylbenzoic acid will be determined.

Asosiy matn: p-Toluil kislota aromatik karbon kislotalar bo'lib, organik sintezda muhim oraliq modda hisoblanadi. p-Toluil kislota molekulasida $-\text{COOH}$ va $-\text{CH}_3$ guruhlar bo'lib, aromatik halqada elektrofil almashinish reaksiyalarida ya'ni $-\text{COOH}$ elektronoakseptor guruh m-holatga yo'naltiruvchi, $-\text{CH}_3$ elektronodonor o'rinsosar bo'lib o-, p- holatga yo'naltiradi. Bu ikkala

o'rinbosarning bir-biriga nisbatan p-holatda joylashuvi aromatik halqada elektrofil almashinish reaksiyalarida kelishilgan holda yo'naltiradi. p-Toluil kislotani xloratsetillangan hosilasi yangi biologik faol moddalar sintezi uchun oraliq maxsulot hisoblanadi (Bentli va boshq.,2005). Aromatik birikmalardan fenotiazin halqa tizimlaridagi bir nechta birikmalarni Friedel-Crafts katalizatorlari ishtirokida atsetillash va xloroatsetillash reaksiyalari keng o'rganildi va tegishli halqa tizimlarida atsetillash va xloroatsetillashning holati isbotlandi. Har bir tizimda yaxshi hosil bilan bitta halqada monoatsetillanish sodir bo'lishi organilgan (Jakson va Shirli, 1967). Aromatik uglevodorodlar, fenollar va aromatik aminlar asosida atsil hosilalar sintezi hamda ularning qishloq xo'jaligi, farmatsevtika va neft-gaz sanoatidagi ahamiyati yoritilgan. O'zbekiston Milliy universiteti olimlari tomonidan xloratsetilxlorid bilan C-, O-, N-at sillash reaksiyalari va ularda turli metall tuzlari, metallokomplekslar foydalanilgan holda tadqiqotlar olib borilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, turli izomerlar faolligi va reaksiya mahsulotlari chiqimida sezilarli farq kuzatilgan. Sintez qilingan birikmalarning biologik faolligi o'rganilib, ularning gerbitsidlik, fungitsidlik, bakteritsidlik, ingibitorlik va stimulyatorlik xossalari aniqlangan (Abdushukurov va boshq.,2025).

p-Toluil kislotaning xlorasetil xlorid bilan reaksiyalari nanokatalizator- $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{FeCl}_3$ yordamida reaksiyasi: Qaytar sovuqgich bilan jihozlangan tubi yumaloq 50 ml kolbaga p-toluil kislotadan 1.3514 g (0,01mol), 0.03025 g (0.001 mol) $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{FeCl}_3$ nanokatalizator o'lchab solindi, unga 5 ml asetonitril erituvchisidan qo'shib modda to'liq eritildi. p-toluil kislota solingan kolbaga 5 ml asetonitrilda 0,79 ml (0,01mol) xlorasetilxlorid eritib olinib sekinlik bilan tomchillatib aralashtirildi. Reaksiya aralashmani magnitli aralashtirgich solinib, erituvchi qaynash haroratida aralashtirildi. Reaksiya davomiyligi reaksiya aralashmadan har 1 soatda olinib YuQX da tekshirish orqali aniqlandi. Reaksiya 6 soat davom etdi. Erituvchi asetonitril rotorli bug'latgich yordamida haydab olindi. Qolgan mahsulot 10 ml etilasetatda eritildi va 20 ml suv bilan 2 marta yuvildi. Hosil bo'lgan ikkita bir-biriga aralashmaydigan qismlar ajratgich voronkada ajratildi. Etilasetat bug'latib yuborildi. Reaksiya unumi 73 % 1,55g ni tashkil etdi. Olingan maxsulot oqimtir rangli kristall modda. Reaksiya natijasida olingan 3-(2-xlorasetil)-4-metilbenzoy kislotaning tozaligini yupqa qatlam xromatografiyasi (Silufol UB-254, moddalarni aniqlash geksan:etilasetat 2:1 sistemasida amalga oshirildi; UEF kamerasi). Sintez qilingan moddani fizik kattaliklari aniqlandi, IQ spektri olindi va tahlil qilindi. . Reaksiya tenglamasi quyidagicha boradi:



Aromatik karbon kislotalardan p-toluil kislotasini xloratsetilxlorid bilan reaksiyalari kam o'rganilgan bo'lib, ushbu tadqiqot ishida p-toluil kislota xloratsetilxlorid ishtirokida reaksiyalari nanokatalizator- $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{FeCl}_3$ ishtirokida olib borildi, p-toluil kislota molekulasida $-\text{COOH}$ va $-\text{CH}_3$ guruhlari bo'lib, aromatik halqada elektrofil almashinish reaksiyalarida ya'ni $-\text{COOH}$ elektronoakseptor guruh m-holatga yo'naltiruvchi, $-\text{CH}_3$ elektronodonor o'rinbosar bo'lib o-, p-holatga yo'naltiradi. Bu ikkala o'rinbosarning bir-biriga nisbatan p-holatda joylashuvi aromatik halqada elektrofil almashinish reaksiyalarida kelishilgan holda yo'naltiradi. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra aromatik halqada atsellash reaksiyalari Fridel-Krafts katalizatorlari ishtirokida olib borilgan. Ushbu tadqiqot ishida nanokatalizator- $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{FeCl}_3$ aromatik halqada elektrofil almashinish reaksiyasini borishini osonlashtirgan. Reaksiya davomiyligi 6 soatni tashkil qildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

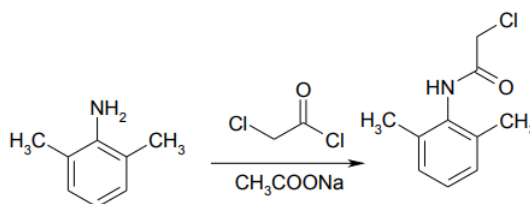
1. Abdushukurov A. K. et al. Acylation of aromatic compounds containing various functional groups and application of the compounds obtained based on them //Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine. – 2025. – T. 4. – №. 3. – C. 100-105.
2. Bentley T. W. et al. Mechanisms of solvolyses of acid chlorides and chloroformates. Chloroacetyl and phenylacetyl chloride as similarity models //The Journal of Organic Chemistry. – 2005. – T. 70. – №. 22. – C. 8963-8970.
3. Jackson T. G., Shirley D. A. Friedel-Crafts acetylation and chloroacetylation of the benzophenothiazines //The Journal of Organic Chemistry. – 1967. – T. 32. – №. 4. – C. 1190-

2,4-KSILIDINNI XLORATSETILLASH REAKSIYASI**N.S.Boboqulova*, Sh.E.Ochilov, D.U.Nurmatov, M.S.Yusufov, A.K.Abdushukurov***Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahri, O'zbekiston***e-mail: nazokatbobqulova20@gmail.com*

Abstract: In this study, the chloroacetylation reaction of 2,4-dimethylaniline was carried out, and 2-chloro-*N*-(2,4-dimethylphenyl)acetamide was synthesized as the product. This work was performed using a synthetic method not previously employed, with acetonitrile used as a solvent. Additionally, chloroacetyl chloride, K_2CO_3 , and ethyl acetate compounds were utilized.

Keywords: 2,4-xylidine, chloroacetyl chloride, Erlenmeyer, acetonitrile, 2-chloro-*N*-(2,4-dimethylphenyl)acetamide.

Adabiyotlarda aromatik aminobirikmalarni atsillash reaksiyalari turli atsillovchi agentlar ishtirokida reagentlarning turli mol nisbatlarida olib borilganligini ko'rishimiz mumkin (Richard S. Pottorf va boshq, 2003), (Wang Bo va boshq, 2010). Reaksiyaning unumi atsillovchi agentning kuchiga va tabiatiga bog'liq holda turli qiymatlarga ega bo'ladi. 2,6-ksilidinni natriy asetat va sirka kislotasi ishtirokida xloroatsetilxlorid bilan reaksiya olib borilganda 2-xloro-*N*-(2,6-dimetilfenil)atsetamidga aylanadi. Buning uchun 2,6-ksilidin va konsentrlangan sirka kislotasi Erlenmayer kolbasida aralashtiriladi va eritma muzli hammomda 10°C gacha sovutiladi. Bu haroratda xloroatsetil xlorid uzluksiz aralashtirish ostida asta-sekin qo'shiladi. Yana biroz aralashtirishdan so'ng, suvli natriy asetat eritmasi qo'shiladi hamda 2-xloro-*N*-(2,6 dimetilfenil) atsetamid cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma suv bilan yuviladi hamda qurutilib suvli etanolda qayta kristallanadi. Quyida reaksiya sxemasi keltirilgan.



2,4-dimetil anilinni xloroatsetilxlorid bilan atsetillash orqali 2-xloro-*N*-(2,4-dimetilfenil)atsetamid sintez qilindi va uning fizik-kimyoviy xossalari o'rganildi. Dastlab 2,4-dimetil anilinning 0,01 mol miqdori 100 ml hajmli tubi yumaloq kolbaga solindi va u 50 ml atsetonitrilda eritildi. Aralashmaga K_2CO_3 0,01 mol (1.38 gr) miqdori analitik tarozida tortib olindi va qo'shildi. Eritma harorati -1-3 °C sovuq muhitda 30 min davomida magnitli aralashtirgich yordamida aralashtirib turildi va unga xloroatsetilxlorid 0,01 mol, (0.8 ml) miqdori tomchilatib qo'shildi. So'ngra 2 soat davomida reaksiya olib borildi va undan keyin aralashma YuQX yordamida (geksan:atseton, 2-3) identifikatsiya qilindi. Reaksiya tugagach cho'kmani filtrlab ajratib olindi va uni qurutish shkafiga 48 soatga qo'yildi. Mahsulotni tozalash uchun etil atsetat yordamida qayta kristallandi va ushbu 2-xloro-*N*-(2,4-dimetilfenil)atsetamid birikmasi keyingi bosqichlarda turli nukleofil almashinish reaksiyalariga kirishish uchun asosiy oraliq mahsulot sifatida olib qo'yildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Richard S. Pottorf, Naresh K. Chadha, Martins Katkevics, Vita Ozola, Edgars Suna, Hadi Ghane, Tor Regbergc, Mark R. Playera. Parallel synthesis of benzoxazoles via microwave-assisted dielectric heating // *Tetrahedron Letters* -2003. -№. 44. -P. 175-178.

2. Wang Bo, Zhang Yicheng, Li Pinhua, Wang Lei. An Efficient and Practical Synthesis of Benzoxazoles from Acyl Chlorides and 2-Aminophenols Catalyzed by Lewis Acid In(OTf)₃ under Solvent-Free Reaction Conditions // *Chin. J. Chem.* -2010. -№. 28. -P. 1697—1703.

**OLEANOL KISLOTANING SITIZIN BILAN KOMPLEKSINI OLIISH VA
SPEKTRAL TAHLILLARI**

Sh.M.Boboyorova¹, O.O.Salohiddinova², R.S.Esanov^{1,3}, M.B.Gafurov^{1,2}

¹O'zR FA akademik O.S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti,

Toshkent sh., Mirzo Ulug'bek ko'chasi, 83

²Guliston davlat universiteti,

³Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universiteti

e-mail: boboyorovas9@gmail.com

Abstract: In this research work, a complex of a broad-spectrum biologically active triterpenoid - oleanolic acid with the alkaloid cytosine (SM-10) was obtained, some of its physicochemical properties were determined, and its chemical structure was analyzed using spectroscopic (UV, IR spectroscopy) methods.

Key words: oleanolic acid, cytosine, complex, UV-, IR-spectroscopy, biological activity

Oleanol kislota va uning hosilalari, yallig'lanishga, OIVga, virusga, bakteriyaga, saratonga qarshi, gepatoprotektor, neyroprotektor hamda antioksidant kabi bir qator biologik faolliklarga ega bo'lgan modda hisoblanadi (Ayeleso T., va boshq., 2017). Oleanol kislotasi kam zaharliligi, tabiatda keng tarqalganligi sababli, undan biologik faol hosilalarni olishda va tibbiyotda kerakli dori preparatlari yaratishda foydalanish mumkin (Patlolla, J.M.R. va boshq., 2011).

Ushbu tadqiqotning maqsadi oleanol kislotaning sitizin bilan kompleksini (SM-10) olish, olingan kompleksning fizik-kimyoviy kattaliklarini aniqlash hamda tuzilishini fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida tahlil qilishdan iborat. Bunda SM-10 kompleksi adabiyotda ma'lum bo'lgan usullar asosida eritma muhitida olindi (Esanov R.S. va boshq., 2023). Unum 95.4 %, Tsuyuq. = 232±2 °C, UB-spektr, $\lambda_{\max}$, nm(lg ϵ) 203,8 (4,56), 235,4 (4,46), 312,4 (4,51). IQ-spektr ma'lumotlari (sm⁻¹): $\nu(\text{NH})=3314\text{--}3278$, $\nu(\text{CH})=2944$, $\nu(\text{N-H}\cdots\text{O})=2801\text{--}2747$, $\nu(\text{OH})=2359$, $\nu(\text{C=O-})=1642$, $\nu(\text{C-N})/\delta(\text{N-H})=1536$, $\delta(\text{CH}_2)=1479\text{--}1441$, $\nu_s(\text{COO-})=1420$, $\nu(\text{C-N})=1344\text{--}1311$, $\nu(\text{CO})=1262\text{--}1229$, $\delta(\text{CH})=1011\text{--}907$.

Olingan kompleks birikmaning ayrim fizik-kimyoviy kattaliklari aniqlandi hamda kompleks hosil bo'lishida ishtirok etuvchi o'zaro ta'sirlashuvlarning tabiati IQ-spektroskopiya usullarida olingan spektral ma'lumotlar tahlili natijasida kompleks hosil bo'lish jarayonida oleanol kislotaning karboksil guruhi hamda sitizinning amino guruhi ishtirokida ion bog'li birikmalar hosil bo'lganligidan dalolat beradi. Bundan tashqari UB-spektrlarida kompleks hosil bo'lishi natijasida yutilish maksimumining "batoxrom" siljishlari kuzatildi, bu esa molekulalar o'rtasida o'zaro ta'sirlashuv mavjudligini ko'rsatadi.

Xulosa qilib aytganda, ilk bor oleanol kislotaning sitizin bilan kompleksi olindi. Olingan kompleksning fizik-kimyoviy xossalari aniqlanib, tuzilishi UB- va IQ-spektroskopiya usullari yordamida tahlil qilindi. IQ-spektrlar natijasida kompleks hosil bo'lishida vodorod bog'lari va elektrostatik o'zaro ta'sirlar muhim rol o'ynashi aniqlandi. Olingan kompleks biologik faol birikma sifatida istiqbolli hisoblanadi va hozirda biologik faolligi tadqiq etilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Ayeleso T.; Matumba, M.; Mukwevho, E. Oleanolic acid and its derivatives: biological activities and therapeutic potential in chronic diseases. *Molecules* 2017, 22 (11), 1915.

2.Esanov R.S., Ishimov, U.Z., Gafurov, M.B., Sobirova, F.A., & Matchanov, A.D. (2023). Preparation of new glycyrrhetic acid derivatives with nitrogen-containing ligands. *Chemistry of Plant Raw Material*, 2, 223–230.

3. Patlolla J.M.R., Rao, C.V. Triterpenoids for cancer Prevention and treatment: Current status and future prospects. *Current Pharmaceutical Biotechnology* 2011, 13 (1), 147–155. <https://doi.org/10.2174/138920112798868719>.

MOLECULAR DOCKING STUDY OF A GOSSYPOL- AND Na-CMC-BASED LIGAND WITH COX-1 AND COX-2 ENZYMES

Hasanova F.F, Sarimsakov A.A.

Institute of Polymer Chemistry and Physics, Uzbekistan Academy of Sciences, 7b Abdulla Qodiriy Street, Tashkent, Republic of Uzbekistan

e- mail:giyosovaferangiz@gmail.com

Abstract: In this study, the interaction of a gossypol- and sodium carboxymethyl cellulose-based ligand with cyclooxygenase enzymes, namely COX-1 and COX-2, was investigated using molecular docking analysis. The three-dimensional structure of the ligand was constructed and geometrically optimized using the Avogadro molecular editor. The crystal structures of COX-1 (PDB ID: 3KK6) and COX-2 (PDB ID: 3LN1) were obtained from the Protein Data Bank. Molecular docking calculations were performed using AutoDock Vina software. The results showed that the ligand exhibited binding energies of -9.3 kcal/mol for COX-1 and -9.0 kcal/mol for COX-2, indicating favorable binding affinity toward both enzymes. The ligand was stabilized in the active sites through hydrogen bonds, π -cation, π -alkyl, π -sigma, and van der Waals interactions. The obtained results suggest that the gossypol- and Na-CMC-based ligand may be considered a potential inhibitor of cyclooxygenase enzymes.

Keywords: gossypol, Na-CMC, AutoDock Vina, COX-1, COX-2, cyclooxygenase, ligand.

Cyclooxygenase enzymes, particularly COX-1 and COX-2, play an important role in the biosynthesis of prostaglandins in the human body [1]. The activity of these enzymes is directly associated with inflammation, pain, and other biological processes. Therefore, the identification of new ligands capable of interacting with COX enzymes and the evaluation of their binding properties are of great importance in modern pharmaceutical and biochemical research [2,3].

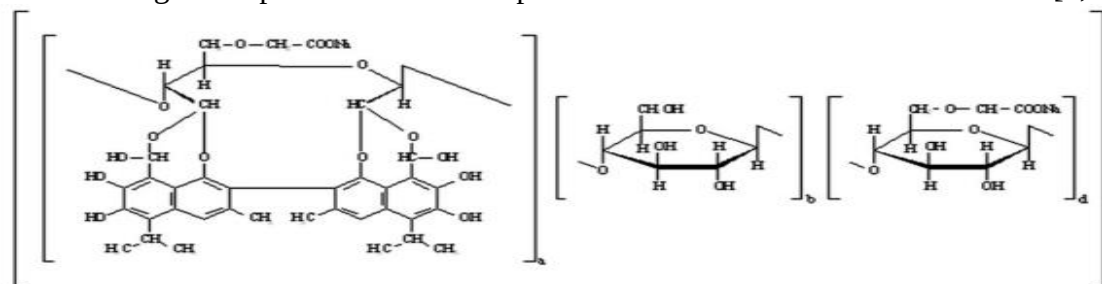


Figure A. Reaction scheme of gossypol with sodium carboxymethyl cellulose

Gossypol is a natural polyphenolic compound known for its various biological activities [4]. Sodium carboxymethyl cellulose is a biocompatible and water-soluble polymer that is widely used as a polymeric matrix in drug delivery systems. Therefore, studying the interaction of a gossypol- and Na-CMC-based ligand with COX enzymes by molecular docking makes it possible to theoretically evaluate its potential biological activity [5].

The aim of this study was to evaluate the interaction of a gossypol- and Na-CMC-based ligand with the active sites of COX-1 and COX-2 enzymes using molecular docking analysis and to determine its potential inhibitory properties.

The three-dimensional molecular structure of the ligand was constructed using the Avogadro molecular editor, followed by geometry optimization before docking analysis. The crystal

structures of the target proteins, COX-1 (PDB ID: 3KK6) and COX-2 (PDB ID: 3LN1), were obtained from the Protein Data Bank.

Prior to docking, the protein structures were prepared by removing crystallographic water molecules and unnecessary heteroatoms. Hydrogen atoms and Kollman charges were added to improve the accuracy of docking calculations. Molecular docking simulations were performed using AutoDock Vina software.

For COX-1, the grid box center coordinates were set to $x = -36.005$, $y = 51.633$, and $z = -1.12$, whereas for COX-2, the coordinates were set to $x = 34.926$, $y = -28.991$, and $z = -9.509$. In both cases, the grid box dimensions were set to $40 \times 40 \times 40 \text{ \AA}$, with an exhaustiveness value of 64.

The ligand–protein interactions were visualized and analyzed using BIOVIA Discovery Studio Visualizer 2020.

The molecular docking results demonstrated that the gossypol- and Na-CMC-based ligand showed high binding affinity toward both COX-1 and COX-2 enzymes. In the case of COX-1, the ligand exhibited a binding energy of -9.3 kcal/mol , indicating the formation of an energetically favorable and stable complex with the active site of the enzyme.

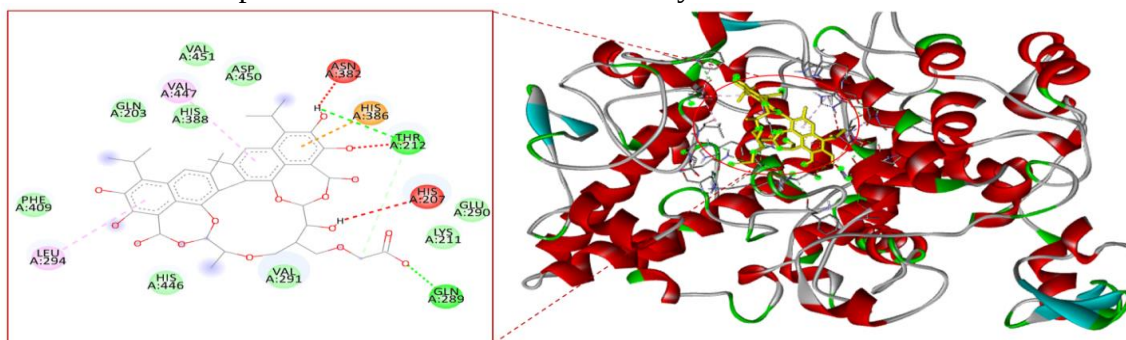


Figure B. Two-dimensional and three-dimensional binding interaction model of the ligand within the active site of COX-1 (PDB ID: 3KK6).

In the active site of COX-1, the ligand formed conventional hydrogen bonds with THR212 and GLN289 amino acid residues. In addition, π -cation interaction with HIS386, π -alkyl interactions with VAL447 and LEU294, and van der Waals interactions with GLN203, ASP450, VAL451, PHE409, HIS446, VAL291, GLU290, and LYS211 residues were observed. These interactions contributed to the stable accommodation of the ligand within the COX-1 binding pocket.

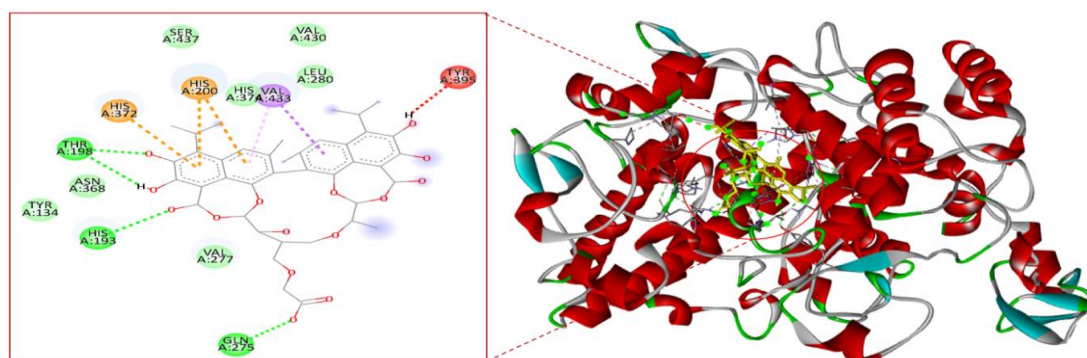


Figure C. Two-dimensional and three-dimensional binding interaction model of the ligand within the active site of COX-2 (PDB ID: 3LN1).

For COX-2, the ligand showed a binding energy of -9.0 kcal/mol , which also indicates favorable binding activity. The ligand formed hydrogen bonds with THR198, HIS193, and GLN275 residues. Furthermore, π -cation interactions with HIS200 and HIS372, a π -sigma

interaction with VAL433, and van der Waals contacts with ASN368, TYR134, VAL277, SER437, VAL430, LEU280, and HIS374 residues were observed.

Comparison of the docking scores showed that the ligand had slightly stronger affinity toward COX-1 than COX-2, as indicated by the lower binding energy value for COX-1. Nevertheless, stable ligand–protein complexes were formed with both enzymes.

The molecular docking study demonstrated that the gossypol- and Na-CMC-based ligand effectively binds to the active sites of COX-1 and COX-2 enzymes. The ligand exhibited binding energies of -9.3 kcal/mol for COX-1 and -9.0 kcal/mol for COX-2. The presence of hydrogen bonds, π -type interactions, and van der Waals contacts in the active sites contributed to the stability of the ligand–protein complexes.

Overall, the obtained results suggest that the gossypol- and Na-CMC-based ligand may be considered a potential inhibitor of cyclooxygenase enzymes. These findings theoretically support the possible anti-inflammatory activity of the investigated ligand and indicate the need for further experimental studies.

References

1. Adams, R., Geissman, T.A., Edwards, J.D. Gossypol, a pigment of cottonseed. *Chemical Reviews*. 1960, 60, 555–574.
2. Wang, X., Howell, C.P., Chen, F., Yin, J., Jiang, Y. Gossypol – A polyphenolic compound from cotton plant. *Natural Product Research*. 2009, 23, 1549–1563.
3. Randel, R.D., Chase, C.C., Wyse, S.J. Effects of gossypol and cottonseed products on reproduction of mammals. *Journal of Animal Science*. 1992, 70, 1628–1638.
4. Smith, F.H., Halbrook, J.C. Determination of gossypol in cottonseed products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1968, 45, 789–792.
5. Berardi, L.C., Goldblatt, L.A. Gossypol. In: *Toxic Constituents of Plant Foodstuffs*. Academic Press, New York, 1980.

4-SIKLOGEKSILFENIL 2-XLOROATSETAT SINTEZ QILISH USULLARI

A.U. Choriyev^{1*}, N.U. G'afforov¹, A.K. Abdushukurov²

¹Qarshi davlat universiteti, Qarshi shahri, O'zbekiston

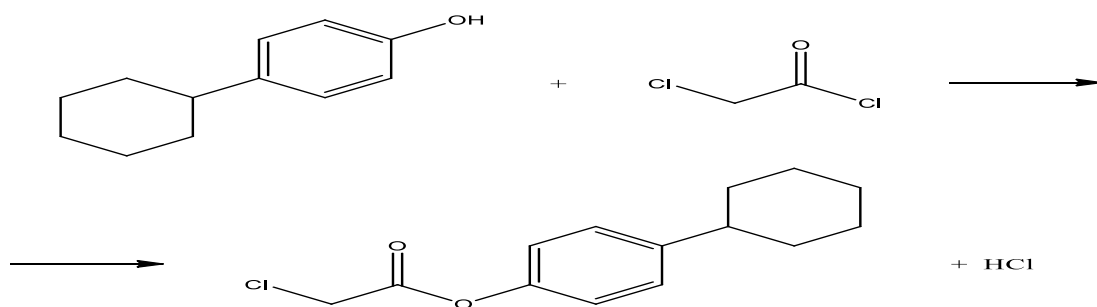
²Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahri, O'zbekiston

*e-mail: azimjon-organik@mail.ru

Abstract: The synthesis of 4-cyclohexylphenyl 2-chloroacetate of substituted 4-cyclohexylphenols. O-acylation reactions at the first stage of the synthesis were carried out under varying conditions. The first version of the synthesis was carried out using chloroacetyl chloride as an acylating agent together with a high-boiling solvent. The parameters of chloroacetylation of aromatic alcohols were optimized with rational selection of solvents and the ratio of reagents in the reactions. The synthesized compounds were characterized by UF, IR and NMR spectroscopy.

Key words: 4-cyclohexylphenol, O-acylation, chloroacetyl chloride, 4-cyclohexylphenyl 2-chloroacetate.

Zamonaviy ishlab chiqarishda sintetik materiallar, shuningdek oziq-ovqat mahsulotlari, kosmetik va dori vositalarida xizmat muddatini va saqlanish muddatini uzaytirishga, shuningdek ushbu mahsulotlarning iste'mol xususiyatlarini yaxshilashga yordam beruvchi antioksidant qo'shimchalar keng qo'llaniladi. Hozirgi vaqtga qadar xloratsetil guruhi saqllovchi 4-siklogeksilfenol bo'yicha adabiyot ma'lumotlari juda kam uchraydi. Shu munosabat bilan, ushbu ishning maqsadi 4-siklogeksilfenil 2- xloratsetat sintez qilish usullarini o'rganishdan iborat bo'ldi. 4-Siklogeksilfenil 2- xloratsetat sintez qilish usullari quyidagi sxema bo'yicha amalga oshdi:



9,08 mmol 4-siklogeksilfenol 18 ml dimetilformamidda eritildi. 10,9 mmol xloroatsetil xlorid azot atmosferasida 10 daqiqa davomida tomchilab qo'shildi va tiniq eritma tez orada och sariq rangga kirdi. 45 daqiqadan so'ng reaksiya 20 ml H₂O qo'shilishi bilan to'xtadi. Reaksiya mahsuloti 20 ml dietil efiri bilan ekstraksiya qilindi. Birlashtirilgan organik qatlamlar 30 ml suv bilan yuvildi, MgSO₄ bilan quritildi va vakuumda konsentratsiyalandi. Reaksiya mahsuloti 84% unum bilan olindi.

9,08 mmol 4-siklogeksilfenol va 19,98 mmol imidazol 18 ml dimetilformamidda eritildi. 19,98 mmol xloroatsetil xlorid argon atmosferasida 5 daqiqa davomida tomchilab qo'shildi va aralashma xona haroratida bir kecha davomida aralashtirib turildi. Eritmaning rangi rangsizdan yorqin sariq rangga o'zgardi. Reaksiyani susaytirish uchun 25 ml suv qo'shildi va suv bilan bir necha marta yuvildi. Keyin filtrat 15 ml dixlormetan bilan 3 marta ekstraksiya qilindi, organik qatlamlar tuzli suv bilan 2 marta yuvildi va MgSO₄ bilan quritilgandan so'ng, erituvchi bug'lantirildi. Qoldiq minimal miqdorda etanolida eritildi va suv bilan tritursiya qilindi, shunda 91% unum bilan 4-siklogeksilfenil 2- xloratsetat hosil bo'ldi.

2,33 mmol 4-siklogeksilfenol 15 ml geksanda eritildi va magnit aralashtirgich o'rnatilgan kolbaga o'tkazildi. 3,26 mmol xloroatsetil xlorid 5 ml geksanda eritilib, 4-siklogeksilfenol eritmasiga qo'shilgandan so'ng, aralashma aralashtirildi va qumli hammom yordamida 95-100°C haroratgacha 3 soat davomida qizdirildi. Keyin reaksiya massasiga 0,36 mmol, 0,2 ml piridin qo'shildi, u yana 2 soat davomida qizdirilgan holda doimiy ravishda aralashtirildi. Reaksiya jarayoni 4:1 nisbatda petroliy efiri-etilatsetat erituvchilar sistemasida YuQX yordamida nazorat qilindi. Reaksiya massasi piridindan yuvildi, suvsiz natriy sulfat bilan quritildi va kolonkali xromatografiya yordamida tozalandi (petroliy efiri-etilatsetat 20:1→5:1). Mahsulot unumi 47% ni tashkil etdi, R_f = 0.77 (petroliy efiri-etilatsetat 4:1).

0,67 mmol 4-siklogeksilfenol 10 ml metilen xloridda eritildi va magnit aralashtirgichli kolbaga o'tkazildi. 5 ml piridinda eritilgan 1,27 mmol, 216 mg xlorosirka ангидрид 4-siklogeksilfenol eritmasiga qo'shildi va aralashma aralashtirildi va qumli hammom yordamida 50-60°C haroratgacha 5 soat davomida qizdirildi. Reaksiya jarayoni YuQX yordamida nazorat qilindi. Reaksiya massasi piridindan yuvildi, Na₂SO₄ bilan quritildi va ustunli xromatografiya (petroliy efiri-etilatsetat, 25:1→10:1) yordamida tozalandi. Mahsulot unumi 18% ni tashkil etdi, R_f = 0,67 (petroliy efiri-etilatsetat, 10:1).

1,26 mmol 4-siklogeksilfenol va 1,26 mmol, 0,18 ml trietilamin 20 ml metilen xloridda eritilib, magnit aralashtirgichli kolbaga o'tkazildi. Aralashma muzli vannada 0°C gacha sovutildi. Keyin 5 ml metilen xloridda eritilgan 1,26 mmol, 0,1 ml xloroatsetil xlorid reaksiya aralashmasiga tomchilatib qo'shildi va 1 soat davomida sovutildi. Shundan so'ng, reaksiya yana 20°C da 5 soat davom etdi. Reaksiya jarayoni petroliy efiri-etilatsetat erituvchi tizimida YuQX yordamida 5:1 nisbatda nazorat qilindi. Reaksiya massasi 1% xlorid kislotasi, 5% ishqor eritmasi va to'yingan tuz eritmasi bilan ekstraksiya qilindi va Na₂SO₄ bilan quritildi. Bundan tashqari, reaksiya aralashmasi ustunli xromatografiya (petroliy efiri-etilatsetat, 30:1→10:1) yordamida tozalandi. Mahsulot unumi 39 % ni tashkil etdi, R_f = 0.63 (petroliy efiri-etilatsetat, 5:1).

2,66 mmol 4-siklogeksilfenol va trietilamin (5,32 mmol, 0,74 ml) 10 ml metilen xloridda eritilib, magnit aralashtirgichli kolbaga o'tkazildi. Aralashma muzli hammomda 0°C gacha

sovutildi. Keyin reaksiya aralashmasiga 7 ml metilen xloridda eritilgan 13,32 mmol, 1,06 ml xloroatsetil xlorid tomchilatib qo'shildi va 1 soat davomida sovutildi. Shundan so'ng, reaksiya yana 20°C da 12-15 soat davom etdi. Reaksiya jarayoni petroliy efiri-etilatsetat erituvchi tizimida YuQX yordamida 10:1 nisbatda nazorat qilindi. Reaksiya massasi 1% xlorid kislota eritmasi, 5% ishqoriy eritma va to'yingan tuz eritmasi bilan ekstraksiya qilindi va Na₂SO₄ bilan quritildi. Bundan tashqari, reaksiya aralashmasi kolonkali xromatografiya (petroliy efiri-etilatsetat, 30:1→10:1) yordamida tozalandi. Mahsulot unumi 74% ni tashkil etdi, R_f = 0,57 (petroliy efiri-etilatsetat, 10:1).

Olingan natijalardan shuni xulosa qilish mumkinki, 4-siklogeksilfenolni dimetilformamid xloroatsetil xlorid bilan azot atmosferasida o'zaro reaksiyasidan mahsuloti unumi 84% bilan olish imkoniyati yaratildi.

Adabiyotlar:

1. March J.-Advanced organic chemistry Aromatik fenollarni xloroatsetillash mexanizmlari.

4-AMINO-5-(4-AMINOFENIL)-2,4-DIGIDRO-3H-1,2,4-TRIAZOL-3-TION OLISH JARAYONI

D.T.Bobodo'stova, S.S.Saidov, D.S.Ismailova, X.A.Nishonova, A.Sh.Abdurazakov

Acad.S. Yunusov Institute of the Chemistry of Plant Substance, Academy of Science of the Republic of Uzbekistan, 100170, Tashkent, Mirzo-Ulugbek str. 77

e-mail: dilrabo.bobodostova97@gmail.com

Abstract: The antiepileptic compound 4-(6-phenyl-7H-[1,2,4]triazolo[3,4-b][1,3,4]thiadiazin-3-yl)aniline was synthesized. The key factors affecting the formation of 4-amino-5-(4-aminophenyl)-2,4-dihydro-3H-1,2,4-triazole-3-thione were identified, and the process was optimized using mathematical experimental design to determine optimal conditions.

Keywords: 1,2,4-triazole, mathematical modeling, optimization, regression equation, biological activity.

Hozirgi vaqtda tabiiy va sintetik geterohalqali birikmalar dunyo miqyosida xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llaniladigan farmatsevtik vositalarning asosini tashkil etadi. Shunig uchun 4-amino-5-(4-aminofenil)-2,4-digidro-3H-1,2,4-triazol-3-tion sintez qilindi va qulay sharoitlari o'rganildi. Ushbu birikmani olish uchun 5-(4-aminofenil)-1,3,4-oksadiazol-2-tiol 80% li gidrazin gidrat bilan reaksiyaga kiritildi. Gidrazin gidrat bu jarayonda bir vaqtning o'zida ham erituvchi, ham reagent sifatida xizmat qildi va natijada maqsadli triazol birikmasi 71% unum bilan olindi (Sanoev va boshq., 2023).

O'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga asoslanib, asosiy omillar tanlab olindi hamda ularning darajalari va o'zgarish intervallari belgilandi; ular jadvalda keltirilgan.

Omillar darajalari va o'zgarish intervallar

Omillar darajasi	o'zgarish darajalari		
	X ₁	X ₂	X ₃
Yuqori daraja O'rtacha daraja	140	10	1/75
Quyi daraja	130	9	1/70
Variatsiya intervali	120	8	1/65
	10	1	5
O'lchov birligi	°C	soat	mol nisbati

X_1 – jarayon harorati, °C, X_2 – reaksiya davomiyligi, soat, X_3 – boshlang'ich moddalar miqdoriy nisbati (mol), X_{1-2} – asosiy omillar X_1 va X_2 ning o'zaro ta'sir effekti, X_{2-3} – asosiy omillar X_2 va X_3 ning o'zaro ta'sir effekti.

5 g (0,02 mmol) 5-(4-aminofenil)-1,3,4-oksadiazol-2-tiolga 100 ml ($\rho = 1,06 \text{ g/sm}^3$) 80% li gidrazin gidrat eritmasi qo'shildi va aralashma 8 soat davomida qaynatildi. Reaksiya muhit so'ngra xona haroratida 10 soat davomida saqlandi. Shundan keyin reaksiya aralashma muz ustiga quyildi va muhit pH qiymati 10% li HCl eritmasi ($\rho = 1,048 \text{ g/sm}^3$) yordamida 5–7 oralig'iga keltirildi, natijada mahsulot oq cho'kma holida ajralib chiqdi. Hosil bo'lgan cho'kma filtrlash orqali ajratib olindi, distillangan suv bilan yuvildi va quritildi maxsulot unumi 83% ni tashkil qildi.

Foydalailgan adabiyotlar ro'yxati

1. Sanoev Z. I. et al. Synthesis And Research Anticonvulsant Activity Of Annulated Triazolo thiadiazine Derivative In Laboratory Animals //Biomedical & Pharmacology Journal. 2023. – T. 16. – №. 4. – C. 2457-2467.

2-METIL-5-XLORBEZNIMIDAZOLNING GERBITSID SAMARADORLIGINI OSHIRISH.

E.O. Raxmatov, S.S.Saidov, T.M. Mo'minova, X.A. Mirzaxidov, A.Sh.Abdurazakov.
Acad.S. Yunusov Institute of the Chemistry of Plant Substance, Academy of Science of the Republic of Uzbekistan, 100170, Tashkent, Mirzo-Ulugbek str. 77.

E-mail: elyor-raxmatov@mail.ru

Abstract: Based on water-insoluble 2-methyl-5-chlorobenzimidazole and N-(phosphonomethyl) glycine acid, which are used as herbicides in high doses against various types of weeds, a new type of water-soluble, highly effective herbicide was obtained, and its herbicidal activity was studied under extensive field conditions.

Keywords: 2-methyl-5-chlorobenzimidazole, N- (phosphonomethyl) -glycine, pesticide, herbicidal activity, weeds.

Zamonaviy pestitsidlarning eng muhim sinflaridan biri benzimidazol guruh saqlagan birikmalar bo'lib, ular orasida qishloq xo'jaligi uchun fungitsidlar, insektitsidlar, gerbitsidlar va o'simliklarning o'sishini nazorat qiluvchi stimulyatorlar aniqlangan.

Biroq, ushbu birikmalar orasida yuqori sarf me'yorlarida pestitsid sifatida qo'llaniladigan moddalarning mavjudligi hozirgi kunda ularning qo'llanilish ko'lamining qisqarishiga olib kelmoqda. Chunki benzimidazol hosilalari suvda yomon eriydi va bu turdagi moddalarning yuqori sarf me'yorlarida qo'llanilishi tuproqda pestitsid qoldiq miqdorining ortishiga hamda atrof-muhitning pestitsidlar bilan ifloslanishiga sabab bo'ladi (Mikhailikova V.V. Va boshq., 2021).

Texnologik va iqtisodiy jihatdan istiqbolli yo'nalishlardan biri — qishloq xo'jaligida yuqori sarf me'yorlarida qo'llaniladigan pestitsidlarni modifikatsiya qilish orqali ularning faolligini oshirish hamda kam sarf me'yorda yuqori samaradorlikka ega, suvda yaxshi eruvchan yangi avlod pestitsidlarini yaratish dolzarb hisoblanadi (Zakharenko VA., 2021).

2-metil-5-xlor benzimidazol moddasi gerbitsid faollikka ega bo'lib, suvda deyarli erimaydi. Ushbu modda 7-8 kg/ga sarf me'yorlarda gerbitsid sifatida qo'llanilgan. Bugungi kunda bu sarf me'yorda ta'sir ko'rsatuvchi moddalar zamon talabini qondira olmaydi. Uning samaradorligini oshirish uchun 2-metil-5-xlor benzimidazol N-(fosfonometil)-glitsin kislotasi bilan yangi 5-Xlor-2-metil-1H-benzo[d]imidazol-1-ium-(fosfonometil) glitsinat tuz shakli olingan (Raxmatov E.O. va boshq., 2024) va gerbitsid samaradorligi keng dala maydonlarida sinovdan o'tkazildi.

Tadqiqot davomida olingan gerbitsidning 50% em.k., eritmasi - 0,75 l/ga qo'llanilgandan bir yillik ikki pallali begona o'tlarga 89,3%, ko'p yillik boshqoli begona o'tlarga 88,5% hamda ko'p yillik ikki pallali begona o'tlarga 88,5% samaradorlik ko'rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

1. Mikhailikova V.V., Strebkova N.S. Analysis of the pesticide market in the Russian Federation. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2021; (91):225–227. (In Russ.).
2. Zakharenko VA. Current state and prospects of the economy of the use of pesticides in agroecosystems of Russia. Agrohimiya. 2021;(5):68–83. (In Russ.).
3. Raxmatov E.O., Jurayev B.B., Abdurazakov A.Sh., Kurbanova E.R., Bobakulov X.M., Yuldashev Sh.U., Elmuradov B.J. 5-xlorbenzimidazollar qatorida yuqori samarali, suvda oson eruvchan, yangi avlod gerbitsidining olinishi. // ILMIY AXBOROTNOMA. Sharof Rashidov nomidagi Samarqand Davlat Universiteti. № 5/2(147) 2024.-13-17 b.

GERMETIK MATERIALLAR OLISH UCHUN POLISULFIDLI OLIGOMER SINTEZI

E.A.Eshdavlatov^{1*}, R.V.Alikulov², M.A.Eshdavlatova³

Termiz davlat universiteti, Surxondaryo viloyati, O'zbekiston

*e-mail: eshdavlatoverkinjon@gmail.com

Abstract: In this study, a two-stage synthesis of a polysulfide oligomer for the production of sealing materials was carried out. Polysulfide oligomers are distinguished by their high elasticity, resistance to gas and liquid permeability, and chemical resistance. They are widely used as sealants in the aviation, automotive, construction, and oil industries. In this work, a modified oligomer based on sodium polysulfide was obtained.

Key words: Polysulfide oligomer, sodium polysulfide, sulfur, epichlorohydrin, sealing materials.

Polisulfidlar tarixi 1926 yilda amerikalik kimyogar Jozef K. Patrik bu birikmani birinchi marta kashf etganida boshlangan. 1929 yilda u tiokol tijorat nomini oldi, shundan beri u polisulfidlar uchun mashhur nomga aylandi. Kashf etilganidan ko'p o'tmay, polisulfidlar ta'sirchan xususiyatlar to'plami tufayli yopishtiruvchi moddalar, mastiklar va kauchuk buyumlar ishlab chiqarishda qo'llanila boshlandi. Mexanik kuch, kimyoviy moddalar va erituvchilarning ta'siriga yuqori qarshilik va atmosfera omillariga mukammal qarshilik polisulfidlarni bozorlarda talabga aylantiradi.

Bugungi kunda polisulfidlar bozori yangi texnologiyalar va innovatsiyalar tufayli faol rivojlanmoqda. Ishlab chiquvchilar ushbu birikmalardan foydalanish uchun yangi imkoniyatlar ochadigan yaxshilangan xususiyatlarga ega bo'lgan yanada rivojlangan formulalarni yaratish ustida ishlamoqda. Yangi ilovalar soni bilan polisulfidlar qurilish, avtomobilsozlik va boshqa sohalarda tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Istiqbolli yo'nalishlardan biri korroziyaga qarshi xususiyatlari yaxshilangan polisulfidlarni ishlab chiqishdir, bu ularni shu paytgacha boshqa materiallar bilan raqobatlasha olmagan sohalarda qo'llash imkonini beradi. Tadqiqotlar davom etmoqda va texnologiyaning yangi darajasi yanada barqaror va bardoshli materiallarni yaratishga imkon beradi.

Zamonaviy sanoatda yuqori samarali germetik materiallarga talab ortib bormoqda. Ayniqsa, aviatsiya, kosmik texnika, neft va gaz quvurlari, avtomobil va qurilish konstruksiyalarida ishlatiladigan materiallar yuqori elastiklik, past haroratda moslashuvchanlik, yoqilg'i, moy va erituvchilarga chidamlilik, gaz o'tkazmasligi talablariga javob berishi kerak. Germetik materiallar, korroziyaga qarshi qoplamalar, yuqori adgeziya xususiyatiga ega yopishtiruvchi kompozitsiyalar, elastomerlar, selektiv sorbentlar va himoya qatlamlari ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi [1–3].

An'anaviy polisulfidli (tiokol) oligomerlar bu talablarni yaxshi bajaradi, ammo ularning sintezi murakkab, ekologik jihatdan og'ir va qimmat. Taklif etilayotgan usul nisbatan past

haroratda (75–80°C), qisqa vaqt ichida va sodda jihozlarda amalga oshirilishi mumkin. Epixlorgidrin qo'shilishi oligomer zanjirida funksional guruhlarni kiritib, termik va mexanik barqarorlikni oshirishi kutilmoqda. Bu usul mahalliy xom ashyolardan foydalanish imkonini beradi va chiqindilarni kamaytiradi. Shuning uchun ishning dolzarbligi yuqori.

Mazkur ishning maqsadi germetik materiallar uchun yangi polisulfidli oligomer sintez qilish va uning xususiyatlarini o'rganish, xususan natriy polisulfid eritmasini olish, oligomer sintezini optimallashtirish, mahsulotning fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash.

Sintez jarayoni: 1-bosqich. Natriy polisulfid eritmasini sintez qilish. Dastlab ishqor bilan oltingugurt 1 : 1,2 mol nisbatda olinadi. Natriy gidroksidning to'yingan eritmasi tayyorlandi va oltingugurtning umumiy massasi 38,4 g bo'lib, uni 8 teng qismga bo'lib, har 8 daqiqada natriy ishqor eritmasiga qo'shildi. Reaksiya MS7-H550-S magnitli isitkich plitada 80 °C haroratda 1 soat davom ettirildi. Hosil bo'lgan natriy polisulfid eritmasi filtrlendi va tozalandi.

2-bosqich. Polisulfidli oligomer sintezi. Olingan natriy polisulfid eritmasiga epixlorgidrin ketma-ket ravishda qo'shildi. Reaksiya 75–80 °C haroratda 1 soat davom ettirildi. Jarayon davomida eritmaning pH qiymati 10–11 oralig'ida saqlab turildi (natriy gidroksid yordamida). Hosil bo'lgan oligomer uch marta distillangan suv bilan yuvildi va 60 °C da issiq havo oqimida quritildi.

Olingan polisulfidli oligomerning tashqi ko'rinishi qizg'ish-jigarrangli yopishqoq suyuqlik, molekulyar massasi 1000–4000 g/mol oralig'ida, yuqori yopishqoqlikka ega, yoqilg'i, moy, erituvchilar va suvga yaxshi chidamli. gaz o'tkazmasligi yuqori, past harorat moslashuvchanligi -50 °C gacha yaxshi saqlanadi.

Ikki bosqichli usul yordamida germetik materiallar uchun polisulfidli oligomer muvaffaqiyatli sintez qilindi. Taklif etilgan metod oddiy, xavfsiz va samarali. Olingan oligomer yuqori ekspluatatsion xususiyatlarga ega bo'lib, sanoatda germetik ishlab chiqarishda qo'llanilishi mumkin. Kelgusida vulkanizatsiya sharoitlari va plomba moddalar bilan kompozitsiyalarni optimallashtirish rejalashtirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1.Djalilov A.T va boshqalar. Natriy polisulfidi va 1,1,2-trixlorethan asosida sintez qilingan polisulfid oligomerining fizik-kimyoviy xossalari tadqiq etish. 2025

2.Grabel'nykh V.A and others. Novel Type of Sorbents Based on Sodium Polysulphide from the Wastes of Epichlorohydrin. 2012.

3.Nazarov S.I va boshqalar. Xlororganik chiqindilar asosida polisulfid kauchuk sintezi, uning fizik-kimyoviy xossalari va tuzilishining IQ -spektroskopik tadqiqoti. 2025.

INFLUENCE OF DIFFERENT WATER AND CHARGE MODELS ON MOLECULAR DYNAMICS SIMULATIONS OF THE ACHE–GALANTAMINE COMPLEX BY AMBER99SB-ILDN FORCE FIELD IN GROMACS SOFTWARE

A.G. Eshimbetov*, J.M. Ashurov, B.T. Ibragimov

Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent, Uzbekistan

e-mail: ealisherg@yahoo.com

Abstract: The 500 ns MD simulations of acetylcholinesterase–galantamine complex have been carried out using the SPC/E, TIP3P, TIP4P, and TIP4P-Ew water models. Ligand atomic charges were determined using the AM1-BCC, Gasteiger, CM5, CHELPG, and RESP charge models. The binding energy measured by MMGBSA was found to be significantly dependent on both the water model and the charge scheme.

Key words: acetylcholinesterase, galantamine, molecular dynamic simulations

It is well known that in silico approaches are widely used to predict the potential biological activity of compounds, thereby enabling targeted synthesis based on the obtained data. Molecular docking and molecular dynamics simulations of ligand–receptor complexes have become essential

components of in silico studies, together with the evaluation of ADMET properties (F.E. Agamah et al. 2020). Moreover, absorption, distribution, metabolism, excretion, and toxicity (ADMET) play critical roles in drug discovery and development. An ideal drug candidate should not only exhibit high efficacy against its therapeutic target but also possess favorable ADMET properties at therapeutic doses (L. Guan et. al., 2018).

The correct choice of a water model in molecular dynamics simulations is of great importance, as it directly affects the spatial structure, dynamic behavior, and interaction properties of biomolecules. Water molecules, in addition to forming hydrogen bonds (H-bonds) with protein and ligand molecules, can also act as a bridge in protein–ligand interactions, significantly contributing to the stability of the complex. In the process of molecular dynamics, the correct modeling of the water environment plays an important role in ensuring the reliability of electrostatic interactions, conformational changes, and binding energies. Therefore, the choice of a water model is one of the factors that directly affects the accuracy and reproducibility of the calculation results. Taking this into account, in order to study the effect of water models on the molecular dynamics simulation of the protein–ligand complex and the protein–ligand binding energy, molecular dynamics simulations were performed using the SPC/E, TIP3P, TIP4P, and TIP4P-Ew water models for the acetylcholinesterase–galantamine complex. For each water model, the charge distributions on atoms of the ligand molecule were calculated by the AM1-BCC, Gasteiger, CM5, CHELPG, and RESP charge models.

Molecular dynamics (MD) simulations of the galantamine–AChE (PDB ID: 1DX6) complex generated by the molecular docking method (AutoDock Vina [6]) were performed in the GROMACS 2025.3 software package (M.J. Abraham et al., 2015) using the AMBER99SB-ILDN force field. The topology file of the galantamine molecule was generated using the ACPYPE server based on the AM1-BCC Gasteiger, CM5, CHELPG, and RESP charge distributions. Atomic charge distributions have been determined by using Multiwfn program package (T. Lu and F. Chen, 2012) on the basis of DFT calculations results.

The MMGBSA method, based on molecular mechanics and the generalized Born surface area approach, is widely used to determine protein–ligand binding energies based on the results of molecular dynamics simulations. Using this approach, the binding energy of the galantamine molecule to the enzyme in the AChE–galantamine complex was estimated based on the MD results obtained with the participation of various water models.

From the RMSD graph obtained as a result of these studies (Figure 1), it can be observed that in all water models used, the galantamine molecule remained in the active center of AChE throughout the simulation and the system reached an equilibrium state.

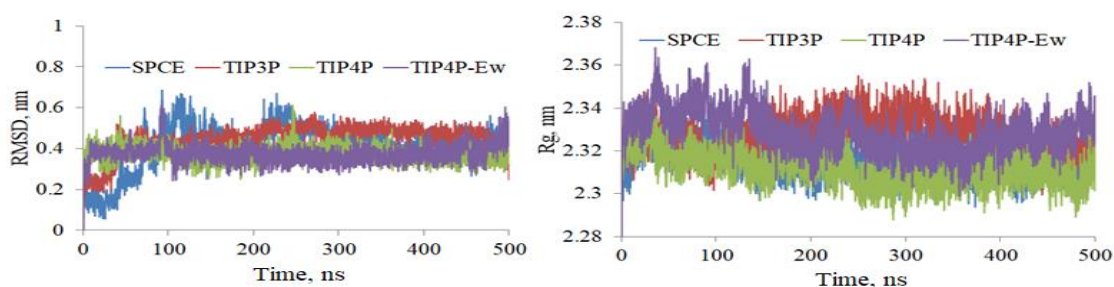


Figure1. RMSD and Rg graph of the AChE-galantamine complex, where atomic charges determined by AM1-BCC scheme

Table 1. Ligand-enzyme binding energy (ΔG_{bind} , kcal/mol) in the MD modeled AXE-galantamine complex in different water models and AM1-BCC charge model

Parametr	SPC/E	TIP3P	TIP4P	TIP4P-Ew
ΔH	-19.55 ± 2.75	-32.88 ± 3.11	-30.76 ± 0.83	-23.75 ± 2.5
$-T\Delta S$	5.42 ± 0.62	5.42 ± 0.26	1.96 ± 0.05	2.2 ± 0.04
ΔG_{bind}	-14.14 ± 2.82	-27.46 ± 3.12	-28.8 ± 0.84	-21.55 ± 2.5

According to the results of MM/GBSA analysis, the TIP4P water model best represented the binding energy of galantamine to the AChE enzyme. At the same time, the TIP3P water model is recommended as the best choice for long-term molecular dynamics simulations due to its relatively short computational time and close binding energy values to the TIP4P model.

This work was conducted as part of project FL-9524115091, funded by the Agency for Innovative Development under the Ministry of Higher Education, Science, and Innovation of the Republic of Uzbekistan.

Literature

1. Abraham M. J., Teemu M., Roland S., Szilárd P., Jeremy C.S., Berk H., Erik L. SoftwareX. –2015. Vol.1-2. P.19–25.
2. Agamah F.E., Mazandu G.K., Hassan R., Bope C.D., Thomford N.E., Ghansah A. & Chimusa E.R. Briefings in Bioinformatics. –2020.–Vol.21(5). –PP.1663-1675.
3. Guan L, Yang H, Cai Y, Sun L, Di P, Li W, Liu G, Tang Y. MedChemComm. 2018 Vol.10(1), PP.148-157.
4. Lu T., Chen F., J. Comput. Chem. 2012.-Vol.33.-PP. 580-592.

SYNTHESIS OF N-(4-(((6-iodoquinazolin-4-yl)amino)methyl)phenyl)cyclohexanecarboxamide

Sh.Sh. Gaybullaev¹, Z.I. Murtazaeva¹, Y.R. Takhirov², K.O. Zohidov¹

¹Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand, Uzbekistan

²Urgench State University named after Abu Rayhan Biruni, Urgench, Uzbekistan

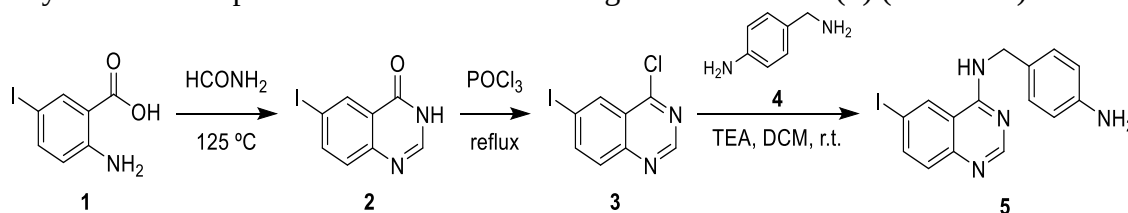
Email: shukhratbekgaybullayev@gmail.com

Abstract: In the present study, a practical synthetic approach was developed for obtaining the quinazoline-based intermediate N-(4-(((6-iodoquinazolin-4-yl)amino)methyl)phenyl)cyclohexanecarboxamide in good yield. The identity and purity of the synthesized compound were verified by contemporary physicochemical characterization methods.

Keywords: quinazolines, targeted synthesis, cyclization, substitution, condensation.

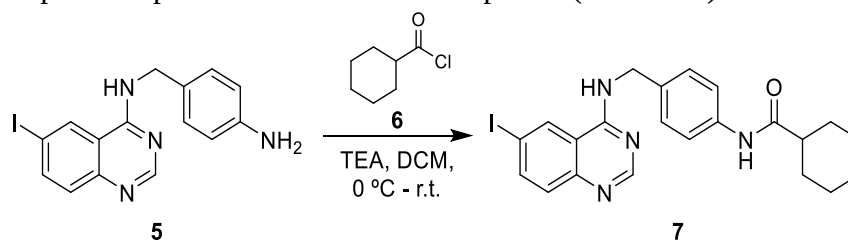
Heterocyclic compounds have been extensively investigated as biologically active molecules and represent important synthetic targets in the development of new therapeutic agents (Shagufta and Ahmad. 2016). Among these, quinazoline is a prominent heterocyclic scaffold that has attracted considerable attention due to its broad range of potential biomedical applications. A variety of biologically active compounds and pharmaceutical agents incorporate the quinazoline core as a key structural motif (Demeunynck and Baussanne, 2013). Therefore, structural modification of the quinazoline framework and the synthesis of its novel derivatives remain important directions in modern drug discovery. In this context, the present study was aimed at the targeted synthesis of a key intermediate suitable for further structural modification of quinazoline derivatives. Particular emphasis was placed on obtaining a functionalized precursor that enables the construction of 4,6-disubstituted quinazoline derivatives.

The target compound was synthesized via a multistep strategy starting from 5-iodoanthranilic acid (**1**). Initially, Niementowski cyclization with formamide under solvent-free conditions afforded 6-iodoquinazolin-4(3H)-one (**2**). Subsequent chlorination using POCl₃ yielded 4-chloro-6-iodoquinazoline (**3**), which was then subjected to nucleophilic substitution with 4-aminobenzylamine in the presence of TEA in DCM to give intermediate (**5**) (Scheme 1):



Scheme 1. Synthesis of intermediate 5

Finally, acylation of intermediate (5) with cyclohexylcarbonyl chloride under basic conditions at low temperature produced the desired compound (Scheme 2):



Scheme 2. Synthesis of key precursor 7

A novel iodo-substituted quinazoline intermediate, *N*-(4-(((6-iodoquinazolin-4-yl)amino)methyl)phenyl)cyclohexanecarboxamide, was efficiently synthesized in high yield. The structure of the compound was confirmed by spectroscopic methods. These results provide a basis for further modification of quinazoline derivatives and the development of biologically active compounds.

References

- 1.Demeunynck, M. and I. Baussanne, Survey of recent literature related to the biologically active 4(3*H*)-quinazolinones containing fused heterocycles. *Current medicinal chemistry*, 2013. 20(6): p. 794-814.
- 2.Shagufta and I. Ahmad, Recent insight into the biological activities of synthetic xanthone derivatives. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2016. 116: p. 267-280.

A STUDY ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF 1-ETHYL-2-(ETHYLTIO)-1H-BENZO[d]IMIDAZOLE AND ITS COMPLEX FORMED WITH Cu(II) NITRATE VIA PASS ONLINE

G.K.Kurbanbaeva^{1*}, D.S.Rakhmonova¹, A.M.Kalilaeva².

¹Tashkent, National University of Uzbekistan named after M.Ulugbek, Uzbekistan

²Nukus, Karakalpak State University named after Berdakh, Uzbekistan

*e-mail: gulnurqurbanbaeva26@gmail.com

Abstract: One of the primary objectives of modern pharmaceutical chemistry is the targeted synthesis and property prediction of new compounds with high biological activity. In this context, the *in silico* evaluation of the biological activity spectrum of benzimidazole derivatives using the *PASS Online* program holds significant scientific importance (J.Belmar et al., 2017). This computational technology enables the selection of the most promising molecules by accurately predicting probable pharmacological activities (*Pa* and *Pi* values). Such an approach facilitates the targeted investigation of the "composition-structure-property" relationship and significantly accelerates the drug discovery process.

Keywords: 1-ethyl-2- (ethylthio) -1H-benzo[d]imidazole, ligand, complex compound, *Pa* value, *Pi* value, *PASS (online)*, biological activity, inhibitor.

To perform *in silico* analysis and prediction of the biological activity of a newly synthesized 1-methyl-2-(methylthio)-1H-benzo[d]imidazole (*L*) ligand and its coordination compound with copper (II) nitrate, having the composition $[Cu(L)_2(NO_3)_2]$, utilizing the *PASS Online* software.

Analysis of the predictive data obtained via the *PASS Online* software reveals that the 1-methyl-2-(methylthio)-1H-benzo[d]imidazole (*L*) ligand possesses a multifaceted pharmacological profile, including significant anticancer, antibacterial, and antimicrobial properties (K.Anand et al., 2017). Furthermore, the ligand demonstrates a theoretical capacity for the detoxification of metabolic byproducts and the prevention of metabolic disorders (Fig. 1). The scientific value of this research is further enhanced by the synthesis of the Copper (II)

nitrate complex with the aforementioned ligand. The formation of this coordination compound significantly expands the biological activity spectrum and synergistically intensifies its therapeutic efficacy (Fig. 2). A critical finding in this study is the complex's potent inhibitory effect on the *proteasome ATPase* enzyme. This mechanism indicates high cytotoxic potential, suggesting a specialized role in suppressing the proliferation of malignant tumors in oncological treatments. Moreover, the observed inhibitory action toward *muramoyltetrapeptide carboxypeptidase* and *(R)-pantolactone dehydrogenase* enzymes underscores the complex's robust antibacterial functionality against diverse pathogenic microorganisms. Beyond its antimicrobial and antitumor capabilities, the identification of antianginal activity represents a significant breakthrough. This suggests that the synthesized complex is a highly promising drug candidate for treating ischemic heart diseases, thereby establishing its importance across oncology, microbiology, and cardiology (B. Pathare et al., 2021).

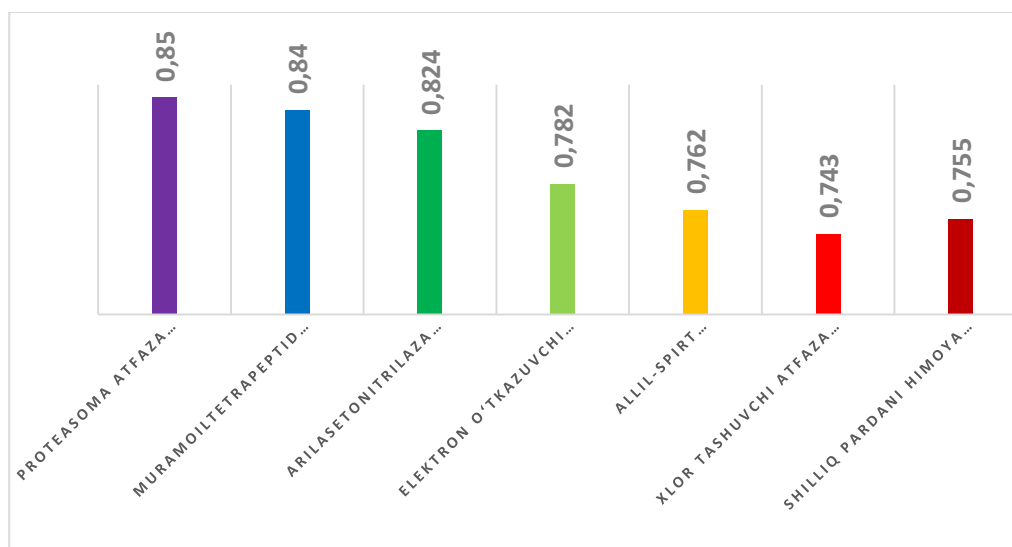


Figure 1. Pharmacological activities of 1-ethyl-2-(ethylthio)-1H-benzo[d]imidazole calculated using the PASS Online software.

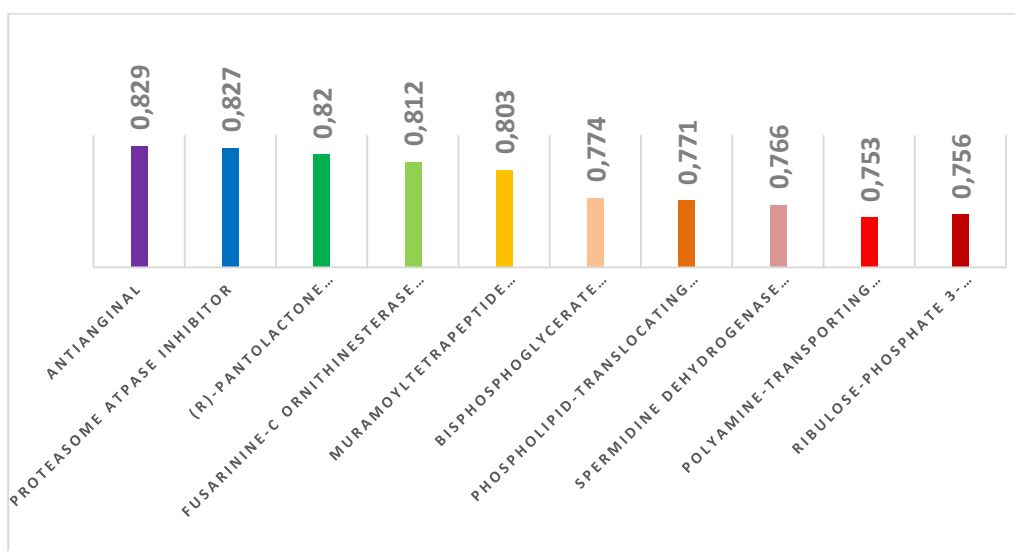


Figure 2. Pharmacological activities of the $[Cu(L)_2(NO_3)_2]$ complex calculated using the PASS Online software.

The analysis conducted using the *PASS* software provides accurate and reliable results for the development of new pharmaceutical agents. During the research, data obtained regarding the effects of benzimidazole derivatives on the nervous system, their ability to lower blood pressure, and their immune-strengthening properties demonstrate the significant potential of these substances for medical applications. This, in turn, creates a solid foundation for designing a new generation of drugs with high biological activity.

References

1. Belmar J. Fesik S.W. MCL-1 inhibition: a promising therapeutic strategy in cancer // *Pharmacology & Therapeutics*. – 2015. – Vol. 145. – P. 76–84. –
2. .K.Anand., S.Wakode. Development of drugs based on benzimidazole heterocycle: recent advancement and insights // *International journal of chemical studies*. – 2017. – V.5. – P.350-362
3. Pathare B., Bansode T., Review-biological active benzimidazole derivatives // *Results in Chemistry*. – 2021. – V.3. – P.76-86.

TRISIKLIK FURO[2,3-d]PIRIMIDIN-4-ONNI TIONLASH REAKSIYASI

R.Sh. Kuryazov^{1,2}, N.B. Nurullayeva¹, F.O. Matyakubova¹, X.A. Bozorov²

¹Urganch davlat universiteti, Urganch shahri, O'zbekiston,
rustamxonkuryazov@gmail.com,

²Samarqand davlat universiteti, Samarqand shahri, O'zbekiston,
khurshedbek@gmail.com

Annotatsiya. In this study, the formation of thiones from tricyclic pyrimidinone systems through the conversion of the C=O group into the C=S functional group was investigated. Lawesson reagent and phosphorus pentasulfide were used as thionation agents. Naturally occurring alkaloids deoxyvasicinone and mackinazolinone were selected as templates for the modification of furo[2,3-d]pyrimidinone scaffolds.

The structures of the newly synthesized furo[2,3-d]pyrimidine-thione compounds were confirmed by ¹H-NMR, ¹³C-NMR, and HRMS analyses. In addition, the antitumor activities of the synthesized thione compounds were evaluated against three types of human cancer cell lines.

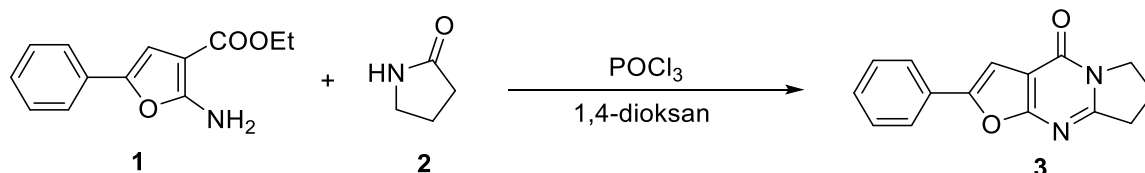
Kalit so'zlar: POCl₃, dioxane, Lawesson's reagent, P₂S₅ and furo[2,3-d]pyrimidinethiones

Hozirgi kunda saraton kasalliklari inson salomatligi uchun eng xavfli kasalliklardan biri bo'lib qolmoqda. Mavjud kimyoterapevtik preparatlarning ko'pchiligi yuqori toksiklik, past selektivlik hamda turli nojo'ya ta'sirlar sababli yetarli samaradorlikka ega emas. Shu sababli yangi biologik faol moddalarning sintezi va ularning farmakologik xususiyatlarini o'rganish dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Azot va oltingugurt tutuvchi geterotsiklik birikmalar biologik faol moddalarning muhim sinfi bo'lib, ular orasida pirimidin hosilalari alohida ahamiyatga ega (S.Samanta va S.Mondal, 2022). Ayniqsa, pirimidintion hosilalari antitumor, antibakterial, antivirus va antifungal faollik namoyon qilishi bilan e'tiborni tortadi (D.Cunningham va boshq., 2008). Organik sintezda karbonil guruhini tion guruhiga almashtirish reaksiyasi muhim metodlardan biri hisoblanadi. Furo[2,3-d]pirimidin skeleti tabiiy alkaloidlar tarkibida uchraydigan biologik faol tizimlardan biri hisoblanadi va ular asosida yangi modifikatsiyalangan hosilalarni olish farmatsevtik kimyo uchun muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi.

Dastlabki muvaffaqiyatli natijalardan ruhlanib, biz furopirimidinonlarni tionlovchi reagentlar ta'sirida parallel transformatsiya qilishni o'rganishga kirishdik. Tibbiy va organik kimyodagi muhim tadqiqot yo'nalishlaridan biri — geterotsiklik tionlarni o'rganish bo'lib, ular murakkab organik birikmalarning asosiy skeletini tashkil etadi, ayniqsa tez hosil bo'luvchi molekulalarning muayyan turlariga boshqa markazlar orqali birikadigan tizimlarda muhim

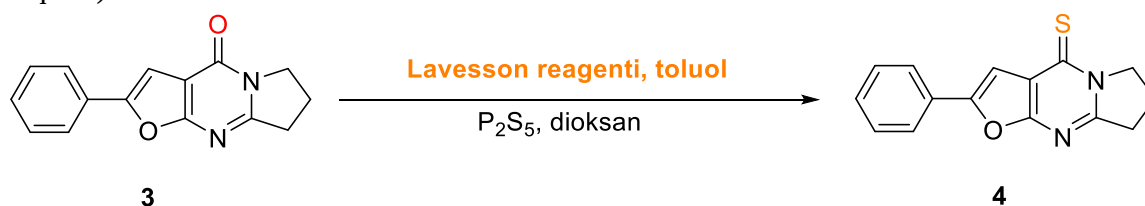
ahamiyat kasb etadi. Ushbu tadqiqotda C=O guruhini C=S funksional guruhiga aylantirish orqali trisiklik pirimidinon asosida tionlar hosil bo'lishi o'rganildi. Tionlovchi reagenti sifatida Lawesson reagenti (M.Jesberger va boshq., 2003) va fosfor pentasulfid (T.J. Curphey, 2002) qo'llanildi. Bu reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan yangi birikmalar orasida kelgusida tibbiyotda va qishloq xo'jaligi ishlatilishi mumkin bo'lgan potentsial biologik faol preparatlar yaratish imkoniyati beradi. Tadqiqot davomida dastlab furo[2,3-*d*]pirimidin-4-on hosilalari sintez qilindi.

Ushbu maqsadda, boshlang'ich modda sifatida 5-fenil-2-aminopirrol-3-karbon kislota etil efirlarining (**1**) va 2-pirrolidon (**2**) tanlanib, ularning kondensatsiya reaksiyasi POCl₃ ishtirokida 1,4-dioksan erituvchisida olib borildi va yuqori unum bilan 2-fenil-7,8-digidrofuro[2,3-*d*]pirrolo[1,2-*a*]pirimidin-4(6*H*)-on (**3**) sintezi amalga oshirildi (1-sxema).



1-Sxema. 2-fenil-7,8-digidrofuro[2,3-*d*]pirrolo[1,2-*a*]pirimidin-4(6*H*)-onni (**3**) sintezi

Olingan furopirimidinon asosida tionlash reaksiyasi bosqichma-bosqich amalga oshirildi. Tionlash reaksiyasi uchun optimal sharoit tanlash maqsadida furopirimidin (**3**) va Lawesson reagenti toluolda 12 soat davomida qizdirilganda (56%) unum bilan 2-fenil-7,8-digidrofuro[2,3-*d*]pirrolo[1,2-*a*]pirimidin-4(6*H*)-tion (**4**) hosil bo'ldi 2-sxema, (1-jadval, 1-qator). Furopirimidin (**3**) P₂S₅ dioksan erituvchisida 4 soat qizdirilganda esa **4**-mahsulot unumi 74% gacha oshdi (2-jadval, 2-qator).



2-Sxema. 2-fenil-7,8-digidrofuro[2,3-*d*]pirrolo[1,2-*a*]pirimidin-4(6*H*)-onni (**3**) tionlanish reaksiyasi

1-Jadval.

2-fenil-7,8-digidrofuro[2,3-*d*]pirrolo[1,2-*a*]pirimidin-4(6*H*)-tionning (**4**) unumi

Qator	Tionlovchi reagent	Vaqt, (soat)	Mahsulot	Unumi (%)
1	Lawesson reagenti	12	4	56
2	Fosfor pentasulfid (P ₂ S ₅)	4	4	74

Hosil bo'lgan mahsulotlar vakuum ostida tozalandi va qayta kristallash usuli bilan sof holatda ajratib olindi. Sintez qilingan birikmalar tuzilishi zamonaviy fizik-kimyoviy usullar yordamida aniqlandi. ¹H-YaMR va ¹³C-YaMR spektrlari proton hamda uglerod atomlarining joylashishini tasdiqladi. HRMS tahlillari esa birikmalarning molekulyar massasini aniqlash imkonini berdi. Lawesson reagenti ishtirokidagi reaksiyalar yumshoq sharoitlarda yuqori unum bilan kechishi kuzatildi. Fosfor pentasulfid yordamida olib borilgan reaksiyalarda esa ayrim hollarda yuqori harorat talab qilindi.

Spektral tahlillar tionlash reaksiyasi muvaffaqiyatli amalga oshganligini ko'rsatdi. ¹³C-YaMR spektrlarida C=S guruhiga xos signal paydo bo'lishi tion hosil bo'lganligini tasdiqladi. Shuningdek, proton spektrlarida ham aromatik va geterotsiklik protonlarning siljishlari kuzatildi.

Shunday qilib, ushbu tadqiqotda trisiklik furo[2,3-d]pirimidin-4-on hosilasining tionlash reaksiyasi muvaffaqiyatli amalga oshirildi. Lawesson reagenti va fosfor pentasulfid samarali tionlovchi reagentlar ekanligi aniqlandi. Olingan furo[2,3-d]pirimidintion **4** tibbiyot kimyosida, xususan, kinaza ingibitorlari yoki antitumor faollik tadqiqotlari uchun istiqbolli farmakofor sinfiga kiradi. Bu birikmalar yangi geterotsiklik birikmalar sintezi, dori vositalarini yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- [1] S. Samanta, S. Mondal, An expedient approach for the regioselective synthesis of novel 1,5,6,7-tetrahydro-2H-pyrrolo[3,2-d]pyrimidine-2,4(3H,5H)-dione derivatives via Fe (III)-mediated iodocyclization, *Tetrahedron Letters*, 112 (2022) 154223.
- [2] D. Cunningham, N. Starling, S. Rao, T. Iveson, M. Nicolson, F. Coxon, G. Middleton, F. Daniel, J. Oates and A.R. Norman *N. Engl. J. Med.* 358, 1 (2008).
- [3] M. Jesberger, T.P. Davis and L. Barner *Synthesis*, 10.1055/s-2003-41447, 13 (2003)
- [4] T.J. Curphey *J. Org. Chem.* 67, 18 (2002)

REACTIONS OF 5-(o-TOLUIDINO; n-BUTYL; α -NAPHTHYL)AMINO-1,3,4-THIADIAZOLINE-2-THIONES WITH MALEIC ANHYDRIDE

Razzoqberdiev Nurbek Nuraddin o'g'li, Ataniyazov Otaniyoz Nurullayevich,
Polvonov Khudaybergan Kuziyevich

Urgench State University named after Abu Rayhon Beruniy, Uzbekistan

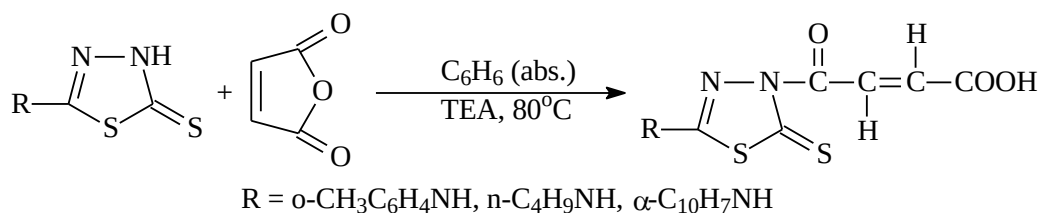
e-mail: eurochemrazzoqberdiyev@gmail.com

Abstract: Among heterocyclic compounds containing a thioamide atomic group ($-\text{NH}-\text{C}(=\text{S})$), including 5-substituted amino-1,3,4-thiadiazoline-2-thiones, are classified as ambifunctional compounds. Studying the direction of their reactions with various electrophilic reagents and searching for biologically active substances among the synthesised compounds is of both theoretical and practical interest. Accordingly, the interaction of 5-(o-toluidino; n-butyl; α -naphthyl) amino-1,3,4-thiadiazoline-2-thiones with maleic anhydride was investigated. It is known from the literature that such heterocyclic compounds contain several nucleophilic centres (exo nitrogen, nitrogen in the heterocyclic ring, and sulfur of the thione group) that are capable of reacting with electrophilic reagents. The formation of various reaction products depending on the nature of the solvent, temperature, and the nature of the electrophilic reagent is of great interest. The research results showed that the reaction mainly proceeds via nucleophilic attack of the nitrogen atom of the N-H group in the heterocyclic ring on the carbonyl carbon of maleic anhydride, yielding N-substituted (acyl) products. The structure of the synthesised compounds was confirmed using UV-Vis and FTIR spectra. The obtained results may represent a promising direction for the synthesis of new biologically active compounds based on thiadiazole derivatives.

Keywords: electrophilic reagent, thione form, maleic anhydride; amino derivatives; N-acylation; UV-Vis spectrum; nucleophile; FTIR spectrum.

The study aims to investigate the reactions of 5-(o-toluidino-, n-butylamino)-1,3,4-thiadiazoline-2-thiones with electrophilic reagents, determine the activity of reaction centres, and confirm the structure of the resulting reaction products using experimental and theoretical methods.

5-(o-Toluidino-, n-butylamino, α -naphthyl)-1,3,4-thiadiazoline-2-thiones were synthesised using previously known methods. Maleic anhydride was selected as the electrophilic reagent. The reactions were carried out in the presence of TEA (triethylamine) in absolute benzene solvent at the boiling point of the solvent (80°C) for 3 hours (Polvonov Kh. et al., 2005). The structure of the resulting compounds was determined using UV-Vis and FTIR spectroscopy (Gomha, S.M. et al., 2024; Hu, Y. et al., 2014).



In the acylation reactions of the selected thiones using maleic anhydride, the reaction proceeded via substitution involving the hydrogen atom of the N–H group in the heterocyclic ring, yielding N-acyl derivatives. This was confirmed by the appearance of new absorption bands in the FTIR spectra of the synthesised compounds in the regions of 1770 and 1710 cm⁻¹. These new absorption bands are characteristic of the C=O group present in the acylation reaction product (Shawali A.S., 2014).

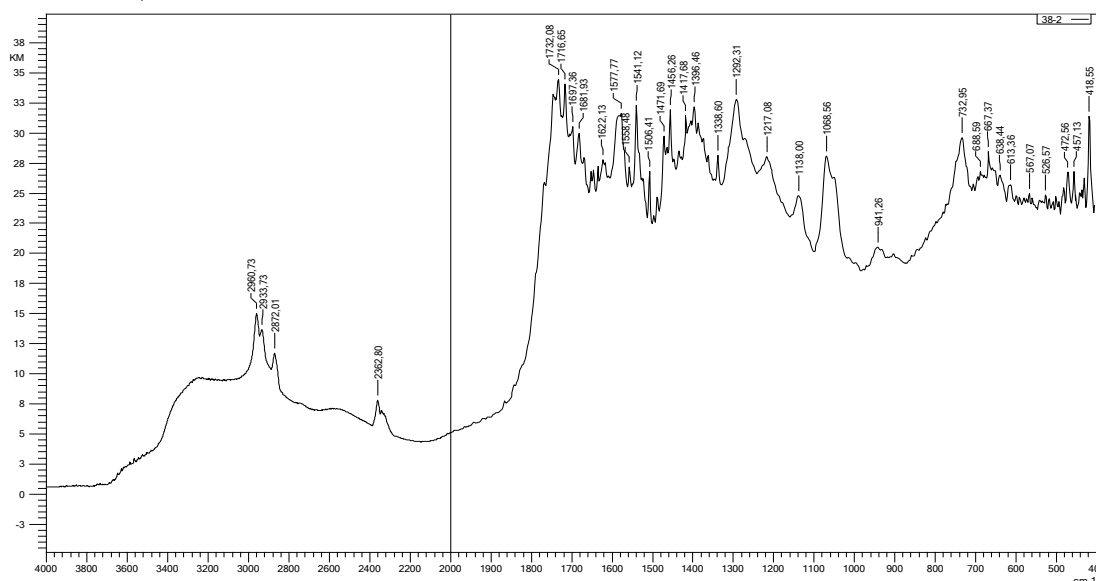


Figure 1: IR spectrum of 4-(5-butylamino-2-thioxo-1,3,4-thiadiazol-3(2H)-yl)-4-oxobut-2-enoic acid

Analysis of the UV-Vis spectra of the synthesised compounds indicates that the formation of absorption maxima in the range of 320–325 nm suggests that only the corresponding N-acyl derivatives of the selected thiones were formed as a result of the reaction.

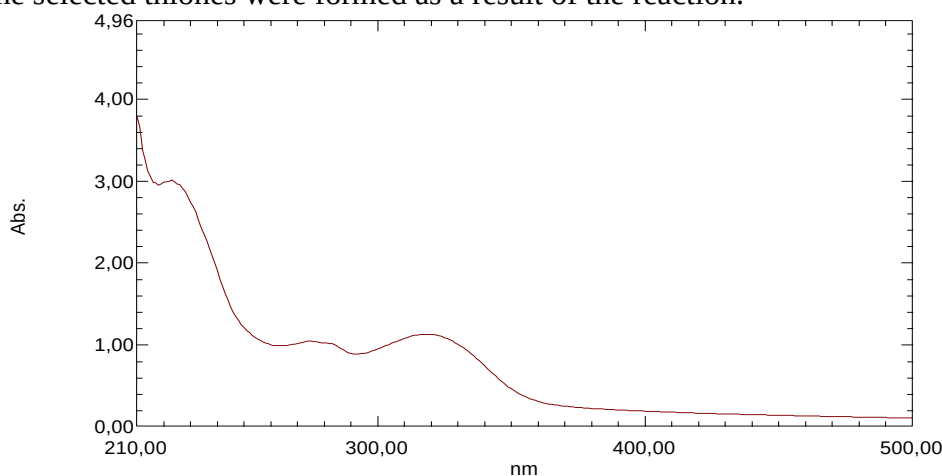


Figure 2: UV spectrum of 4-(5-butylamino-2-thioxo-1,3,4-thiadiazol-3(2H)-yl)-4-oxobut-2-enoic acid

References

1. Polvonov Kh., Sobirov K., Matkarimova N., Shakhidoyatov Kh.M. Benzoylation of 5-substituted amino-1,3,4-thiadiazoline-2-thiones // Uzbek Chemical Journal. – Tashkent., 2005. -No.5. -P.19-22.
2. Gomha, S.M.; Riyadh, S.M.; Mahmmoud, E.A. Recent advances in the synthesis of thiadiazole derivatives. Results in Chemistry, 2024, 6, 101666.
3. Hu, Y.; Li, C.-Y.; Wang, X.-M.; Yang, Y.-H.; Zhu, H.-L. 1,3,4-Thiadiazole: synthesis, reactions, and applications in medicinal chemistry. Chemical Reviews, 2014, 114, 5572–5610.
4. Shawali, A.S. 1,3,4-Thiadiazoles: synthesis and biological applications. Journal of Advanced Research, 2014, 5, 1–17.

COUSINIA TURKUMI O'SIMLIKLARINING O'ZBEKISTON FLORASIGA MANSUB VAKILLARI HAMDA ULARDAN BIOFAOL BIRIKMALAR MANBAI SIFATIDA FOYDALANISH ISTIQBOLLARI HAQIDA

D.X.Ro'ziboyeva*, N.V.Valiyev

Qo'qon davlat universiteti, Farg'ona viloyati, O'zbekiston Respublikasi

e-mail: olov_ziyo@mail.ru

Abstract: This report discusses the chemical composition of the genus *Cousinia* (*Asteraceae* family) belonging to the flora of Uzbekistan, some natural compounds derived from them, and certain pharmacological properties. Furthermore, the prospects for searching for agents with various effects based on the bioactive compounds of this genus are analyzed.

Key words: *Asteraceae*, *Cousinia*, endemic plant species, bioactive compounds.

O'zbekiston florasida o'zining boy va xilma-xil o'simliklar dunyosi, ayniqsa, endemik turlari bilan ajralib turadi. Respublikamiz hududida keng tarqalgan murakkabguldoshlar –*Asteraceae* oilasining taksonlarga boy turkumlaridan biri *Cousinia* – karrak turkumi hisoblanadi. Hozirgi kunda dunyo miqyosida tabiiy birikmalar asosida yangi dori vositalarini yaratishga bo'lgan qiziqish ortib bormoqda. *Cousinia* turkumi vakillari tarkibida seskviterpen laktonlari, flavonoidlar, polifenollar va efir moylari kabi muhim ikkilamchi metabolitlar mavjudligi ilmiy manbalarda qayd etilgan. Ushbu birikmalar yallig'lanishga qarshi, antioksidant va antibakterial xususiyatlari bilan ajralib turadi.

Turli manbalar tahliliga ko'ra, dunyo bo'yicha *Cousinia* turkumining 600 tadan 700 tagacha, aniqrog'i 670 ta turlari ma'lum (Plants of the World Online, 2026). O'zbekiston florasida esa bu turkum taksonlar soni bo'yicha yetakchi o'rinlarda bolib, "O'zbekiston florasida" kitobining yangi nashrini tayyorlash uchun olib borilgan tadqiqotlar va xatlovlarda 145 dan ortiq tur ro'yxatga olingan (Usmonov va Tojibayev, 2017). Ro'yxatdagi turlarning dastlabki ma'lumotlarga ko'ra qariyb ~60% qismi faqat shu hudud uchun xos bo'lgan endemik turlar sifatida e'tirof etilgan (Tojibayev va boshq., 2017).

O'zbekiston olimlari tomonidan *Cousinia maracandica*, *Cousinia resinosa*, *Cousinia hamadae* va *Cousinia mindscheikensis* kabi turlarning kimyoviy tarkibi tahlil qilingan bo'lib, olingan natijalarga ko'ra, sanab o'tilgan o'simliklardan seskviterpen laktonlari, flavonoidlar va fenol birikmalar, ayrim glikozidlar, yog' kislotalari ajratilgan, ayrim holatlarda faksimologik va toksikologik tekshiruvlar amalga oshirilgan (Eshbakova va boshq., 2010).

Xulosa o'rnida, tahlil qilingan materiallar shuni ko'rsatadiki, *Cousinia* turkumi O'zbekistondagi vakillari kimyoviy jihatdan kam o'rganilgan. Ular ustida struktura-faollik munosabatlari, molekulyar-biologik skrininglar o'tkazish kabi tadqiqotlar ko'lamini kengaytirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. **Cousinia Cass. [Elektron resurs]** // Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. – 2024. – Kirish tartibi: plantsoftheworldonline.org (murojaat sanasi: 10.04.2026).
2. Eshbakova, K.A. Flavonoids of *Cousinia maracandica* / K.A.Eshbakova, Kh.M.Bobakulov, N.D.Abdullaev // Chemistry of Natural Compounds. – 2010. – Vol. 46, № 4. – P. 644–645.
3. **Tojibaev, K.Sh.** Biodiversity of the flora of Uzbekistan / K.Sh.Tojibaev, N.Yu.Beshko, M.Kh.Usmonov, S.A.Batoshev // Journal of Arid Land. – 2017. – Vol. 9, № 2. – P. 155–169.
4. Usmonov, M.Kh. Two new records of *Cousinia* (Sect. *Acanthotoma*) for the flora of Uzbekistan / M.Kh.Usmonov, K.Sh.Tojibaev // Iranian Journal of Botany. – 2017. – Vol. 23, № 2. – P. 103–106.

N,N'-DIMETILAMINBENZALDEGIDSIANGIDRINNING AMINLAR BILAN REAKSIYALARINING NAZARIY TAHLILI

Turabayeva Nargisa Bekmuradovna
Qarshi davlat texnika universiteti, O'zbekiston
nargisaturabayeva@gmail.com

Annotation: The reactions of N,N'-dimethylaminobenzaldehyde cyanohydrin with amines were analyzed based on literature data. The influence of amine nature, electronic effects, and reaction conditions on the reaction course was discussed. The potential application of the obtained compounds in organic synthesis and pharmaceutical chemistry was also considered.

Keywords: cyanohydrins, aromatic aldehydes, amines, nucleophilic reactions, organic synthesis, nitrogen-containing compounds

Hozirgi vaqtda organik kimyoning dolzarb yo'nalishlaridan biri biologik faol moddalar sintezi uchun qulay va samarali oraliq birikmalarni izlashdan iborat. Shu nuqtai nazardan sianogidrinlar alohida ahamiyatga ega bo'lib, ular turli funksional guruhlariga ega organik moddalarni olishda keng qo'llaniladi. Sianogidrin molekulasida bir vaqtning o'zida gidroksil hamda nitril guruhlarining mavjudligi ularning kimyoviy xossalarini murakkab va qiziqarli qiladi.

Aromatik aldegidlar asosida olingan sianogidrinlar ko'plab nukleofil reagentlar bilan reaksiyaga kirishadi. Ayniqsa, aminlar bilan reaksiyalari organik sintez uchun muhim hisoblanadi. Chunki bunday reaksiyalar natijasida farmatsevtik jihatdan ahamiyatli bo'lgan aminospirotlar, amidlar hamda boshqa azot saqlovchi hosilalar olinishi mumkin.

N,N'-dimetilaminbenzaldegidsiangidrin tarkibida dimetilamino guruhining mavjudligi ushbu birikmaning reaksiya qobiliyatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Dimetilamino guruhi elektron donor xususiyatga ega bo'lib, aromatik halqadagi elektron zichligini oshiradi. Natijada molekuladagi ayrim reaksiya markazlarining faolligi ortadi. Shu sababli mazkur birikmaning aminlar bilan reaksiyalarini o'rganish nazariy va amaliy jihatdan muhim hisoblanadi.

Ilmiy manbalarda sianogidrinlarning olinishi va kimyoviy xossalari haqida ko'plab ma'lumotlar uchraydi. Odatda sianogidrinlar aldegid yoki ketonlarga vodorod sianidning birikishi natijasida hosil bo'ladi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan birikmalar yuqori reaksiya faollikka ega bo'lib, keyingi organik o'zgarishlar uchun qulay substrat vazifasini bajaradi.

Adabiyotlarda aromatik sianogidrinlarning aminlar bilan reaksiyalari alohida o'rin egallaydi. Tadqiqotchilarning ta'kidlashicha, amin molekulasidagi erkin elektron juftlari hisobiga nukleofil hujum sodir bo'ladi va natijada yangi C–N bog'lari hosil bo'ladi. Reaksiya mexanizmi ko'p jihatdan substrat tuzilishiga bog'liq bo'ladi.

Dimetilaminobenzaldegid hosilalari ustida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, molekuladagi dimetilamino guruhi reaksiyalarning borishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Elektron donor effekt tufayli aromatik tizimda elektron zichligi ortadi va ayrim hollarda reaksiyalar nisbatan

oson kechadi. Ayniqsa, para-holatda joylashgan dimetilamino guruhi mezomer effekt orqali reaksiyon markazlarni faollashtirishi qayd etilgan.

Birlamchi aminlar bilan olib borilgan reaksiyalarda ko'pincha kondensatsiya yoki qo'shilish mahsulotlari hosil bo'lishi kuzatiladi. Bunda aminning nukleofiligi muhim rol o'ynaydi. Alifatik aminlar odatda aromatik aminlarga nisbatan faolroq bo'ladi. Sababi aromatik aminlarda erkin elektron jufti benzol halqasi bilan konjugatsiyalashgan bo'ladi va nukleofil xususiyat biroz susayadi. Ikkilamchi aminlar bilan reaksiyalarda esa sterik omillar muhim ahamiyat kasb etadi. Molekuladagi hajmli radikallar reaksiyon markazga yaqinlashishni qiyinlashtiradi va reaksiyaning tezligiga ta'sir qiladi. Shu bilan birga, erituvchi tabiati ham muhim omillardan biri hisoblanadi. Qutbli erituvchilar ayrim hollarda oraliq ionlarning barqarorlashishiga yordam beradi. Sianogidrin hosilalarining aminlar bilan reaksiyalari natijasida hosil bo'ladigan moddalar amaliy jihatdan ham muhimdir. Ayrim β -aminospirtlar dori vositalari sintezida qo'llaniladi. Bundan tashqari, bunday birikmalar geterotsiklik tizimlar sintezida ham boshlang'ich modda sifatida ishlatiladi. So'nggi yillarda organik sintezda ekologik xavfsiz va samarali usullardan foydalanishga katta e'tibor qaratilmoqda. Shu sababli sianogidrinlarning aminlar bilan reaksiyalarini yumshoq sharoitlarda olib borish masalasi ham dolzarb yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ayrim tadqiqotlarda katalizatorlardan foydalanish reaksiyaning unumdorligini oshirishi qayd etilgan. N,N'-dimetilaminbenzaldegidsianogidrinning aminlar bilan reaksiyalarini tahlil qilish natijasida ushbu birikmaning yetarlicha yuqori reaksiyon faollikka ega ekanligini ko'rish mumkin. Molekuladagi nitril va gidroksil guruhlari turli nukleofil reagentlar bilan o'zaro ta'sirlashishga moyildir. Aminlar bilan reaksiyalarda asosan nukleofil qo'shilish mexanizmi kuzatiladi. Reaksiya davomida amin molekulasida elektrofil markazga hujum qiladi va oraliq kompleks hosil bo'ladi. Keyinchalik proton almashinuvi hamda qayta guruhlanish bosqichlari sodir bo'lishi mumkin. Reaksiya natijasi esa ishlatilgan amin turiga, muhitga va temperaturaga bog'liq bo'ladi. Dimetilamino guruhining mavjudligi reaksiyon qobiliyatining ortishiga sabab bo'ladi. Chunki ushbu guruh elektron donor xususiyatga ega bo'lib, aromatik tizimdagi elektron taqsimotini o'zgartiradi. Natijada reaksiyaning ayrim bosqichlari energetik jihatdan qulayroq kechadi. Birlamchi aminlar bilan reaksiyalar odatda samaraliroq kechishi adabiyotlarda ko'p uchraydi. Bunda yangi azot saqlovchi organik birikmalar hosil bo'ladi. Ikkilamchi aminlarda esa sterik to'siqlar sababli reaksiyon faollik nisbatan pasayadi. Aromatik aminlarning reaksiyaga kirishish qobiliyati esa alifatik aminlarga qaraganda sustroq ekanligi qayd etilgan. Mazkur reaksiyalarni o'rganish amaliy jihatdan ham muhim hisoblanadi. Chunki olinadigan mahsulotlar biologik faol moddalar sintezida oraliq birikma sifatida ishlatilishi mumkin. Ayniqsa, farmatsevtik kimyo va nozik organik sintezda bunday moddalar katta qiziqish uyg'otmoqda.

Adabiyotlar asosida olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, N,N'-dimetilaminbenzaldegidsianogidrin aminlar bilan faol reaksiyaga kirishuvchi birikmalardan biri hisoblanadi. Reaksiyalarning borishida molekuladagi dimetilamino guruhining elektron donor ta'siri muhim rol o'ynaydi. Aminlarning tabiati, erituvchi va reaksiya sharoiti jarayon samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Mazkur birikma asosida yangi azot saqlovchi organik moddalar olish imkoniyati mavjud bo'lib, bu esa uning organik sintez va farmatsevtik kimyodagi ahamiyatini oshiradi. Shu sababli N,N'-dimetilaminbenzaldegidsianogidrinning aminlar bilan reaksiyalarini chuqurroq o'rganish istiqbolli ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Clayden J., Greeves N., Warren S. Organic Chemistry. – Oxford University Press, 2012.
2. Jones R. Cyanohydrins in organic synthesis // Journal of Organic Chemistry. – 2018. – Vol. 83. – P. 1120–1131.
3. Axmedov A., O'rinov X. Aromatik sianogidrinlarning kimyoviy xossalari // O'zMU xabarлари. – 2021. – №3. – B. 45–49.

1H-1,2,3-TRIAZOLLARNING KLINIK AHAMIYATI¹Sh.R.Xojimatova, ²I.S.Ortikov, ¹S.G.Usmonova, ¹A.M.Xojiyev¹Qo'qon Universiteti Andijon filiali, ²Alfraganus University, O'zbekiston

shaxnozashaxnoza243@gmail.com

Abstract: This study investigates the clinical significance of 1H-1,2,3-triazole derivatives, emphasizing their pharmacological properties and synthetic accessibility via click chemistry. The work includes synthesis of novel triazole compounds and highlights their roles in drug development, bioconjugation, and diagnostics, supported by examples such as rufinamide and tazobactam.

Keywords: 1,2,3-triazole, click chemistry, bioorthogonal reactions, rufinamide, tazobactam, bioconjugation.

1H-1,2,3-triazol halqasi zamonaviy dorivor kimyoda muhim geterotsiklik tizimlardan biri hisoblanadi. Uning keng qo'llanilishi "click chemistry" rivoji bilan bog'liq bo'lib, bu yondashuv tez, selektiv va yuqori unumli reaksiyalarni ta'minlaydi. Triazol halqasi amidlarga bioizoster bo'lib, yuqori metabolik barqarorlik va samarali biologik o'zaro ta'sir xususiyatlariga ega (Kolb H.C va boshq. 2001).

1,2,3-triazollar farmakologik faol moddalarda ham, biokon'yugatsiya jarayonlarida ham muhim rol o'ynaydi. Ularning azot atomlari vodorod bog'larini qabul qiluvchi sifatida ishtirok etib, ferment va retseptorlar bilan mustahkam bog'lanishni ta'minlaydi (Rostovtsev V.V. va boshq 2002).

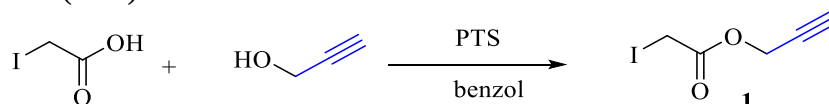
Click-reaksiyalarning asosiy turi — mis(I)-katalizlangan azid-alkin siklobirikish (CuAAC) bo'lib, bu usul orqali triazollar yuqori selektivlik bilan olinadi. Ushbu yondashuv biomolekulalarni belgilash, dori yetkazib berish tizimlari va radiodiagnostikada keng qo'llanadi (Sletten E.M., Bertozzi C.R. 2009).

Yana bir muhim modda — tazobaktam bo'lib, u β -laktamaza ingibitori sifatida antibiotiklar bilan kombinatsiyada ishlatiladi va bakterial rezistentlikka qarshi samarali vosita hisoblanadi.

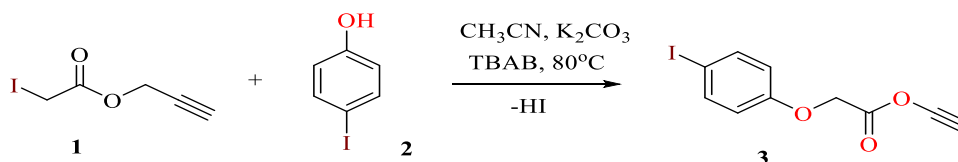
Shuningdek, 1,2,3-triazollar radiopharmatsevtiklar va bioortogonal reaksiyalarda stabil linker sifatida xizmat qiladi. Bu ularning diagnostika va terapiyada qo'llanish imkoniyatlarini kengaytiradi (Küçükgüzel Ş.G., Şenkardes S. 2015).

Biz ham o'z tadqiqotlarimizni 1,2,3-triazol hosilalari sintezi, kimyoviy o'zgarishlari va biologik faolliklarini o'rganishga bag'ishladik. Biz ob'ekt sifatida yod sirka kislota propargil efirini (1) tanlab oldik. Dastlab yod sirka kislota propargil efirini para-yodfenol (2) bilan alkillash reaksiyasi olib borildi va tegishli propargil efir sintez qilindi (3). So'ngra olingan modda bilan para-azidobenzoy kislota (4) 1,3-bipolyar siklobirikish reaksiyasi (5) amalga oshirildi. Reaksiya reagentlarning 1:1 nisbatdagi aralashmasini mis (I) yodid katalizatori ishtirokida toluol eritmasida 110o C (toluolni qaynash harorati) haroratda 6 soat qizdirib olib borildi. Reaksion aralashma sovutildi, tushgan cho'kma filtrlandi, quritildi, etanolda qayta kristallandi va fizik konstantalari o'rganildi. Katalitik halqalanish natijasida tegishli 1H-1,2,3-triazol hosilalarini 1,4-izomeri hosil bo'lganligi kuzatildi.

Dastlab monoyodsirka kislota va propargil spirtidan eterifikatsiya reaksiyasi orqali tegishli propargilyodatsetat efiri (**1**) sintez qilib olindi. Reaksiyada suvni tortib oluvchi modda sifatida para-toluolsul'fokislota (PTS) ishlatildi.

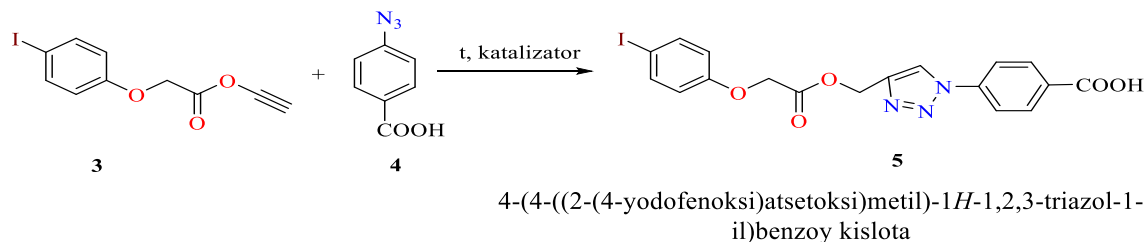


So'ng para-yodfenolni monoyodsirka kislota propargil efiri bilan alkillash reaksiyasi amalga oshirildi. Reaksiya para-yodfenol va monoyodsirka kislotaaning 1:1mol nisbatdagi aralashmasini potash va TBAB katalizatorligida atsetonitril eritmasida qizdirib olib borildi. Natijada yuqori unum bilan prop-2-in-1-il 2-(4-yodofenoksi)asetat (**3**) ajratib olindi. Modda geksanda qayta kristallandi.



Olingan moddaning (3) tuzilishi IQ va YaMR spektrlar orqali o'rganildi.

Olingan prop-2-in-1-il 2-(4-yodofenoksi)asetat efirini para-azidobenzoy kislota bilan o'zaro siklobirikish reaksiyasi amalga oshirildi. Azidlar (4) adabiyotdagi usul orqali sintez qilib olindi. Halqalanish reaksiyasi reagentlarning 1:1 nisbatdagi aralashmasini mis(I)yodid katalizatori ishtirokida toluol eritmasida 110°C (toluolni qaynash harorati) haroratda 6 soat qizdirib olib borildi.



Reaksiyon aralashma sovutildi, tushgan cho'kma fil'trlandi, quritildi va fizik konstantalari o'rganildi. Natijada 1H-1,2,3-triazollarning yangi – 1,4-izomer hosilalari (5) 84 % unum bilan olindi ($T_s=220-222^{\circ}\text{C}$).

Xulosa qilib aytganda, kelajakda 1,2,3-triazollar asosida yaratilgan dori vositalari farmakologik faol moddalar va biokon'yugatsiya elementlari sifatida yuqori samaradorlik ko'rsatmoqda. Para-yodfenolning (2) monoyodsirka kislolaning propargil efiri (1) bilan yumshoq sharoitda alkilaniishidan (atsetonitril) yuqori unumlar bilan izomer prop-2-in-1-il 2-(4-yodofenoksi) atsetat (3) sintez qilingan. Olingan prop-2-in-1-il 2-(4-yodofenoksi) atsetatni para-karboksilfenilazidlar bilan o'zaro halqalash natijasida 1H-1,2,3-triazollarlarning yangi hosilalari (5) ajratib olingan. Ushbu tadqiqotlarni kelgusida maqsadli sintez reaksiyalarida muvaffaqiyatli qo'llash mumkin. Bu usullarning sodda va qulayligi ularning qator afzalliklarga ega ekanligini bildiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Kolb H.C., Finn M.G., Sharpless K.B. Function from a Few Good Reactions. Click Chemistry: Diverse Chemical - 2001.
2. Rostovtsev V.V. va boshq. Copper(I)-Catalyzed Azide-Alkyne Cycloaddition. -2002
3. Sletten E.M., Bertozzi C.R. Bioorthogonal Chemistry.-2009
4. Küçükgeznel Ş.G., Şenkardes S. 1,2,3-Triazoles as Bioactive Scaffolds.- 2015

OQSIL TOLALARINI BO'YASHDA TEMIR TUZLARI ASOSIDAGI KOMPOZITSIALARDAN FOYDALANISH.

O.Toshxo'jayeva¹, F.A.Lapasova², Sh.Tashbayeva³

¹Guliston davlat universiteti 1-bosqich magistratura talabasi, Sirdaryo viloyati, O'zbekiston

²t.f.f.d., dosent Guliston davlat universiteti, Sirdaryo viloyati, O'zbekiston

*e-mail: feruza_usmanova@list.ru

³katta o'qituvchi, Guliston davlat universiteti, Sirdaryo viloyati, O'zbekiston

Abstract. This article analyzes the data on the use and effectiveness of iron salt-based compositions in dyeing protein fibers. The ecological importance of using natural dyes, the chemical structure and properties of protein fibers, the role of iron salts as mordants, and the main parameters affecting the dyeing process are considered.

Keywords: protein fibers, iron salts, mordant, dyeing, natural dyes, composition, fastness.

So'nggi yillarda tabiiy bo'yoqlarga bo'lgan qiziqish ortib bormoqda. Tabiiy bo'yoqlar sintetik bo'yoqlarga nisbatan ikkita asosiy afzallikka ega: ularning sintezi atrof-muhit ifloslanishisiz tabiat tomonidan amalga oshiriladi va tabiiy materiallarning biologik parchalanishi xavfli chiqindilarga olib kelmaydi (Kasiri va Safapour, 2015).

Oqsil tolalar tabiiy bo'yoqlarga tsellyuloza tolalariga nisbatan yaxshiroq yaqinlik ko'rsatadi, chunki ularning tuzilishida ion guruhlar mavjud va bo'yoq tuzilishidagi ion guruhlar bilan mustahkamroq bog'lanish hosil qiladi (Schweppe, 1992; Kumar Gupta, 2019).

Oqsil tolalar hayvonlar yoki o'simliklar tomonidan hosil qilinadigan tabiiy tolalar bo'lib, aminokislotalardan tuzilgan oqsillardan tashkil topgan. Ular mustahkamlik, elastiklik va issiqlikni saqlash xususiyatlariga ega.

To'qimachilik sanoati chuchuk suvni iste'mol qiluvchi eng yirik tarmoqlardan biri bo'lib, bo'yash jarayonlarida qayta ishlangan materialning kilogrammiga 100 litrdan ortiq suv sarflanadi va bu hajmning 80% oqava suv sifatida tashlanadi (Vajnhandl va Valh, 2014). Bo'yash jarayonidan chiqqan oqava suvlar kuchli rang, yuqori pH, yuqori kimyoviy kislorod talabi (COD) va past biologik parchalanish bilan tavsiflanadi.

Jun eng qadimgi va muhim oqsil tolalaridan biridir. Jun tolasining kimyoviy tuzilishi asosan keratindan iborat va quyidagi tarkibga ega: Uglerod (C) 50-52 %, Vodorod (H) 6-7 %, Kislorod (O) 19-24 %, Azot (N) 15-18 %, Oltingugurt (S) 3-4 %.

Jun tolasining o'ziga xos xususiyati uning tarkibidagi oltingugurtli aminokislotalar (sistin) hisobiga hosil bo'ladigan disulfid ko'priklaridir. Bu bog'lar tolaning elastikligini va kimyoviy ta'sirlarga chidamliligini ta'minlaydi.

Ipak tolalari yuqori qiymatli tola hisoblanadi. Ipak tolalari 75% fibroin va 25% seritsindan tashkil topgan (Yurdakul va Atav, 2006). Seritsin fibroin qatlamini qoplaydi va bo'yashdan oldin olib tashlanadi (Tarakchiog'lu, 1980). Ipak tolalarining asosiy xususiyatlari - yorqinligi va silliqdigi, ammo bu xususiyatlar qaynash haroratida bajariladigan bo'yash jarayonlarida buzilishi mumkin.

Tabiiy bo'yoqlarni kimyoviy tuzilishi, kelib chiqishi, qo'llash usuli va rangiga qarab tasniflash mumkin. Kimyoviy tuzilishiga qarab ular quyidagi sinflarga bo'linadi (Chakraborty, 2014; Narbona va boshq., 2021):

Indigoidlar Antrakinnonoidlar, Ketonlar, Iminlar, Betalainlar, Antosiyanidinlar, **Flavonoidlar** (suvda eriydigan polifenollar), Karotenoidlar, Xlorofillar

Flavonoidlar (suvda eriydigan polifenollar) o'simlik gullariga sariq rang beradi. Kimyoviy jihatdan flavonoidlar flavonlar, flavonollar, izoflavonlar, flavanonlar, xalkonlar va aronlarga bo'linadi (Deveoglu va Karadag, 2019). Luteolin flavonlar sinfiga, kersetin esa flavonollar sinfiga kiradi (Tang va boshq., 2013).

Temir tuzlari asosidagi kompozitsiyalar: mordant sifatida ishlatilishi. To'qimachilik materiallarida bo'yoqlarning samaradorligi bo'yoq/tola kompleksining barqarorligiga bog'liq. Tabiiy bo'yoqlar bilan tsellyuloza tolalari yomon yaqinlik va moddaviylikni ko'rsatadi. Oqsil tolalari tabiiy bo'yoqlarga yaxshiroq yaqinlik ko'rsatsa-da, mordantlardan foydalanish rang mustahkamligini oshirishda muhim rol o'ynaydi.

Temir tuzlarining xususiyatlari

Temir tuzlari (FeSO_4 — temir-II-sulfat, FeCl_3 — temir-III-xlorid) quyidagi afzalliklarga ega:

1. **Rang o'zgarishiga olib keladi** — temir tuzlari bilan ishlov berilgan materiallarda ranglar to'q va sovuq tuslarda (kulrang, qoramtir, zaytun, qora) namoyon bo'ladi.

2. **Mustahkamlikni oshiradi** — temir mordanti bo'yoq va tola orasida koordinatsion bog'lar hosil qiladi.

3. **UV-nurlarga chidamlilikni oshiradi** — temir ionlari ultrabinafsha nurlarni yutish xususiyatiga ega.

4. **Qo'shimcha funktsionallik** — temir tuzlari antibakterial va antifungal xususiyatlarni ham berishi mumkin.

Temir tuzlarining bo'yash mexanizmi: Temir tuzlari oqsil tolalari bilan quyidagi mexanizmlar orqali o'zaro ta'sir qiladi:

1. **Koordinatsion bog'lanish:** Fe^{2+} yoki Fe^{3+} ionlari oqsil molekulasidagi $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$ guruhlar bilan kompleks hosil qiladi.

2. **Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari:** Fe^{2+} oksidlanib Fe^{3+} ga aylanishi mumkin, bu esa rang o'zgarishiga olib keladi.

3. **Disulfid bog'lariga ta'sir:** Temir ionlari jun tolalaridagi disulfid ($-\text{S}-\text{S}-$) bog'lariga ta'sir qilishi mumkin.

Oqsil tolalariga ta'sir etuvchi asosiy parametrlar:

Parametr	Optimal qiymat	Ta'siri
Harorat	70-90°C (jun), 60-80°C (ipak)	Yuqori haroratda rang chuqurroq, lekin tolaning yorqinligi pasayadi
Vaqt	30-60 min	Uzoq vaqt bo'yashda rang to'qroq, lekin mustahkamlik pasayishi mumkin
pH	4-6 (kislotali muhit)	Kislotali muhit oqsil tolalarining musbat zaryadlanishiga olib keladi
Mordant konsentratsiyasi	2-10%	Yuqori konsentratsiyada rang to'q, lekin tola mustahkamligi pasayishi mumkin

Ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, temir tuzlari oqsil tolalarini bo'yashda samarali mordant sifatida xizmat qiladi. Temir-II-sulfat (FeSO_4) konsentratsiyasini 3-7% oralig'ida qo'llash optimal rang chuqurligi va mustahkamlikni ta'minlaydi. pH 4-5 oralig'ida bo'lishi, harorat esa ipak uchun 70-80°C, jun uchun 80-90°C bo'lishi tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. , S., Valh, J.V. (2014). "The environmental impact of textile Vajnhandl processing." Textile Science and Technology.
2. Kasiri, M.B., Safapour, S. (2015). "Exploring and Exploiting Plants Extracts as the Natural Dyes/Antimicrobials in Textiles Processing." Progress in Color, Colorants and Coatings, 8, 87-114.
3. Schwappe, H. (1992). Handbuch der Naturfarbstoffe: Vorkommen, Verwendung, Nachweis. Ecomed, Landsberg/Lech.
4. Kumar Gupta, V. (2019). "Fundamentals of Natural Dyes and Its Application on Textile Substrates." In: Chemistry and Technology of Natural and Synthetic Dyes and Pigments.
5. Chakraborty, J.N. (2014). "Dyeing with natural dyes." In: Fundamentals and Practices in Colouration of Textiles, 2nd ed.
6. Narbona, E., del Valle, J.C., Whittall, J.B. (2021). "Painting the green canvas: How pigments produce flower colours." Biochemist, 43, 6-12.

TOLUOLNI 2-XLOR PROPIONILXLORID BILAN KATALITIK MIQDORDAGI KATALIZATOR ISHTIROKIDAGI ATSILLASH REAKSIYASI

Z.A. Abdusattorova., A.K. Abdushukurov., N.N.Mamatqulov

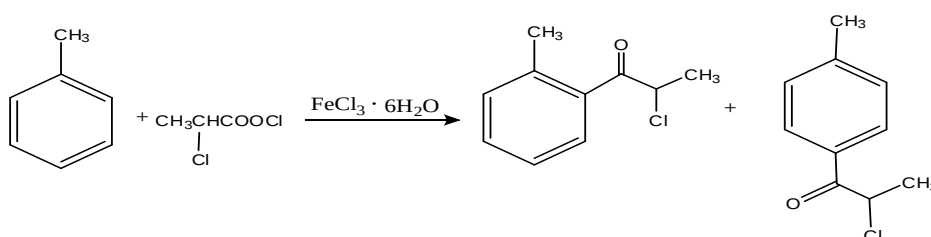
O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent sh, O'zbekiston Respublikasi

e-mail: abdusattorovazulayho138@gmail.com

Abstract: The acylation reaction of toluene with 2-chloropropionyl chloride was carried out in the presence of a catalytic amount of catalyst. The composition, structure, and physicochemical properties of the reaction products were analyzed using IR and NMR spectroscopy.

Keywords: toluene, 2-chloropropionyl chloride, IR, ^1H NMR, ^{13}C NMR, acylation, catalyst, green chemistry.

Bugungi kunda yashil kimyo tamoyillari kimyoning deyarli barcha sohalarini o'z ichiga oladi. Jumladan organik kimyo sohasida ham bu tamoyillardan foydalangan holda turli tadqiqot ishlarini olib borish muhim masallardan biri hisoblanadi (Ivankovich A, 2017). Atsillash reaksiyasiyalari organik kimyo sohasidagi eng muhim reaksiyalarda biri bo'lib bir necha yillardan buyon chet el hamda o'zbek olimlari tomonidan bir nechta atsillash reaksiyalari turli xil usullar bilan amalga oshirilib kelingan. Shuningdek AQSh olimlari tomonidan toluolni AlCl_3 katalizatori ishtirokida propion kislotaning xlorangidridi bilan atsillash reaksiyasini mikroto'lqinli pech yordamida amalga oshirishgan (Damkaci F, 2013). Biz ham bu tadqiqot ishini yashil kimyo tamoyillariga asoslangan holda olib borishga harakat qildik. Ushbu tadqiqot ishida toluolni 2 xlorpropionilxlorid bilan reaksiyasi yuqori haroratda erituvchisiz sharoitda olib borildi bunda reaksiya kolbaga reagentlar nisbati toluol: 2-xlorpropionilxlorid: FeCl_3 ; 1:1:3•10⁻³ nisbatda solindi va reaksiya 130-140°C haroratda 3 soat davomida olib borildi. Reaksiya unumi 72% ni tashkil qildi.



Reaksiya mahsulotlari yupqa qatlamli xromatografiya yordamida tekshirilganda reaksiya ikkita mahsulot hosil bo'lganligi aniqlandi. Reaksiya mahsulotlari vakuumli nasos yordamida haydab tozalab sariq rangli suyuq mahsulot ajratib olindi. Sintez qilingan mahsulotga mos ravishda erituvchilar sistemasi tanlab olindi va mahsulotlar kalonkali xromatografiya usuli yordamida ajratib tozalab olindi va IK hamda ^1H NMR, ^{13}C NMR, tahlillari asosida mahsulotlar tarkibi aniqlandi.

Adabiyotlar

1. Ivankovic A, Dronjic A, Bevanda AM, Talic S. Review of 12 principles of green chemistry in practice // Int J Sustain Green Energy, -2017. -Vol. 6. -P. 39-48.
2. Damkaci F., Dallas M., Wagner M. Microwave-Assisted Friedel–Crafts Acylation of Toluene with Anhydrides // American Chemical Society Journal of Chemical Education. – 2013. – Vol. 90, № 3. – P. 390–392. – DOI: 10.1021/ed200479n.

3-AMINO-1,2,4-TRIAZOL HOSILALARI ASOSIDAGI METALL KOMPLEKSLARINING TARKIBI VA BARQARORLIGINI O'RGANISH

R.X.Karimova., Z.M.Chalaboyeva., Sh.A.Kadirova

Qo'qon Universiteti Andijon Filiali, O'zbekiston Milliy Universiteti, O'zbekiston

chalaboyevazilola559@gmail.com,

Abstract: This article discusses the chemical significance of 3-amino-1,2,4-triazole derivatives as N,O-donor ligands and their metal complexes. The composition and stability of Cu(II) complexes were studied using isomolar series, Asmus and Babko photometric methods.

Keywords: Triazole, coordination compound, metal complex, Cu(II), ligand, stability constant, photometric method.

So'nggi yillarda kompleks birikmalar kimyosida triazol hosilalari, ayniqsa 3-amino-1,2,4-triazol (L_1) asosidagi ligandlar muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Triazol hosilalarining tibbiyot va farmatsevtika sohalaridagi qo'llanilishi ularning kimyoviy va biologik faolligi bilan chambarchas bog'liq. Ma'lumki, 1,2,4-triazol halqasini saqlagan bir qator dori vositalari zamburug'larga, bakteriyalarga, yallig'lanishga, sil kasalligiga va ayrim virusli infeksiyalarga qarshi faollik namoyon qiladi. Shuningdek, triazol hosilalarining antidepressant, antikoagulyant, og'riq qoldiruvchi, ingibitor hamda saratonga qarshi xususiyatlari ham ilmiy manbalarda qayd etilgan (Chalaboyeva, 2026).

Ushbu tadqiqotda 3-amino-1,2,4-triazol hosilalari asosida olingan ligandlarning Cu(II) ionlari bilan kompleks hosil qilish jarayoni o'rganildi. Kompleks tarkibini aniqlashda izomolyar qatorlar va Asmusning to'g'ri chiziqlar usullaridan foydalanildi. Bunda mis(II) tuzi va ligandning teng konsentratsiyali eritmaları tayyorlanib, ularning turli hajmiy nisbatlardagi aralashmalari spektrofotometrik usulda tahlil qilindi (Chalaboyeva, 2024).

Tajriba jarayonida 50 ml li o'lchov kolbalarida qator eritmalar tayyorlandi. L_1 ligandining 0,01 molyarli eritmasidan 1,0 ml dan 9,0 ml gacha bo'lgan hajmlar olindi va ularga mos ravishda mis(II) tuzining 0,01 molyarli eritmasidan 9,0 ml dan 1,0 ml gacha qo'shildi. Eritmalar distillangan suv bilan belgisigacha suyultirilib, yaxshilab aralashtirildi. Tayyorlangan eritmaların optik zichligi Specord 50+ UB-spektrofotometrida, nur yutish qalinligi 1,0 sm bo'lgan kyuvetalarda o'lchandi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, Cu(II) ionining L_1 ligand bilan hosil qilgan kompleksida metall va ligandning molyar nisbati 1:2 ga teng. Xususan, $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : L_1$ hamda $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : L_1$ sistemalarida hosil bo'lgan komplekslar tarkibi $T : L_1 = 1 : 2$ nisbatga mos kelishi aniqlandi. Bu natija ligandning metall markaz bilan koordinatsiyalanish qobiliyati yuqori ekanligini tasdiqlaydi.

Koordinatsion birikmalarning eng muhim xususiyatlaridan biri ularning barqarorlik konstantasi hisoblanadi. Barqarorlik konstantasi kompleks birikmaning eritmadagi mustahkamligini, dissotsiatsiyaga moyilligini va analitik amaliyotda qo'llanish imkoniyatini baholashda muhim ko'rsatkichdir (Kadirova, 2020). Shu sababli tadqiqotda Mn(II), Co(II), Ni(II), Cu(II) va Zn(II) ionlarining atsetatli hamda xloridli komplekslari suvli eritmada fotometrik usulda o'rganildi.

Komplekslarning barqarorlik konstantalarini aniqlashda Babko usulidan foydalanildi (1-jadval). Dastlab metall va ligand komponentlari ma'lum nisbatlarda aralashtirilib, kompleks hosil qiluvchi eritma tayyorlandi. So'ngra eritmaning optik zichligi o'lchandi. Keyingi bosqichda eritma ikki marta suyultirildi va kyuveta qalinligi oshirilgan holda optik zichlik qayta aniqlandi. Suyultirish natijasida kompleksning qisman dissotsiatsiyalanishi kuzatildi va bu Buger–Lambert–Ber qonunidan chetlanish orqali baholandi.

Barqarorlik konstantasi quyidagi ifoda asosida hisoblandi: $\Delta = (A - A_2) / A$. Bu yerda A - dastlabki eritmaning optik zichligi; A_2 - suyultirilgan eritmaning optik zichligi; Δ - dissotsiatsiya natijasida nur yutilish qonunidan chetlanish qiymati.

1-jadval

Sintez qilib olingan komplekslarning eritmadagi barqarorligi

№	Kompleks	$\lambda_{(nm)}$	C_m^1	A_1	C_m^2	A_2	$K_{barq.(ML^n)}(\beta_k)$
1	$[Mn_2(L^1)_4((CH_3COO)_2)_2]$	465	0,01	0,095	0.005	0,091	$2,65 \cdot 10^{15}$
2	$[Co(L^1)_2(CH_3COO)_2]$	489	0,01	0,162	0.005	0,157	$2,74 \cdot 10^{15}$
3	$[Ni(L^1)_2(CH_3COO)_2]$	505	0,01	0,180	0.005	0,177	$2,81 \cdot 10^{15}$
4	$[Cu(L^1)_2(CH_3COO)_2]$	615	0,01	0,194	0.005	0,192	$2,26 \cdot 10^{16}$
5	$[Zn(L^1)_2(CH_3COO)_2]$	392	0,01	0,071	0.005	0,066	$2,49 \cdot 10^{15}$
6	$[Mn(L^2)_2(CH_3COO)_2]$	472	0,01	0,109	0.005	0,106	$2,76 \cdot 10^{15}$
7	$[Co(L^2)_2(CH_3COO)_2]$	493	0,01	0,171	0.005	0,168	$2,93 \cdot 10^{15}$
8	$[Ni(L^2)_2(CH_3COO)_2]$	511	0,01	0,193	0.005	0,191	$2,1 \cdot 10^{16}$
9	$[Cu(L^2)_2(CH_3COO)_2]$	628	0,01	0,197	0.005	0,196	$1,7 \cdot 10^{17}$
10	$[Zn(L^2)_2(CH_3COO)_2]$	404	0,01	0,098	0.005	0,094	$2,7 \cdot 10^{16}$

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, o'rganilgan kompleks birikmalarning barqarorligi quyidagi qatorda ortadi: $Mn(II) < Co(II) < Ni(II) < Cu(II) > Zn(II)$. Ushbu qonuniyat Irving-Uilyams qatori bilan mos keladi.

Xulosa qilib aytganda, 3-amino-1,2,4-triazol hosilalari metall ionlari bilan barqaror koordinatsion birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega. $Cu(II)$ ionlari bilan hosil bo'lgan komplekslar tarkibida metall va ligand nisbati 1:2 ekanligi izomolyar qatorlar hamda Asmus usullari orqali tasdiqlandi. Babko usuli yordamida aniqlangan barqarorlik konstantalari esa ushbu komplekslarning eritmadagi mustahkamligini ko'rsatdi. Olingan natijalar triazol hosilalari asosida biologik faol, farmatsevtik jihatdan istiqbolli yangi kompleks birikmalar yaratish imkoniyatini asoslaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Chalaboyeva Z. M. et al. Synthesis and structural characterization of Mn (II) acetate complexes with 3-amino-1, 2, 4-triazole: an ir spectroscopic study //Azerbaijan Chemical Journal. – 2026. – №. 2. – C. 153-161.
2. Chalaboeva Z., Razzokova S., Kadirova Sh., Wan Nik W.B., Ambrish Singh , A. S., Berdimurodov E., Eliboev I., Haseen U., Hosseini-Bandegharai A. // Synthesis and Characterization of a Zinc-Triazole Coordination Complex with Potent Antimicrobial and Anticancer Properties. *Journal of Molecular Structure*. – 2024.
3. Кадилова Ш.А., Раззокова С.Р., Садуллаева Г.Б. Синтез и спектроскопическое исследование комплексов $Co(II)$, $Ni(II)$ и $Zn(II)$ с 5-(3-гидроксифенил)-1,3,4-оксадиазолин-2-тионом// -ТерГУ, 24-26 апреля. –2020.–С. 317-320.

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ТЕРПЕНОИДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

З.Ш. Мухидова¹, С.Х.Закиров²

¹Республика Узбекистан, филиал в Ташкентской области, Астраханский государственный технический университет, Республика Узбекистан, г.Ташкент,100140, ул. Университетская 2, e-mail: muxidova.zulfiya@mail.ru

²Ташкентский государственный аграрный университет, Республика Узбекистан, г.Ташкент,100140, ул. Университетская 2, e-mail: zakirovsalahutdin:@gmail.com

Abstract: This article presents the results of phytochemical and biological studies of sesquiterpene lactones from several plants of the genus *Artemisia* and examines the biostimulating activity of isolated individual lactones and combined preparations in rice cultivation. Based on the sesquiterpene lactones leucomysin and austriacin isolated from *Artemisia leucodes*, biologically active, environmentally safe natural stimulants have been developed. A single pre-sowing seed treatment can increase rice yields by an average of 10-11 quintals per hectare.

Key words: terpenoid, sesquiterpene lactone, *artemisia*, extraction, rice.

Одним из наиболее перспективных путей поиска эффективных экологически безопасных пестицидов и высокоэффективных фармакологических препаратов следует считать исследования, направленные на выделение, идентификацию и изучение биологической активности природных соединений, а также на разработку методов их получения и применения. В этом отношении среди природных соединений особое внимание своим химическим структурным разнообразием и биологической активностью многих ученых ведущих исследования в этом направлении привлекает класс терпеноидов в особенности сесквитерпеновые лактоны. Сесквитерпеновые γ - лактоны, широко распространены в цветковых растениях и в особенности среди растений семейства *Asteraceae*. Флора Узбекистана, которая наиболее богата представителями данного семейства и среди них наиболее обширно представлены растения рода *Artemisia* (полынь), которые являются потенциальной и легко доступной сырьевой базой для изучения и практического применения указанного ряда терпеноидов

В результате фитохимических исследований установлено, что растения рода *Artemisia* очень богаты разнообразными типами сесквитерпеновых лактонов и среди них широко распространены гвайанолиды, эвдесманолиды, псевдогвайанолиды, гермакранолиды, а также димерные лактоны. Также выявлено, что большинство из них обладают антимикробной, антифидантной, кардиотонической, противоопухолевой, антигельминтной, фунгицидной, рострегулирующей, антиоксидантной, инсектицидной, антимутагенной и другими видами активности и нашли практическое применение.

За внедрение в медицинскую практику для лечения малярии сесквитерпенового лактона артемизинина выделенного из *Artemisia annua* Китайская ученая Ту Юцюн в 2015 году стала лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине.

Биологические испытания сесквитерпеновых лактонов и суммарных препаратов выделенных нами из растений рода *Artemisia absinthium*, *A.tenuisecta*, *A.sogdiana*, *A. leucodes* показали хорошие результаты в селекции хлопчатника, шелководстве, рисоводстве и в качестве антитермитных средств. В связи с этим химическое изучение растений этого рода имеет большое научное и практическое значение. Если в сельское хозяйство будут внедрены препараты, созданные на основе растительного сырья, это приведет к рациональному использованию местного растительного сырья, созданию высокоэффективных пестицидов, сохранению биоразнообразия, решению экологических проблем, повышению качества и урожайности сельскохозяйственных культур, созданию перспективных новых сортов, что указывает на актуальность данных исследований.

Полевые опыты выделенных лактонов из надземной части *Artemisia leucodes* проводились в опытных полях на площади 0,1 га, в 4 вариантах четырёхкратной повторности и семена риса сорта “Искандар” обработали равной смесью сесквитерпеновых лактонов леукомизина и аустрицина при концентрации (1:10000), а также водорастворимой формой лактонов (препарат “Рисолид”) при концентрации (1:10000) (см. табл.1).

В 1м² опытного поля наблюдалось следующая средняя всхожесть семян: в контрольном варианте 240 штук, т.е. (48,0%), во втором варианте 263 (52,6%), а в препарате “Рисолид” 274,2 штук (54,8%).

Таблица-1.

Определение всхожести семян в полевых условиях

№	Варианты опытов	К-во проросших растений в 1 м ² площади, штук	Всхожесть семян %	Рост растения, см
1	Контроль	240	48,0	10,7
2	Леукомизин+Аустрицин (1:10000)	263	52,6	12,3
3	Рисолид	274,2	54,8	12,2

Из этих данных видно, что на всхожесть семян риса положительное влияние оказывают применяемые биостимуляторы.

При определении урожайности с целью проведения биометрических анализов, с площадей посеянных рисом отбирали стопки от каждого варианта и в лаборатории проводили биометрические анализы. По результатам анализов видно, что в контрольном варианте рост растений составил 127,1см., длина метёлки 25,3 см, вес основной метёлки 1,7 гр, вес боковой метёлки 0,9 гр, а урожайность составил 58,0 центнеров. В 2-ом варианте опыта рост растения 138,4см, длина метёлки 27,8см, вес основной метёлки 2,0 гр, вес боковой метёлки 1,0 гр, урожайность составил 68,3 центнеров, что составил на 10,3 центнеров выше контрольного варианта. В третьем варианте полевых опытов (Рисолид) рост растений составил 138,6см, длина метёлки 28,1 см, вес основной метёлки 2,1 гр, вес боковой метёлки 0,9гр., урожайность самая высокая и составил 69,4 центнеров, что составил на 11,4 центнеров выше контрольного варианта.(см. таблицу-2).

Таблица-2

Показатели урожайности

№	Варианты	Число растений в 1м ² , штук.	Степень кустистости	Рост растений, см	Длина метелки, см	Вес зерна одной метёлки, (средний) г		Вес 1000 шт зерна, г.	Биологическая урожайность, г	Реальная урожайность ц/га
						Главная метёлка	Боковая метёлка			
1	Контроль	219	1,2	127,1	25,3	1,7	0,9	29,9	683	58,0
2	Леукомизин+Аустрицин (1:10000)	252	1,13	138,4	27,8	2,0	1,0	33,2	854,2	68,3
3	Рисолид	256	1,13	138,6	28,1	2,1	0,9	33,2	867,4	69,4

Проведенные лабораторные и полевые биологические испытания индивидуальных лактонов леукомизина, аустрицина, смеси леукомизина и аустрицина, а также препарата «Рисолид» на всхожесть семян, рост и урожайность риса показали перспективность их применения в качестве биостимуляторов, приводящий к повышению урожайности риса в среднем на 10-11 центнеров с гектара.

Литература

1. Seaman F.C. Sesquiterpene Lactones as Taxonomic Characters in the Asteraceae // The Botanical Review. - 1982. - V.48, № 2. - P. 121- 595.
2. Мухидова З.Ш., Закиров С.Х. Экологически безопасный растительный биостимулятор для предпосевной обработки семян риса//Universum: Химия и биология-2024,9(123),С.4-7.
3. Закиров С.Х., Мухидова З.Ш. и другие. “Средство для предпосевной обработки семян риса” // Патент на изобретение. № IAP 07090. Дата регистрации 30.09.2022.

YANTOQ O'SIMLIGI TARKIBIDAGI MAKRO VA MIKROELEMENTLAR

P.X. G'aniyev¹, A.A.Saydullayev², M.R. Inomova³, M.L. Jo'rayeva⁴

^{1,2}Toshkent davlat tibbiyot universiteti Chirchiq filiali, Toshkent viloyati, O'zbekiston

^{3,4} Andion Davlat Tibbiyot Instituti, Andijon viloyati, O'zbekiston

*e-mail: pirnazar88@mail.ru

Abstract: The results of the qualitative and quantitative study of the macro and microelements in the roots, leaves and flowers of the *Alhagi sparsifolia* shap (yantok) plant growing in the Fergana region using the inductively coupled plasma optical emission spectrometric method are presented. According to the analysis results, 30 different elements were identified in the samples, which indicates that the composition of the samples is rich in macro and microelements necessary for life, and their use in folk medicine can protect the human body from mineral deficiencies.

Keywords: *Alhagi sparsifolia* shap, macroelement, microelement, inductively coupled.

Alhagi sparsifolia shap (yantok) — dukkakdoshlar oilasiga mansub ko'p yillik begona o't. Yantok (*Alhagi*) arab tilidan kelib chiqqan bo'lib, ziyoratga boruvchi (xaj) degan ma'noni bildiradi. Makka yo'lida oylab-yillab mashaqqatli yo'l bosib o'tgan ziyoratchilar yo'l bo'ylarida ko'plab uchrab turadigan yantok o'simligidan hojatlari uchun foydalanishgan (mannasi, suvi, xashagi va ozuqasi) va uni Ollohning inomi deyishgan[1]. Xalq tabobatida Yantok turlari yer ustki qismining damlamasini Ibn Sino terlatuvchi, yo'talga va ich ketishiga qarshi vosita sifatida hamda ko'krak og'rig'ida ishlatgan. Xalq tabobatida bu damlama hozirgi kunda ham bavoil, yaralar, dizenteriya, tomoq og'riganda, tonzillit, stomatit, yiringli otit, me'-da-ichak, bachadon va boshqa kasalliklarini davolashda hamda o't hamda siydik haydovchi, terlatuvchi va ichni yumshatuvchi vosita sifatida ishlatiladi.[3]

Alhagi sparsifolia shap o'simligi flavonoidlar, alkaloidlar, fenolik kislotalar va 19 hil polisaxaridlarni o'z ichiga oladi. Farmakologik tadqiqotlar *Alhagi sparsifolia* antioksidant, anti-neyroinflamatur, gepatoprotektiv, renoprotektiv ta'sirga ega ekanligini tasdiqlaydi. Toksikologik testlar va sifat nazorati bo'yicha tadqiqotlar xavfsizlik va immunitetni tartibga solish xususiyatlarini umumlashtiradi.[4]

Materiallar va tadqiqot usullari. *Alhagi sparsifolia* shap o'simligining ildiz, barg va gullari namunalari Farg'ona viloyati terib olingan.

Namunani analizga tayyorlash uchun 0,1000 g aniq tortma teflon avtoklavlarga miqdoriy o'tkazildi. Uning ustiga 3 ml tozalangan kontsentrlangan nitrat kislotasidan (HNO_3) va tozalangan vodorod peroksididan (H_2O_2) 2 ml quyildi. Avtoklav og'zi berkitilib, mikroto'lqinli parchalagich Berghof (Speed WaXpert mikroto'lqinli pechkaga) joylandi. Bunda avtoklavlar ichidagi minimal harorat T (500C) va maksimal harorat T (2300C), bosim max 40 bo'lgan sharoitda 35-45 min davomida nam parchalanish sharoitida olib borildi.

Avtoklavlar xona sharoitigacha sovutildi va uning ichidagi suyuqlik aralashmasi hajmi 100 ml bo'lgan o'lchagich kolbaga o'tkazildi. Bunda avtoklavlar 2-3 marta chayib solindi va so'ngra kolba chizig'igacha bidistillangan suv bilan to'ldirildi. Eritma yaxshilab aralashtirilib avtonamuna probirkasiga solindi va avtonamunalar raqamlanib ma'lum joyga qo'yildi.

Dasturda har bitta probirka joylashgan o'rni, tortib olingan massa va suyultirish koeffitsienti kiritildi. Mineralizatsiya qilingan eritmani Plasma Quant PQ 9100 (ICP-OES.ANALYTIK JENA) induktiv bog'langan plazmali optik emission spektrometrida, namunalarning tarkibidagi makro va mikroelementlari, og'ir metall tuzlari, nodir metallar miqdori kiritilgan standart namunaga nisbatan miqdoriy jihatdan tahlil qildi.

Natija va muhokama. Alhagi sparsifolia shap tarkibidagi elementlarni induktiv bog'langan plazmali optik emission spektrometrik usulda tadqiq etildi. Alhagi sparsifolia shap o'simligi yer ustki va yer ostki qatlamlaridagi 30 xil elementlar miqdori tahlil qilindi. Unda makroelementlar miqdori bo'yicha eng yuqori ko'rsatkich kalsiy elementiga tegishli bo'lib, bargida 98,521 mg/g, gulida 83,602mg/g, ildizida 100,145 mg/g ni tashkil etgan.

Makroelementlardan kaliy va natriy ham tadqiq etilgan. Kaliy miqdori barg (63,258mg/g) va ildiz (56,543mg/g) da guli (32,157mg/g) ga nisbatan ko'proq. Natriy miqdori ildizda (3,989 mg/g) yer ustki qismdagilarga nisbatan ko'p. Namunalar tarkibida makroelementlar miqdori natriy, kaliy, kalsiy ketma-ketligida ortib borgan.

Hayot uchun zaruriy bo'lgan mikroelementlardan temir, mis, ruh, alyuminiy va marganes kabi elementlar alhagi sparsifolia shap yer ustki va ostki qismlarida mavjud bo'lib, ular organizmni mikroelementlar tanqisligidan himoya qila oladi. Shuningdek, kobalt, xrom, bariy, stronsiy va nikel kabi mikroelementlar ham namunalarda mavjud.

Alhagi sparsifolia shap ildizi tarkibida temir (1,711 mg/g) va alyuminiy (0,722mg/kg) miqdor jihatdan eng yuqori qiymatga ega. Ularning miqdori bargi tarkibida esa ildizga nisbatan kichikroq, guliga nisbatan ko'proq. Stronsiyning miqdori esa barg va gul tarkibida ildizga nisbatan ko'p. Mishyak esa ildiz (0.001mg/g), barg (0.001mg/g) va gul (0.002mg/g) tarkibida mavjud.

Xulosa. Farg'ona viloyatidan terilgan Alhagi sparsifolia shap o'simligining ildizi, bargi va guli tarkibidagi makro va mikroelementlar induktiv bog'langan plazmali optik emission spektrometrik usulda birinchi marta to'liq tadqiq etildi va qiyosiy tahlili o'tkazildi. Natijada, Alhagi sparsifolia shap o'simligining guli va ildizi boshqa (barg) organlariga nisbatan makro va mikroelementlarga boy ekanligi aniqlandi. Ularning kalsiy, kaliy, natriy va fosfor kabi hayot uchun zaruriy elementlarga boyligi inson organizmini minerallar tanqisligidan himoya qila oladi, shuningdek xalq tabobatida yanada keng foydalanish imkoniyatini beradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Сокольский С.В. Наказание для грешника и отрада для верблюдов//растения из садов Священного Корана. – М.: САД, 2008
2. Халматов Х.Х., Усмонхўжаев А.Х., Махсумов М.И., Ахмедов Ў.А. Атлас лекарственных растений Узбекистана. -Т. «Узбекистан» 2015. С .62.
3. Xolmatov H.X., Axmedov U.A. Farmakognoziya: Tibbiyot oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik.- Toshkent: Ibn Sino nomidagi nashriyot-matbaa birlashmasi, 1997.- 403 b.
4. Aili, A., Jiang, Z. H., Kuerbanjiang, M., Mikeremu, S., and Zhang, X. Y. (2018). Protective Effect of Alhagi Sparsifolia against Acetaminophen-Induced Liver Injury in Mice. Trop. J. Pharm. Res. 17 (4), 641. doi:10.4314/tjpr.v17i4.11
5. V.Muqimjonova, M.Yu.Исаков, Н.Т.Хўжаева vigna sinensis, phaselous ayreus, arachhis hypogaea o'simliklar donlari va poyalarining organik tarkibi. Товарлар кимёси ва халқ табobati журналы Андижон, 2022 №2.

TERMINAL ASETILEN SPIRTLARINI DIMERLANISH REAKSIYALARI ASOSIDA DIASETILEN DIOLLARI SINTEZI

¹F.G.Abdixoliqova, ¹G.Q.Otamuxamedova, ²O.E.Ziyadullayev

¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti, O'zbekiston

²Toshkent kimyo-texnologiya instituti, O'zbekiston

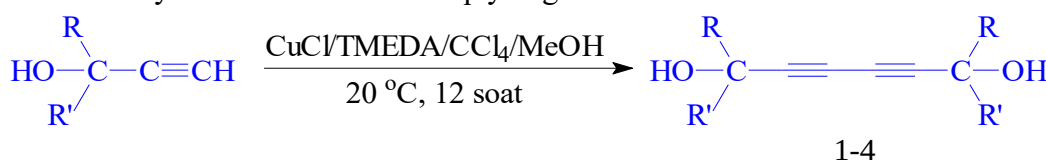
guzal020003@yandex.ru

Abstract In this work, diacetylene diols are formed based on the reaction of homolytic coupling of terminal acetylene alcohols with aliphatic, alicyclic, aromatic and heterocyclic molecules using copper (I) chloride as a catalyst, N,N,N',N'-tetramethylethylenediamine as a ligand, carbon tetrachloride as oxidizing agent, methanol as solvent. Synthesized diacetylene diols were identified, their composition, purity, structure and specific constants were proved by modern physico-chemical methods.

Key words: Terminal acetylene alcohols, diacetylene diols, dimerization, catalytic system, reaction mechanism, product yield.

Yuqori farmakologik ta'sirga ega yangi dorilarning sintezida boshlang'ich xom ashyo sifatida keng qo'llanilishi mumkin bo'lgan atsetilen diollari sintezi dunyo olimlarida katta qiziqish uyg'otdi (Hairui Yuan va boshq., 2023; Rodrigo va boshq., 2023). Jumladan, Shanxay an'anaviy Xitoy tibbiyot universiteti ilmiy jamoasi tomonidan poliatsetilen birikmalari asosida turli xil biologik faollikka ega bo'lgan atsetilen diollarini sintez qilingan va olingan mahsulotlarning farmakologik va biologik funksiyalari bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar olib borilgan (Qi Xie va boshq., 2023). *Launaea capitata* (Spreng) yovvoyi o'simligi ekstraktidan poliatsetilen hosilalari olingan va fermentlarga qarshi yangi inhibitorlarni ishlab chiqish uchun xom ashyo sifatida taklif qilingan (Fatma M. Abdel Bar va boshq., 2023).

Ushbu ishda ilk bor tadqiqot obyekti sifatida tanlangan terminal atsetilen spirtlarining oksidlanish bilan boradigan birikish reaksiyasi katalizator sifatida mis (I)-xlorid, ligand sifatida N,N,N',N'-tetrametiletildiamin, promotor tetraxlorometan va erituvchi metanol yordamida amalga oshirildi. Natijada molekulasida ikkita uch bog' va ikkita gidrosil guruhi hamda alifatik, aromatik, siklik va geterosiklik o'rinbosarlar saqlagan diatsetilen diollari sintez qilindi. Reaksiyasi umumiy sxemasi adabiyot manbaalari asosida quyidagicha taklif etildi:



Bu yerda: R= Me, R'= ⁱPr (1); RR'= ^cHx (2); R= Me, R'= Ph (3); R= Me, R'= Fr (4).

Ilk bor terminal atsetilen spirtlarini oksidlanishi bilan boradigan gomolitik birikish reaksiyasi asosida diatsetilen diindiollari sintez qilish usuli ishlab chiqildi. Dimerlanish asosida sintez qilingan diatsetilen diindiollarini unumdorligini ta'minlash maqsadida jarayonga ta'sir etuvchi quyidagi omillar- tanlangan katalizatorlar miqdori, reaksiya davomiyligi, boshlang'ich moddalar mol miqdori, harorat hamda erituvchilar tabiatining ta'siri tizimli o'rganildi va jarayon uchun muqobil sharoit topildi. Olingan mahsulotlar identifikatsiyalandi. Terminal atsetilen spirtlar molekulasida radikallar tabiati va ularning fazoviy ta'sir etish xossasiga ko'ra ularning dimerlanish jarayonining faollanish (samaradorlik) qatori aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1] Hairui Yuan, Qi Zhjou // *Organic Chemistry Frontiers*, 2023. 28. 8. pp. 2081-2094.
- [2] Rodrigo Abonia, Daniel Insuasty Kenneth // *Molecules*, 2023. 28. 8. P. 3379.
- [3] Qi Xie, Changhong Wang // *Phytochemistry*, 2022. 201. pp. 113-288.
- [4] Fatma M. Abdel Bar, Amira Mira // *Molecules*, 2023. 28. 8. pp. 3526.

EPOKSID OLIGOMERI ASOSIDA TEBRANISHNI YUTUVCHI POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLAR

Navruzov Farxod Mamatqulovich

EMU University, Kimyo fanlari kafedrası mudiri dotsent (PhD).

Axrоров Azamat A'zamqul o'g'li

EMU University farmatsiya fakultetining 2-bosqich talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada epoksid oligomerlar asosida tebranishni yutuvchi polimer kompozitsion materiallarni yaratishning ilmiy asoslari va amaliy jihatlari ko'rib chiqiladi. Epoksid tizimlarning tuzilishi, qattiqlanish jarayonida hosil bo'ladigan fazoviy tarmoq va uning mexanik xossalarga ta'siri tahlil qilingan. Tebranishni yutish mexanizmi qovushqoq-elastiklik, ichki ishqalanish va relaksatsiya jarayonlari orqali izohlangan.

Shuningdek, kauchuklar, plastifikatorlar va nano-to'ldiruvchilar yordamida modifikatsiyalash orqali materialning damping xossalarini oshirish imkoniyatlari yoritilgan. Olingan natijalar ushbu materiallarning sanoatda keng qo'llanish istiqbollarini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar. Epoksid oligomerlar, kompozitsion materiallar, tebranishni yutish, qovushqoq-elastiklik, modifikatsiyalash, nano-to'ldiruvchilar.

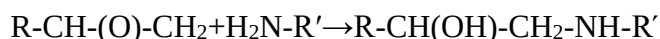
Tadqiqot obyekti. Epoksid oligomer (ED-20 turidagi smola) tanlandi. Qattiqlashtiruvchi sifatida amin tipidagi modda - polietilenpoliamin (PEPA) ishlatildi. Modifikator sifatida butadien-nitril kauchuklari va plastifikatorlar qo'llanilib, ular polimer zanjirlarining harakatchanligini oshirish va ichki energiya dissipatsiyasini kuchaytirish uchun tanlandi. To'ldiruvchi sifatida esa kremniy dioksid (SiO_2) va grafit kukuni ishlatildi, ular materialning mexanik mustahkamligini oshirish bilan birga interfeys zonalarida energiya yutilishini kuchaytiradi [1,2,3].

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotda epoksid oligomerlar asosida tebranishni yutuvchi polimer kompozitsion materiallarni olish, ularning tuzilishi va xossalarini o'rganish uchun kompleks eksperimental va tahliliy usullar qo'llanildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi - turli modifikatorlar va to'ldiruvchilarning kompozitsiyaning qovushqoq-elastik hamda dempferlovchi xossalari ta'sirini aniqlashdan iborat.

Natijalar va muhokama. Tadqiqotlar davomida epoksid oligomeri asosida turli tarkibli polimer kompozitsion materiallar sintez qilinib, ularning vibratsiyani yutish, fizik-mexanik hamda strukturaviy xossalari kompleks ravishda o'rganildi. Tajriba natijalari kompozitsiya tarkibiga kiritilgan elastomer modifikatorlar va dispers mineral to'ldiruvchilar materialning dempfirlash ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishini namoyon etdi.

Aniqlanishicha, sof epoksid matritsa yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo'lsa-da, uning ichki energiya dissipatsiyasi nisbatan past bo'lib, vibratsion yuklamalarni samarali yuta olmaydi. Shu sababli tizimga elastik komponentlar qo'shilishi natijasida makromolekulalararo segment harakatchanligi ortib, ichki ishqalanish kuchayishi kuzatildi. Natijada tebranish energiyasining issiqlik energiyasiga aylanish samaradorligi oshdi.

Kauchuk modifikatorlari bilan modifikatsiyalangan namunalar dinamik mexanik tahlil natijalariga ko'ra yuqori yo'qotish tangensi ($\text{tg}\delta$) qiymatini namoyon etdi. Bu esa materialning vibratsiyani so'ndirish qobiliyati ortganligini ko'rsatadi. Ayniqsa, elastomer miqdori 10-15 % oraliqda bo'lgan kompozitsiyalarda optimal dempfirlash effekti kuzatildi. Elastomer miqdorining ortib ketishi esa polimer matritsaning qattiqligini kamaytirib, mexanik mustahkamlikning pasayishiga olib keldi. Epoksid oligomerning aminli qotiruvchi bilan reaksiyasi natijasida fazoviy polimer to'r shakllanishi kuzatildi:



Mazkur reaksiyada epoksid halqasining ochilishi natijasida gidroksil va amin bog'lari hosil bo'lib, uch o'lchamli zich struktura shakllanadi. Ushbu fazoviy tuzilma kompozitning issiqlik va mexanik barqarorligini oshiradi. Mineral dispers to'ldiruvchilarning kompozitsiya tarkibiga kiritilishi strukturaning zichlashuviga hamda deformatsion energiyaning qayta taqsimlanishiga sabab bo'ldi. Grafit asosidagi to'ldiruvchilar materialning ichki qatlamlari orasida mikro sirpanish

hosil qilib, vibratsion energiyaning yutilishini kuchaytirdi. Kremniy oksidi zarrachalari esa kompozitning elastiklik modulini oshirib, rezonans amplitudasining kamayishiga olib keldi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, to'ldiruvchi zarrachalarining dispersligi va matritsa bilan adgeziya darajasi kompozitning ekspluatatsion xossalriga bevosita ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Zarrachalarning bir tekis taqsimlanishi deformatsion kuchlanishlarning lokal to'planishini kamaytirib, materialning yorilishga chidamliligini oshirdi.

Termik tahlil natijalari kompozitsion materiallarning termik barqarorligi yuqori ekanligini ko'rsatdi [4,5]. Modifikatsiyalangan epoksid kompozitsiyalarida destruksiya jarayonining boshlanish harorati sof epoksid tizimlarga nisbatan yuqori qiymatlarda kuzatildi. Bu esa hosil bo'lgan polimer strukturaning zichligi va molekulalararo o'zaro ta'sir kuchlari ortganligi bilan izohlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar;

1. Carey F.A., Sundberg R.J. Advanced Organic Chemistry. Springer, 2007, pp. 420-465.
2. Askadskiy A.A. Physical Properties of Polymers. Gordon and Breach Publishers, 1996, pp. 215-284.
3. Lipatov Yu.S. Polymer Reinforcement. ChemTec Publishing, 1995, pp. 134-198.
4. Kerber M.L., Vinogradov V.M., Golovkin G.S. Polymer Composite Materials: Structure, Properties, Technology. Chemistry Publishers, 2018, pp. 88-156.
5. Tang X., Yan X. "A Review on the Damping Properties of Fiber Reinforced Polymer Composites." Journal of Reinforced Plastics and Composites, 2020, Vol. 39, No. 1, pp. 22-37.

ATSETILEN ASOSIDA GETEROTSIKLIK BIRIKMALAR SINTEZI VA ULARNING FARMAKOLOGIK AHAMIYATI

Navruzov Farxod Mamatqulovich

EMU University, Kimyo fanlari kafedrası mudiri dotsent (PhD).

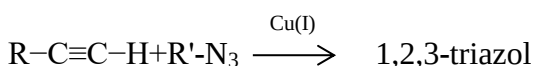
Aminova Zarnigor Anvarber qizi

EMU University farmatsiya fakultetining 2-bosqich talabasi

Annotatsiya. Ba'zi sintez qilingan atsetilenli amino spirtlar, ularning gidrokslorid tuzlari, shuningdek, ular asosida olingan turli xlor va brom birikmalarining gerbitsid ta'siri o'rganildi [1,2]. Ushbu ishda atsetilen asosida geterotsiklik birikmalarni sintez qilish usullari va ularning farmakologik ahamiyati tahlil qilingan. Klik-kimyo reaksiyasi orqali olingan 1,2,3-triazol hosilalari yuqori selektivlik va unumdorlikka ega ekanligi ko'rsatildi. Shuningdek, sintez qilingan birikmalarning zamburug'larga, viruslarga qarshi va analgetik faolligi aniqlangan. Natijalar atsetilen asosidagi sintez usullarining samarali va istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.

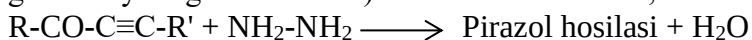
Kalit so'zlar. atsetilen, geterotsiklik birikmalar, 1,2,3-triazol, farmakologik faollik, organik sintez, selektivlik.

Sintez jarayoni va asosiy reaksiyalar. Atsetilen asosida geterotsiklik birikmalarni sintez qilishning samarali usullaridan biri klik-kimyo reaksiyasidir. Bu usulda alkinlar organik azidlar bilan katalizator ishtirokida reaksiyaga kirishib, 1,2,3-triazol halqasini hosil qiladi.



Ushbu reaksiyaning asosiy afzalliklari: yuqori unumdorlik (90-95%), yuqori selektivlik, ekologik xavfsiz hisoblanadi.

Atsetilenli ketonlarning siklizatsiyasi-alpha, beta-atsetilenli ketonlar binukleofillar (masalan, gidrazin yoki gidroksilamin) bilan kondensatlanib, besh a'zoli geterotsikllarni hosil qiladi.



Favorskiy reaksiyasi asosidagi sintezlar - Atsetilenli spirtlar va aminlar ishtirokidagi reaksiyalar natijasida farmakofor guruhga ega bo'lgan oksazol va tiazol unumlari sintez qilinadi. Bunda uchlamchi bog'ning nukleofil markazlarga nisbatan yuqori elektrofil faolligi katalizatorlar (Zn, Cu, Ag) yordamida boshqariladi [3].

Shuningdek, atsetilen asosida furan, pirazol va piridin kabi muhim geterotsiklik birikmalar ham olinadi.

Natijalar va muhokamalar. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, atsetilen asosida geterotsiklik birikmalarni sintez qilish yuqori samaradorlik bilan amalga oshiriladi. Xususan, klik-kimyo reaksiyasi orqali olingan 1,2,3-triazol hosilalari yuqori unum (90-95%) va selektivlik bilan ajralib turadi. Bu esa mazkur usulning farmatsevtik sintezda qulay va ishonchli ekanligini tasdiqlaydi [4,5]. Sintez qilingan geterotsiklik birikmalar tuzilishi ularning biologik faolligiga bevosita ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Triazol, pirazol va piridin halqalarini saqlagan moddalar yuqori farmakologik faollikka ega bo'lib, ayniqsa zamburug'larga va viruslarga qarshi samarali ekanligi kuzatildi. Bu holat geterotsiklik tuzilmalarning biologik tizimlar bilan o'zaro ta'siri kuchli ekanligi bilan izohlanadi. Shuningdek, atsetilen asosidagi sintez usullarining "yashil kimyo" tamoyillariga mosligi muhim afzallik sifatida qayd etildi. Reaksiyalar kam chiqindi hosil qilishi va nisbatan yumshoq sharoitda borishi ekologik jihatdan ham qulay hisoblanadi. Natijalar boshqa adabiyot ma'lumotlari bilan solishtirilganda, atsetilen asosida olingan birikmalar yuqori samaradorlik va selektivlik ko'rsatkichlariga ega ekanligi bilan ajralib turadi. Bu esa ushbu yo'nalishning istiqbolli ekanligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Xulosa: Atsetilen asosidagi geterotsiklik birikmalar sintezi farmatsevtika sanoatining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu usullar orqali yuqori biologik faollikka ega va kam toksik dori vositalarini yaratish imkoniyatlari kengaymoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Turgunov Erxan, Suleymanova Gulchehra Gaybullaevna, Sobirova Diloram Kabulovna, Hudoyberdieva Zarifa, Kolyadin Vladimir Grigorevich, and Fazullaeva Mariyam. "Herbicide activity of acetylenic aminoalcohols and their ammonium bases" European science review, no. 3-4, 2016, pp. 317-320.
 2. Yamaguchi J., Itami K. *Angewandte Chemie International Edition*, 2012, Vol. 51, pp. 942-945.
 3. Carey F.A., Sundberg R.J. *Advanced Organic Chemistry*. Springer, 2007, pp. 420-465.
 4. Ananikov V.P. et al. *Russian Chemical Reviews*, 2014, Vol. 83, pp. 1-45.
- Vollhardt K.P.C., Schore N.E. *Organic Chemistry*. 7th ed., 2014, pp. 280-330.

2-((5-n-BUTYLAMINO-1,3,4-THIADIAZOL-2-YL)THIO)ACETIC ACID: FTIR AND UV-VIS SPECTRAL ANALYSIS

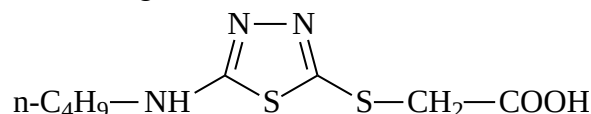
**Ataniyazov Otaniyoz Nurullayevich, Yuldoshova Khalima Azamat qizi,
Razzoqberdiyev Nurbek Nuraddin o'g'li, Polvonov Khudaybergan Kuzyeyevich
Urgench State University named after Abu Rayhon Beruniy, Uzbekistan
e-mail: otaniyozataniyazov@gmail.com**

Abstract: This work analyses the structure of 2-((5-n-butylamino-1,3,4-thiadiazol-2-yl)thio)acetic acid based on its FTIR and UV-Vis spectra. Using the FTIR spectrum, the structure of the substance was studied based on absorption bands corresponding to O-H, C=O, C=N, C-N and C-S functional groups in the molecule. UV-Vis spectral analysis allowed the determination of the electronic structure of the heteroaromatic thiadiazole system in the compound, as well as $\pi \rightarrow \pi^*$ and $n \rightarrow \pi^*$ electronic transitions. The results obtained were found to be in good agreement with the proposed structure of the synthesised compound.

Keywords: FTIR spectroscopy, UV-Vis spectroscopy, 1,3,4-thiadiazole, electronic structure, spectral analysis, carboxyl group, heterocyclic compounds.

1,3,4-Thiadiazole derivatives belong to the class of heterocyclic compounds containing nitrogen and sulfur. Compounds based on them are particularly distinguished by their biological activity and the diversity of their specific physicochemical properties. FTIR and UV-Vis spectroscopy are among the most effective physical methods for characterising such compounds.

While the FTIR spectrum allows the identification of functional groups in the molecule, the UV-Vis spectrum serves to assess the electronic structure and degree of conjugation. The substance under investigation has the following structure:

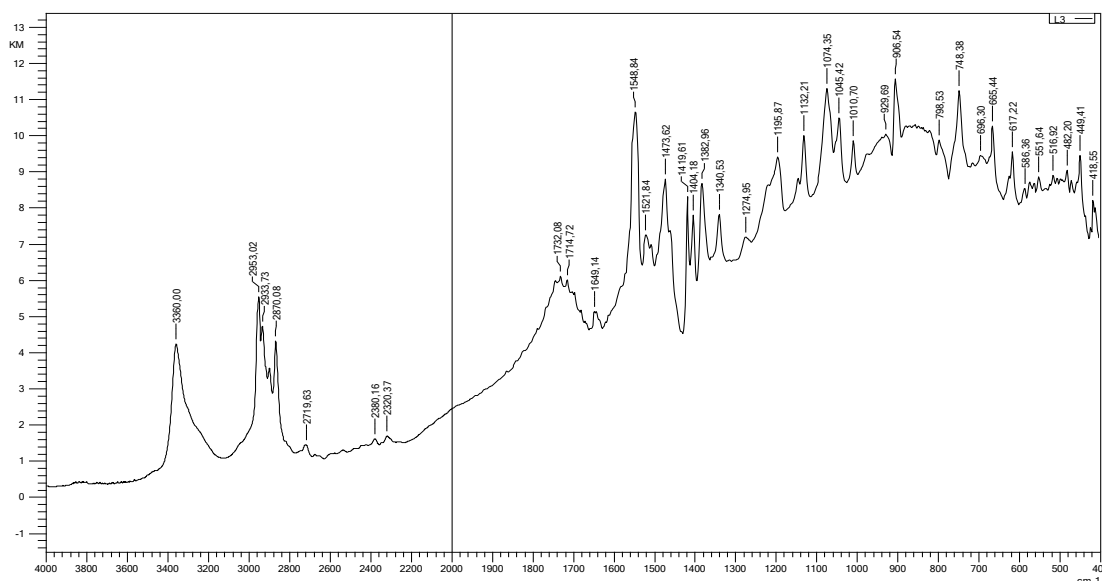


The molecule contains a carboxyl group, an n-butylamine moiety, a thiadiazole ring, and a thioether bond, which significantly influence the spectral properties of the substance. The FTIR spectrum was recorded in the range of 4000–400 cm^{-1} using an IRAffinity-1S (Shimadzu) FTIR spectrometer. The UV-Vis spectrum (Shimadzu, UV-1900) was measured in the range of 210–500 nm. The spectral analysis was carried out based on literature data for similar thiadiazole derivatives (Pavia, 2015).

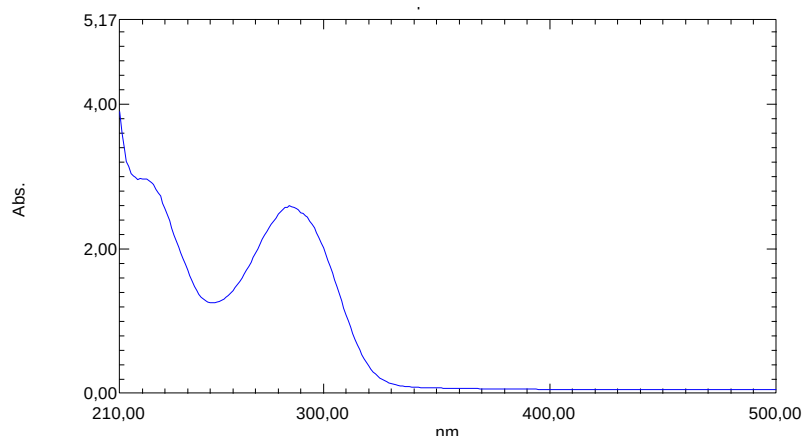
Spectral analysis demonstrates that a broad absorption band around 3360 cm^{-1} corresponds to the O–H stretching vibration of the carboxyl group. The width of the band indicates the presence of intermolecular hydrogen bonds. Absorptions in the range of 2953–2870 cm^{-1} correspond to the stretching vibrations of aliphatic C–H bonds in the butyl chain.

The intense signal in the region of 1732 cm^{-1} in the spectrum is associated with the C=O stretching vibration of the carbonyl group in the carboxyl moiety. The absorptions at 1694 cm^{-1} and 1549 cm^{-1} belong to the vibrations of C=N bonds in the 1,3,4-thiadiazole ring. These signals confirm the presence of a heteroaromatic ring in the molecule.

Furthermore, absorptions in the range of 1196–1011 cm^{-1} are characteristic of the stretching vibrations of C–N, N–N, and C–S bonds in the heterocyclic ring. Signals in the 798–617 cm^{-1} range indicate the presence of thioether and C–S bonds (Silverstein and Webster, 2005).



The UV-Vis spectrum of 2-((5-n-butylamino-1,3,4-thiadiazol-2-yl)thio)acetic acid shows intense absorption in the range of 220–240 nm. This maximum corresponds to $\pi \rightarrow \pi^*$ electronic transitions occurring due to the conjugated π -system of the thiadiazole ring. Additionally, a broad absorption maximum is observed in the range of 280–300 nm. This is explained by $n \rightarrow \pi^*$ electronic transitions involving the lone electron pairs of sulfur and nitrogen atoms. As can be seen from the spectrum, the sharp decrease in absorption beyond the 320 nm region indicates that the molecule does not contain an extensively extended aromatic system (Kaya and Demirbaş, 2016).



Thus, the spectral analysis of the synthesised 2-((5-n-butylamino-1,3,4-thiadiazol-2-yl)thio)acetic acid indicates that, according to the FTIR spectrum, the main functional groups present in the molecule are O–H, C=O, C=N, C–N, and C–S bonds. The observed $\pi \rightarrow \pi^*$ and $n \rightarrow \pi^*$ electronic transitions in the UV-Vis spectrum confirm that the substance possesses a heteroaromatic and conjugated electronic structure. The obtained results are in complete agreement with the proposed structure of the synthesised compound (Sharma and Pathak, 2018).

References

1. Kaya K., Demirbaş A. Spectrochemical Acta Part A. 2016, 152, 577–584.
2. Pavia D. L. Introduction to Spectroscopy. Cengage Learning, 2015.
3. Sharma R., Pathak D. Journal of Heterocyclic Chemistry. 2018, 55, 1254–1262.
4. Silverstein R. M., Webster F. X. Spectrometric Identification of Organic Compounds. Wiley, 2005.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПРОИЗВОДНЫХ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

¹Айтжанова А.А., ²Нуриева М.О., ¹Алланиязова М.К.

¹Каракалпакский государственный университет имени Бердаха. Нукус, Узбекистан

²Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук ККО АН РУз. Нукус, Узбекистан

arayabatovna@gmail.com, nmahbuba@internet.ru, mapruza66@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7965-3148>

Abstract: This study examines modern approaches to the synthesis of dicarboxylic acid derivatives and analyzes their physicochemical, structural, and applied properties. Particular attention is paid to the influence of molecular structure on the properties of the synthesized compounds and the prospects for their use in the pharmaceutical, agricultural, food, and biotechnological industries.

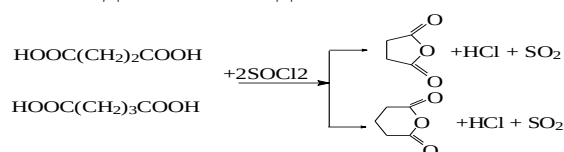
Keywords: dicarboxylic acids, derivatives, bis-esters, lupinine, anhydrides.

В последние годы органическая химия активно развивается в направлении разработки новых функциональных соединений, обладающих высокой реакционной способностью, устойчивостью и широкими возможностями практического применения. Особое место среди таких соединений занимают дикарбоновые кислоты и их производные, которые представляют значительный интерес как в фундаментальных, так и в прикладных исследованиях [Алланиязова 2026].

Актуальность данной темы определяется необходимостью разработки эффективных и технологически удобных методов синтеза производных дикарбоновых кислот, способных служить исходными соединениями для дальнейших химических превращений. Исследование в данной области способствует расширению возможностей органического синтеза и созданию новых веществ с заданными свойствами [Алланиязова и др. 1996].

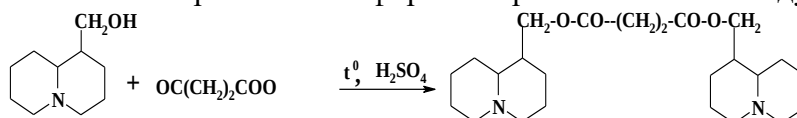
Дикарбоновые кислоты — это органические соединения, содержащие в своей структуре две карбоксильные группы (-COOH). Наличие двух функциональных центров обуславливает их высокую реакционную способность и способность вступать в широкий спектр химических превращений, включая этерификацию, амидирование, хлорирование, образование ангидридов и других производных. Благодаря этим свойствам дикарбоновые кислоты являются ценными исходными веществами для синтеза сложных органических молекул. Большинство органических кислот, в том числе янтарная кислота является эффективными биорегуляторами сельскохозяйственных культур [Кариев и др.1987], кроме того производные дикарбоновых кислот широко применяются в различных отраслях науки и промышленности. Их многообразие и доступность делают их перспективными объектами для разработки новых материалов и технологий.

Среди производных особое место занимают диэфиры дикарбоновых кислот. Их синтез имеет важное значение в современной органической химии, поскольку именно через стадию образования дихлорангидридов часто реализуются наиболее эффективные пути модификации карбоновых кислот. Для некоторых дикарбоновых кислот характерно образование циклических ангидридов вместо целевых дихлорангидридов, что требует детального анализа механизма реакции и оптимизации экспериментальных условий. Это особенно характерно для янтарной кислоты, способных к внутримолекулярной дегидратации. В таких случаях важную роль играет пространственное расположение карбоксильных групп в молекуле. Оптимизация условий реакции, подбор катализаторов и изучение механизмов превращений позволяют существенно повысить эффективность получения функциональных соединений с заданными свойствами.



Янтарный ангидрид, выделяющийся в виде кристаллов, собирали в воронке Бюхнера. Температура плавления янтарного ангидрида: 118–119°C, выход продукта — 80–85 %.

В связи с этим мы синтезировали бис-эфиры янтарных кислот по следующей схеме:



Структура полученных соединений была подтверждена с помощью хромато-масс-спектрометрического анализа и расчётов. Молекулярная масса пика с временем элюации 13,766 минуты соответствует теоретическому значению сложного эфира лупинина и янтарной кислоты [Турениязова 2023].

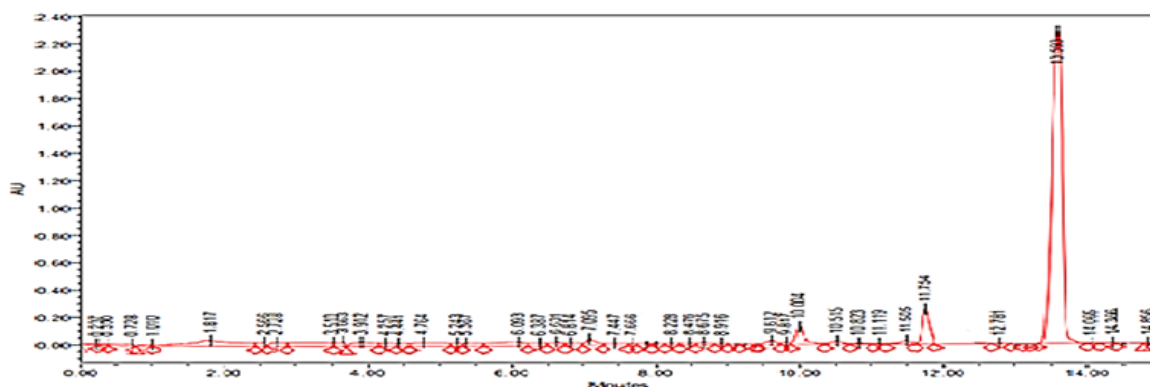


Рис. 1. Анализ хроматомасс-спектра лупининового соединения янтарной кислоты

Таким образом, синтез производных дикарбоновых кислот является важным направлением биоорганической химии, обеспечивающим доступ к широкому спектру ценных перспективных препаратов, как биостимуляторы растений сельского хозяйства.

Полученные результаты могут быть использованы как в фундаментальных исследованиях, так и в прикладных разработках, связанных с созданием новых химических соединений и материалов с заданными свойствами.

Литература:

1. Алланиязова М.К. Синтез и биологическая активность производных дикарбоновых кислот. Монография. Нукус. Изд-во «Илимпаз». 2026. 80 с.
2. Алланиязова М.К., Утениязов К.У., Тиябаев З., Далимов Д.Н. и др. Физиологическая активность бис-эфиров дикарбоновых кислот с различной структурой аммониевой группировки // Сборник научных трудов КГУ. — Нукус, 1994. — Вып. 3. — С. 10–15.
3. Кариев А.У.А.А. Умаров, Г.А. Степаненко, А.И. Глушенкова. Ростон - новый стимулятор роста растений. // Пестициды. Т.-1997.-с.120-124
4. Турениязова Д.А., Нуриева М.У., Алланиязова М.К., Бердимбетова Г.Е. Синтез и исследование лупининового эфира янтарной кислоты // Universum: химия и биология. 2023.– №6 (108).– часть 1. – с.57–60.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ *ALHAGI L.*, ВЫРАЩИВАЕМОГО В ПРИАРАЛЬЕ

¹Алланиязова М.К., ¹Жанабаева А.А., ²Худойназаров М.Ш., ³Даужанов А.А.

¹ Каракалпакский государственный университет имени Бердаха. Нукус, Узбекистан

²НИИ Агробιοтехнологий и биохимии при ГулГУ. Гулистан, Узбекистан.

** Czech University of Life Sciences Prague.

mapruza66@mail.ru janabaevaaysuliw02@gmail.com xdaua011@studenti.czu.cz

Abstract: This work examined the chemical composition of the above-ground organs, leaves, stems, and seed oil of the Alhagi plant, which grows in the Aral Sea region. As a result of the study, it was established that the pigment content in the leaves is higher than in the stems, as well as the presence of more than 80 chemical compounds in the vegetable oil, using GX-MS analysis.

Key words: Alhagi, Aral Sea region, chemical composition, pigment, GX-MS.

Верблюжья колючка (*Alhagi*) - многолетнее полукустарниковое растение семейства бобовых (*Fabaceae*). Это растение в основном широко распространено в засушливых и полувасушливых регионах, встречаясь в Центральной Азии, Казахстане, Узбекистане, Туркменистане, Иране, Афганистане, Пакистане и странах Ближнего Востока [Набиев 1984]. Верблюжья колючка является важным компонентом пустынных и полупустынных зон и играет важную роль в обеспечении экологической стабильности природных ландшафтов. Среди таких зон Приаралье, с его природно-географической точки зрения, в основном относится к пустынной зоне. Климат резко континентальный, лето очень сухое и жаркое, а зима очень холодная. Влажность низкая. По типам почв: засоленные, песчаные пустынные и в некоторых местах такырные почвы, образующие мощный солевой слой. В таких условиях растения вырабатывают специфические вторичные метаболиты (алкалоиды, флавоноиды, сапонины), которые являются ценным объектом для фитохимических исследований. Китайские учёные [Zhang et al., 2015] выделили полисахаридные комплексы из вида *Alhagi sparsifolia* и продемонстрировали их иммуномодулирующую активность. Эти результаты показывают, что верблюжья колючку можно использовать и в производстве функциональных пищевых добавок. Поэтому изучение особенностей химического состава и свойств галофитных растений местной

флоры, адаптированных к данному климату, имеет большое научно-теоретическое и практическое значение.

В связи с этим в качестве объекта исследования были отобраны надземные органы (листья, стебли и семена) растения янтака, одного из ксерофитных и галофитных растений, произрастающих в нашем регионе, и изучены особенности их химического состава.

Содержание пигментов и каротиноидов в надземных частях верблюжьей колючки было определено с помощью спектрофотометра (Shimadzu, Япония, UV-2600i). На основании полученных данных мы использовали формулу Арнона (1949) для определения концентрации хлорофилла [Arnon, 1949].

Согласно результатам анализа, наблюдались значительные различия в количестве пигментов в стеблях и листьях. Результаты исследований показали, что количество фотосинтетических пигментов в листьях было значительно выше, чем в стеблях. В частности, если количество хлорофилла "а" в листьях составляло около 7,50 мг/л, то в стебле этот показатель составил 3,35 мг/л. Это объясняется тем, что листья являются основным фотосинтезирующим органом [Janabaeva A.A., Allaniyazova M.Q.2026].

Кроме того, был проведен комплексный анализ химического состава масла, выделенного из семян верблюжьей колючки, методом газовой хроматографии - масс-спектрометрии (ГХ-МС), т.е. химическое профилирование проводилось с использованием газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией, при диапазоне массового сканирования: м/с 50-510. Соединения были предварительно идентифицированы с помощью спектральной библиотеки NIST.

Общий уровень ионной хроматограммы определил сложную смесь более 80 соединений, время разложения (захвата) составляет 1-23 минуты. Пик доминирования наблюдался при $R_t \approx 12,25$ мин, а дополнительные пики высокой интенсивности - при 18-22 мин.(табл.1).

Таблица 1.

Основные соединения, идентифицированные по ГХ-МС анализу*

Rt (min)	Площадь (мВ·с)	Относительное (%)	Соединение (условное)
12.252	2.01×10^8	6.8	Ненасыщенные жирные кислоты
12.442	3.73×10^8	12.6	Жирная кислота
14.005	2.44×10^8	8.2	Липидные соединения
18.867	2.63×10^8	8.9	Углеводород
19.308	2.42×10^8	8.2	Углеводород
20.552	1.94×10^8	6.5	Длинноцепочечные соединения

*Анализ ГХ-МС был проведен в лаборатории НИИ Агробιοтехнологий и биохимии при ГулГУ.

Преобладание жирных кислот, таких как октадекановая кислота, свидетельствует об активности липидного обмена. Эти соединения способствуют стабильности мембраны, регулированию ионного равновесия и поддержанию устойчивости к стрессовым факторам. Длинноцепочечные углеводороды (C20-C36), выявленные в результате экспериментов, являются типичными компонентами кутикулярных восков растений. Они играют важную роль в снижении потерь воды, повышении устойчивости к засухе и защите от ультрафиолетового излучения.

Анализ механической картины адаптации к стрессовым факторам показывает, что профиль метаболитов представляет собой скоординированную адаптационную стратегию, которая включает: накопление липидов; укрепление гидрофобных барьеров; снижение летучих метаболитов. Это подтверждает, что растение *Alhagi pseudalhagi* использует липидные (жировые) механизмы для выживания в экстремально-экологической среде.

Литературы:

Arnon, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*.// *Plant Physiology*.-1949.-24(1).-p1-15. doi:10.1104/pp.24.1.1.

Zhang L., Wang X., et al. Chemical constituents of *Alhagi sparsifolia*. – *Journal of Asian Natural Products Research*.- 2015.

Janabaeva A.A., Allaniyazova M.K. Yantoq o'simligining kimyoviy tarkibini o'rganish istiqbollari.// QMU, Magistrantlarning ilmiy miynetlarini toplami.- Nókis.-2026.- «Miraziz Nukus».- 104-105 b.

Nabiyev A.M. O'zbekiston dorivor o'simliklari. Toshkent: O'qituvchi; 1984.

TARKIBIDA TURLI FUNKSIONAL GURUH SAQLAGAN KETONLAR ASOSIDA AROMATIK ATSETILEN SPIRTLARI SINTEZI

¹Ziyadullayev M.E., ²Suyunova N.Z. ³Nurmonov S.E.,

¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti, O'zbekiston

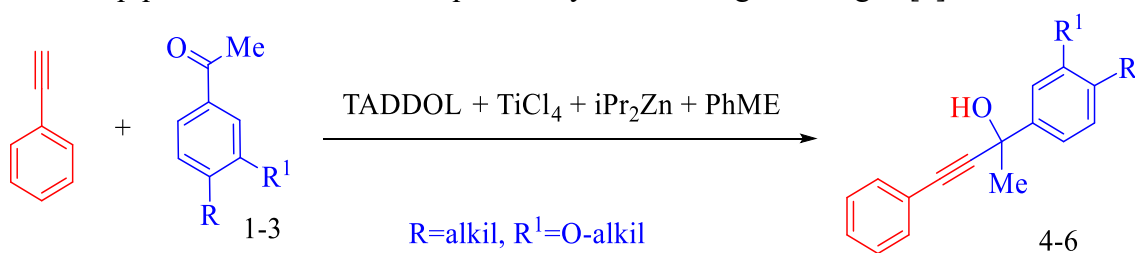
²Chirchiq davlat pedagogika universiteti qoshidagi Akademik litseyi, O'zbekiston
M.Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, O'zbekiston

E-mail: ziyadullayev.91@mail.ru

Abstract: A complex catalytic system consisting of TADDOL+TiCl₄+iPr₂Zn+PhMe was developed for the nucleophilic addition of phenylacetylene to substituted aromatic ketones. The structures of the synthesized novel aromatic acetylenic alcohols were confirmed using modern physicochemical analytical methods. Furthermore, the factors influencing the product yield were thoroughly investigated.

Keywords: ketones, phenylacetylene, catalytic system, nucleophilic addition, product yield, aromatic acetylenic alcohol.

Kirish. Tarkibida atsetilen guruhi va uning gomologlarini saqlagan birikmalar tibbiyotda turli xil kasalliklarga qarshi preparatlar, qishloq xo'jaligida o'simliklar o'sishi va rivojlanishini taminlovchi stimulyatorlar hamda selektiv ta'sirga ega fungitsidlar sintez qilishda keng qo'llaniladi [1]. Shu sababli atsetilen spirtlari sintezi va ularning biologik faolligini aniqlash bo'yicha tadqiqotchilar tomonidan bir qator ilmiy ishlar amalga oshirilgan [2].



1-rasm. Aromatik atsetilen spirtlarini sintez qilish reaksiya sxemasi

Ushbu TADDOL+TiCl₄+iPr₂Zn+PhMe katalitik sistemaning afzalligi shundaki, tanlangan komponentlar o'rtasidagi sinergik ta'sir bilan izohlanadi. Dastlab ligand sifatida tanlangan TADDOL va Lyuis kislotasi TiCl₄ o'zaro ta'sirlashib barqaror xiral kompleksi hosil qiladi. So'ngra ushbu oraliq kompleks birikma tarkibidagi titan, ketonning karbonil guruhi kislorodi bilan koordinatsiyalanadi va elektronlarni o'ziga tortishi hisobiga uglerod atomining elektrofilligini oshiradi. DFT hisob-kitoblari natijalariga ko'ra karbonil uglerodidagi musbat zaryadning oshishi aynan mana shu aktivlanish bosqichini aks ettiradi. Shu bilan birgalikda *iPr₂Zn* fenilatsetilen bilan

reaksiyaga kirishib yuqori reaksiya qobiliyatga ega oraliq rux-fenilatsetilenid birikmasini hosil qiladi. Ushbu oraliq birikma, TADDOL - Ti kompleksidagi elektrofil markazga nukleofil hujum qiladi. Ushbu nukleofil birikishdan so'ng metall-alkoksid shaklidagi oraliq kompleks birikmani hosil qiladi. So'ngra reaksiya aralashma gidrolizlanib tegishli uchlamchi aromatik atsetilen spirtlari hosil bo'ladi. Shuni ham ta'kidlab o'tish lozimki murakkab tuzilishga ega ligand tarkibidagi aromatik o'rinbosarlar, karbonil guruhi atrofida o'ziga xos fazoviy to'siq hosil qilib, oraliq nukleofilning aynan bitta yo'nalish bo'yicha stereospetsifik hujum qilishini taminlaydi. Buning natijasida mahsulotlarni yuqori unumlarda sintez qilish imkoni paydo bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Trost B.M., Kopp L.C. Recent Advances in the Synthesis of Propargylic Alcohols. *Chemical Reviews*, 2022, 122(15), 12500-12560.
2. Markert C., Pfaltz A. Enantioselective Catalysis in Organic Synthesis: New Directions. *Angewandte Chemie International Edition*, 2021, 60(18), 9870-9885.

3-SHO'BA POLIMERLAR, INTERPOLIMER KOMPLEKSLAR VA KOMPOZIT MATERIALLAR KIMYOSINING HOZIRGI ZAMON MUAMMOLARI VA ISTIQBOLLARI

TURLI USULLARDA QUYIMOLEKULYAR POLIETILEN VA AKRIL KISLOTANING PAYVAND SOPOLIMERLANISHI

N.M. Alimova, N.I. Bozorov, V.O. Kudishkin

O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti,
100128, Toshkent sh., O'zbekiston Respublikasi. polymer@academy.uz

E-mail: nozimalimova9891@gmail.com

Abstract: In this study, the process of synthesizing grafted copolymers based on low-molecular-weight polyethylene and acrylic acid was studied using the radical mass copolymerization method and the mechanochemical method. The grafting degree and efficiency values of the obtained copolymers were calculated, the structure was investigated using the physicochemical method, and the structure was investigated using X-ray diffraction analysis. The results showed that acrylic acid was welded onto low-molecular-weight polyethylene.

Keywords: low-molecular-weight polyethylene, acrylic acid, grafted copolymer, radical mass copolymerization, mechanochemical method.

Dunyoda polimerlar kimyosi yo'nalishi bo'yicha yangi funksional materiallarni yaratish muhim ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Shu jihatdan radikal sopolimerlanish jarayonlari alohida ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, massada (blok) sopolimerlanish usuli yuqori molekulyar massali polimerlar olish, mahsulotning yuqori tozaligini ta'minlash hamda texnologik jarayonning soddaligi bilan ajralib turadi (Braun D. va boshq., 2014).

Bundan tashqari ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarador usullardan biri sifatida mexanokimyoviy usulda sintez jarayonini olib borish maqsadga muvofiq bo'ladi. Mexanokimyoviy usulda sintez – reaksiyani issiqlik yoki erituvchi bilan emas, balki mexanik energiya (ezish, maydalash, ishqalanish, zarba) orqali boshlash usuli hisoblanib, polimerlar kimyosida an'anaviy eritma yoki emulsiya muhitlariga nisbatan ekologik va texnologik ustunliklari mavjudligi bilan ajralib turadi, chunki jarayon mexanik energiya va mexanik kuch hisobiga radikal markazlar hosil bo'lishi va reaksiya aralashmaning yuqori darajada disperslanishi bilan kichadi (Boldyrev V. V., 2006). Polimerlarda (masalan PE → PE-g-PAA) bunda makroradikallar to'g'ridan-to'g'ri zanjir uzilishidan hosil bo'ladi. Bu usul bir qator ekologik va texnologik afzalliklarga ega bo'ladi: organik erituvchi kerak emas, chiqindi eritmalar yo'q, quritish bosqichi talab qilinmaydi va portlash xavfi kamayadi, ayniqsa akril kislota bilan ishlaganda muhim (bug'lanish va zaharlilik kamayadi).

Bizning tadqiqotimizda massada payvand sopolimerlanish usuliga asoslangan holda sintez olib borildi. Sintez jarayoni azot atmosferasida, 110°C haroratda amalga oshiriladi. Buning uchun dastlab, uch og'izli kolbaga ma'lum miqdorda quyimolekulyar polietilen (QMPE) solinadi va to'liq suyuqlangandan so'ng, belgilangan miqdorda initsiator dikumil peroksid (DKP) qo'shiladi va 20-30 daqiqadan so'ng, akril kislota (AK) kolbaga qo'shiladi. Sintez jarayoni to'liq aralashtirib turgan holda amalga oshiriladi. Natijada payvand sopolimerlar sintez qilinadi. Sintez qilingan polimer ajratib olinib, gomopolimerdan ajratish maqsadida atsetonda bir necha marta yuviladi. Toza holdagi sopolimerlar $T=60^{\circ}\text{C}$ dan yuqori bo'lmagan haroratda doimiy massaga kelguncha quritiladi. Sintez qilingan sopolimerlarning haqiqatdan ham payvandlanganligini aniqlash maqsadida avvalo, titrimetrik analiz usuli bilan kislota soniga ko'ra sopolimerlarning tarkibi tahlil qilindi. Sopolimer tarkibidagi akril kislota ulushi ko'paygani sari kislota soning ham ortganligi, ya'ni QMPE:AK (97,5:2,5) tarkibli sopolimerda kislota soni 14,23 dan QMPE:AK (79,4:20,6) da esa 164,46 ga oshganligi isbotlandi. Har qanday payvand sopolimerlar uchun muhim ko'rsatkichlardan biri bu payvandlanish darajasi va samaradorligi hisoblanadi. Shundan kelib chiqqan holda, sintez qilingan sopolimerlarning tarkibiga mos ravishda payvandlanish darajasi 2,02 dan 61,7 % ga, payvandlanish samaradorligi esa 36,3 dan 80,6 % ga oshganligi orqali haqiqatdan ham akril kislota quyimolekulyar polietilenga payvandlanganligini isbotlash mumkin. Bundan tashqari, sopolimerlarning tuzilishi IQ – Fyrye spektroskopik tahlili orqali, strukturasi esa rentgenografik tahlillar orqali tahlil qilindi.

Ikkinchi usul esa mexanokimyoviy usul bo'lib, ushbu ishning maqsadi mexanokimyoviy usulda quyimolekulyar polietilen (QMPE) va akril kislota (AK) payvand sopolimerlarini sintez qilish, payvandlanish darajasi va strukturaviy o'zgarishlarni fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida asoslash hamda initsiator konsentratsiyasining ta'sirini o'rganishdan iborat. Sintez mexanokimyoviy mikroreaktorida olib borildi: bunda glitserinli termostat hammomida (200°C gacha), kontaktli termometr ulangan holda laboratoriya avtotransformatori (LATR, 250 W) yordamida tashqi harakatsiz probirka (reaktor kamera) va ichki aylanuvchi probirkada amalga oshirildi. Ikkala probirkalar orasidagi bo'shliq: 1 mmni tashkil qiladi. Sintez tajribalari uchun initsiator sifatida benzoil peroksid olindi. Glitserinli termostat $T=60^{\circ}\text{C}$ haroratga sozlandi va shtativga reaktor kamera bilan shear-reaktor ya'ni ichki aylanuvchi probirka qotirildi, unga laboratoriya avtotransformatori ulandi. Ichki aylanuvchi probirkaga QMPEning maydalangan kukuni, initsiator va belgilangan nisbatda AK solinadi. Reaktor mexanik ishqalanish orqali faol markazlar hosil qiladi (tribo-radikal mexanizm). Ichki aylanuvchi probirkaning aylanish tezligi 50-100 rpm qilib belgilab olindi. Mexanik ishlov berish vaqtida aralashmaning qizib ketishi cheklanadigan rejim tanlandi, chunki haddan tashqari qizish AK ning nazoratsiz gomopolimerlashiga va mahsulotning gel fraksiyasi ortishiga sabab bo'lishi mumkin. 1 soat davomida mexanik aralashtirib turgan holda sintez amalga oshirildi, bunda reaktor harorati nazorat qilib turildi. Olingan sopolimer xona haroratida 1 – 2 kun davomida quritildi. Jarayon so'ngida reaksiyaga kirishmagan AK va ehtimoliy gomopolimerni ajratish maqsadida olingan polimer avval distillangan suvda so'ng atsetonda yuvildi va $+50^{\circ}\text{C}$ haroratda quritish jarayonlari amalga oshirildi, bu payvandlanish darajasini gravimetrik baholashda xatoliklarni kamaytiradi. Ushbu usulda sintez qilingan sopolimerlar tarkibi tirimetrik tahlil orqali, tuzilishi IQ –Fyrye spektroskopik tahlil orqali, strukturasi esa rentgenografik tahlil orqali tahlil qilindi va isbotlandi.

Xulosa qilib aytganda, payvand sopolimerlarni sintez qilishda ekologik xavfsiz va iqtisodiy samaradorligi isbotlangan usullardan massada radikal sopolimerlanish va mexanokimyoviy usulda sintez qilish usullari ekanligi bir nechta tahlillar orqali isbotlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- 1.Braun D., Cherdron H., Ritter H. Polymer Synthesis: Theory and Practice. – Berlin: Springer, 2014. – pp. 231–248.
- 2.Boldyrev V. V. Mechanochemistry and Mechanical Activation of Solids // Russian Chemical Reviews. 2006. –pp. 314-316.

Hasa D., Jones W. Screening for new pharmaceutical solid forms using mechanochemistry: A practical guide // National library of medicine. 2017. –pp. 15-16.

MODIFIKATSIYALANGAN OQSILLI TOLALARNING FIZIK – KIMYOVIY XOSSALARINI O'RGANISH

Subxonova Diyora Roziq qizi

Guliston Davlat Universiteti Kimyo kafedrası 1-kurs magistrEmail: diyoraroziqovna@gmail.com

Abstract: This article analysis the physical and chemical properties of modified protein fibers and their significance in modern textile and material science. Protein fibers, both natural and regenerated, possess unique structural and functional characteristics and their biological origin. Their limitations such as low resistance to moisture, chemical instability necessitate modification processes.

Keywords: *protein fibers, modified fibers, physical-chemical properties, textile chemistry, biodegradability, keratin, collagen, silk, wool.*

Oqsil tolalari tabiiy kelib chiqishi, biologik parchalanishi va tirik organizmlar bilan mosligi tufayli to'qimachilik va biomaterial sanoatida muhim o'rin tutadi. Bu tolalar asosan peptid bog'lanishlari orqali bog'langan aminokislota zanjirlaridan hosil bo'lgan oqsillardan iborat. Jun, ipak, soch va kollagen kabi tabiiy oqsil tolalari namlikni a'lo darajada singdirish, issiqlik izolyatsiyasi, elastiklik va qulaylik xususiyatlarini namoyon etadi. Ushbu afzalliklarga qaramay, tabiiy oqsil tolalari bir qator kamchiliklarga ega, jumladan, ishqorlarga, ultrabinafsha nurlanishiga, mikroorganizmlarga va takroriy mexanik deformatsiyaga yomon qarshilik. Modifikatsiya jarayonlari tolalarning ekologik toza tabiatini buzmasdan ularning strukturaviy, fizik, kimyoviy va mexanik xususiyatlarini yaxshilashga qaratilgan. Modifikatsiyalangan oqsil tolalari texnik to'qimachilik, tibbiy bog'lamlar, biologik parchalanadigan kompozitlar, filtrlash materiallari va aqlli matolarda keng qo'llaniladi. Ularning yaxshilangan xususiyatlari mahsulotning chidamliligini oshirishga, qulaylikni oshirishga va atrof-muhitga ta'sirini kamaytirishga yordam beradi. Ko'plab tadqiqotchilar oqsil tolalarining tuzilishi va modifikatsiyasini o'rganishdi. Dastlabki tadqiqotlar asosan jun va ipak tolalariga qaratilgan edi, chunki ular to'qimachilik ishlab chiqarishda tijorat ahamiyatiga ega edi. Keyinchalik, regeneratsiyalangan oqsil tolalari va biomuhandislik materiallariga qiziqish kengaydi. Oqsil tolalari aminokislota qoldiqlaridan hosil bo'lgan tabiiy polimer materiallardir. Ularning tuzilishini birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi tartiblarga ajratish mumkin. Birlamchi struktura peptid bog'lanishlari bilan bog'langan aminokislotalar ketma-ketligini anglatadi. Aminokislotalarning joylashuvi tolaning kimyoviy xususiyatini belgilaydi. Ikkilamchi struktura vodorod bog'lanishi bilan barqarorlashtirilgan α -spiral va β -varaqa shakllanishlarini o'z ichiga oladi. Jun keratini asosan α -spiral tuzilmalarni o'z ichiga oladi, ipak fibroini esa asosan β -varaqa tuzilmalarini namoyon qiladi. Uchlamchi struktura oqsil molekulalarining uch o'lchovli katlanishini tavsiflaydi.

Shuningdek, oqsil tolalarini modifikatsiyalash usullarini bilib olish mumkin, ya'ni kimyoviy ishlov berish yangi funktsional guruhlar yoki o'zaro bog'lovchi vositalarni kiritish orqali tolalarning molekulyar tuzilishini o'zgartiradi. Asetilatsiya gidroksil yoki amino guruhlarini asetil guruhlar bilan almashtirish orqali gidrofillikni pasaytiradi. Payvandlash kopolimerizatsiyasi jarayonida sintetik polimerlar chidamlilik va kimyoviy qarshilikni oshirish uchun oqsil tolasi yuzalariga payvandlanadi.

1 jadval Modifikatsiyaning o'zaro ta'sirlarni kuchaytirish holati

Tola turi	Modifikatsiyadan oldingi cho'zilish kuchi (MPa)	Modifikatsiyadan keyingi cho'zilish kuchi (MPa)
Jun tolasi	120 – 150	170 – 220
Ipak tolasi	300 – 400	420 – 520
Kollagen tolasi	80 -110	130 – 180

2 – jadval. Modifikatsiyalangan oqsil tolalarining fizik-kimyoviy xossalari

Xossa	Modifikatsiyalanmagan oqsil tolalari	Modifikatsiyalangan oqsil tolalari	Yaxshilanish natijasi
Mustahkamlik	O'rtacha	Yuqori	Chidamlilik oshadi
Namlikka chidamlilik	Past	Yaxshilangan	O'lcham barqarorligi yaxshilanadi
Termik barqarorlik	O'rtacha	Yuqori	Issiqlik ta'siriga chidamlilik ortadi
Kimyoviy chidamlilik	Ishqorlarga sezgir	Chidamliligi oshgan	Xizmat muddati uzayadi
Bo'yaluvchanlik	O'rtacha	Juda yaxshi	Rangni yaxshi sindiradi
Antimikrob faollik	Cheklangan	Kuchaygan	Gigiyenik xususiyatlar yaxshilanadi

Birinchi jadvalda ko'rinib turibdiki, modifikatsiyalangan va modifikatsiyalanmagan oqsil tolalarining asosiy fizik-kimyoviy xossalari taqqoslangan. Jadval ma'lumotlariga ko'ra, modifikatsiya jarayonlari oqsil tolalarining sifat ko'rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Xususan, tolalarning mustahkamligi oshib, ularning mexanik ta'sirlarga chidamliligi kuchayadi. Namlikka chidamlilikning yaxshilanishi esa tolalarning deformatsiyalanishini kamaytirib, o'lcham barqarorligini ta'minlaydi. Shuningdek, termik barqarorlikning ortishi modifikatsiyalangan tolalarning yuqori harorat sharoitida ham o'z xususiyatlarini saqlab qolishiga yordam beradi.

Keying jadvalda modifikatsiyalangan oqsil tolalarining turli sohalardagi qo'llanilishi va ularning afzalliklari keltirilgan. Bunday tolalar to'qimachilik sanoatida keng qo'llanilib, aqlli matolar va g'ijimlanmaydigan materiallar ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Bu mahsulotlar yuqori qulaylik, mustahkamlik va uzoq xizmat muddati bilan ajralib turadi. Texnik to'qimachilik sanoatida ushbu tolalar kompozit materiallarni mustahkamlash uchun qo'llanadi va yuqori mexanik chidamlilikni ta'minlaydi. Elektronika sohasida esa modifikatsiyalangan oqsil tolalari asosida kiyiladigan sensorlar va aqlli qurilmalar ishlab chiqilmoqda.

Umuman olganda, modifikatsiyalangan oqsil tolalari keng sanoat va biotibbiyot qo'llanmalariga ega bo'lgan barqaror funktsional materiallarning muhim sinfini ifodalaydi. Fizik, kimyoviy va fermentativ modifikatsiya usullari tabiiy oqsil tolalarining ishlash xususiyatlarini, jumladan, cho'zilish kuchi, issiqlik barqarorligi, namlikka chidamlilik va mikroblarga qarshi faollikni sezilarli darajada yaxshilaydi. Fizik-kimyoviy xususiyatlarni o'rganish tolani qayta ishlash texnologiyalarini optimallashtirish va ilg'or to'qimachilik materiallarini ishlab chiqish uchun muhim ma'lumotlarni taqdim etadi. Ushbu sohada davom etayotgan tadqiqotlar zamonaviy sanoat va ekologik talablarga javob beradigan yuqori samarali barqaror materiallarni yaratishga hissa qo'shadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Artamonov V.P. Kimyo va modifikatsiyalangan tolalar texnologiyasi. – Moskva: Yengil sanoat, 1980. 76 b.
2. Gul V.E., Kuleznev V.N. Polimerlarning strukturasi va mexanik xossalari. – Moskva: Oliy maktab, 1984. 154 b.
3. Kablov E.N. Polimer kompozitsion materiallar. – Moskva: Mashinasozlik, 2005. 201 b.
4. Kozlov P.V. Polimer materiallarni modifikatsiyalashning fizik-kimyoviy asoslari. – Sankt-Peterburg: Ximiya, 2001. 25 b.

XLORLANGAN POLIETILEN ASOSIDA ION ALMASHINUVCHI SORBENTLAR SINTEZI

E.Z.Sa'dullayeva, D.N. Shaxidova, S.M.Ikramova

O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Abstract: Currently, ion exchange materials, especially anion exchangers, are gaining importance in many industries. They are widely used to effectively clean wastewater generated during production processes from harmful ions and prepare them for reuse. This work highlights the current importance of ion exchangers, their current aspects, and the areas of application of certain types of ion exchange materials.

Keywords: chlorinated polyethylene, sorption, ion exchange material, ion exchanger, anion exchanger.

Hozirgi kunda atrof-muhitni muhofaza qilish va sanoat oqava suvlarini samarali tozalash masalalari dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Shu sababli yuqori sorbsion va ion almashinuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan yangi polimer materiallarni yaratishga katta e'tibor qaratilmoqda. Xlorlangan polietilen kimyoviy barqarorligi va modifikatsiyaga moyilligi tufayli ion almashinuvchi sorbentlar sintezida istiqbolli xomashyo sifatida qaraladi. Ion almashinuvchi materiallar suvni tozalash va atrof-muhitdagi ifloslantiruvchi moddalarni bartaraf etishd muhim ahamiyatiga ega. Ishda ionitlarning tuzilishi, ishlash mexanizmi hamda kationit va anionitlarning asosiy xususiyatlari bayon etilgan. Shuningdek, ion almashinuvchi materiallarning sanoat oqava suvlaridan og'ir metall ionlari, nitratlar, sulfatlar va boshqa zararli moddalarni ajratib olishdagi samaradorligi tahlil qilingan. Ishda ionitlarning yuqori selektivligi, qayta regeneratsiya qilinishi va iqtisodiy jihatdan samaradorligi ularning asosiy afzalliklari sifatida ko'rsatib o'tilgan [1]. Ushbu ishda polivinilxloridni modifikatsiyalash orqali olingan materialining fizik-kimyoviy xossalari va qo'llanilish sohaslarini ko'rib chiqilgan. Unda polivinilxloridning mustahkamlik, issiqlikka chidamlilik va elastiklik kabi xususiyatlarini yaxshilash usullari hamda qurilish, tibbiyot va sanoatda ishlatilishi bayon qilingan [2]. Xlorlangan polietilen (XPE) ning fizik-kimyoviy xossalari, modifikatsiyalari va amaliy qo'llanilishlarini ko'rib chiqadi. Unda XPE ning elastiklik, kimyoviy chidamlilik va ob-havoga bardoshlilik kabi afzalliklari hamda kabel, qoplama va polimer kompozitlarda qo'llanishi tahlil qilingan. Ushbu ishda uning kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlari ham keltirilgan [3]. Polivinilxlorid polimerini polietilenamin bilan aminlab, suvdagi fosforni adsorbsiya orqali olib tashlash usulini o'rganiladi. Tadqiqot natijasida modifikatsiyalangan polivinilxlorid fosfat ionlarini samarali ushlashi va suvni tozalashda qo'llanishi mumkinligi ko'rsatilgan [4].

Anion almashinuvchi sorbent olish maqsadida 25 % li ammiak eritmasi va xlorlangan polietilen o'rtasida kimyoviy modifikatsiyalash jarayoni amalga oshirildi. Reaksiya sharoitlari jarayon samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadigan asosiy omillardan biri hisoblanadi. Ammiakning xlorlangan polietilen bilan o'zaro ta'siri natijasida choklangan tuzilishga ega, kimyoviy jihatdan barqaror hamda tarkibida amin guruhlarini saqlovchi ion almashinuvchi sorbent hosil qilindi. Xlorlangan polietilenni ammiak yordamida modifikatsiyalash jarayoni havosiz muhitda, og'zi teflon bilan qoplangan maxsus po'lat idishda olib borildi. Tadqiqot natijalari asosida xlorlangan polietilenni ammiak bilan modifikatsiyalash uchun eng maqbul sharoit sifatida 160 C harorat hamda 8 soat davom etadigan reaksiya vaqti tanlandi. Harorat yoki reaksiya davomiyligining ushbu qiymatlardan chetga chiqishi sorbentning statik almashinish sig'imiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Tajriba natijalariga ko'ra, olingan sorbent namunalarning 0,1 N HCl eritmasida aniqlangan maksimal statik almashinish sig'imi 4,2 mg·ekv/g ni tashkil etdi.

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, bunday sorbentlardan oqava suvlar tarkibidagi zaharli moddalar hamda og'ir metall ionlarini ajratib olishda foydalanish yuqori samaradorlikka ega va amaliy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi. Shuningdek, olib borilgan tadqiqotlar natijasida xlorlangan polietilen asosida olingan sorbentlarning kimyoviy barqarorligi boshqa turdagi ion almashinuvchi materiallarga nisbatan yuqoriroq ekanligi aniqlangan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ali A. et al. Ion exchange resins and their applications in water treatment and pollutants removal from environment: a review. *Futurist Biotechnol* 12–19
2. Garcia-Vasquez W. et al. Effects of acid–base cleaning procedure on structure and properties of anion-exchange membranes used in electrodialysis // *Journal of Membrane Science*. – 2016. – T. 507. – C. 12-23.
3. Mnyango J. I. et al. Advances in chlorinated polyethylene: Properties, applications, and future directions // *Journal of applied polymer science*. – 2025. – T. 142. – №. 39. – C. e57526.

TABIIY POLIPEPTIDLARNING METALL IONLARI BILAN HOSIL QILGAN KOMPLEKSLARINI VETERINARIYA TIBBIYOTIDA QO'LLASH

M.M.Karimov¹, O.M.Namozov^{2*}

¹*Olmalik davlat texnika instituti, Toshkent viloyati, O'zbekiston*

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent shahri, O'zbekiston

*e-mail: namozov.o@mail.ru

Abstract: Polypeptides have been obtained for use as carriers in polymeric dosage forms containing macro- and microelements for veterinary medicine. It has been established that the optimal conditions for obtaining water-soluble polypeptides with an average molecular weight of 70000-75000 kDa with maximum yield by hydrolyzing silkworm (*Bombyx mori*) cocoons with caustic alkali solutions (NaOH or KOH) are: alkali solution concentration of 0.1 N, system temperature of 373 K, and reaction time of 80 minutes.

Key words: Biologically active additives, polypeptides from *Bombyx mori*, hydrolysis, polycomplexes, immobilization, pharmacological studies.

Hayvonlarni nomuvozanatli oziqlantirish, ya'ni mikro- va makroelementlar yetarli bo'lmagan ozuqa mahsulotlari bilan boqish bir birlik mahsulot ishlab chiqarishga sarflanadigan energiya xarajatlarining keskin oshishiga olib keladi, bunda yem-xashak sarfi o'rtacha 10–15% dan 30% gacha ortadi (Белькевич И.А., Кучинский М.П., 2013). Bu muammoni hal etish uchun chorva mollarining ozuqasiga mikro- va makroelementlarga boy bo'lgan biologik faol qo'shimcha (BFQ)dan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Biz tut ipak qurti (*Bombyx mori*) pillasidan olingan tabiiy polipeptidlar asosida Ca^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} va Zn^{2+} ionlari bilan kompleks birikmalar sintez qilib, ularni biologik faol qo'shimcha sifatida veterinariya tibbiyotiga qo'lladik. Buning uchun tut ipak qurti (*Bombyx Mori*) pillasi g'mbagidan tozalab olinib, 5-7 mm o'lchamda mexanik maydalandi. Distillangan sovuq suvda 4-5 marta yuvildi. 0,1 N NaOH (yoki KOH) eritmalari bilan 100°C temperaturada 80 daqiqa vaqt davomida qizdirib, gidrolizlab, molekulyar massasi o'rtacha 70000–75000 kDa bo'lgan, suvda eruvchan polipeptid hosil qilindi. So'ngra gidrolizat xona temperaturasigacha sovitildi va HCl bilan muhit pH = 6,8–7,2 ga yetkazib, neytrallandi. Hosil qilingan tabiiy polipeptidga Ca^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} va Zn^{2+} tuzlaridan ma'lum miqdorda alohida-alohida qo'shib, polikompleks hosil qilindi va liofil quritgichda quritildi. Aralashtirilgan metall ionlari polipeptid bilan o'zaro kompleks birikma hosil qilib, immobillashgan holga keldi (Иногамов У.К. va boshqalar, 2023). Ya'ni metall ionlari polipeptid molekulasining karboksil —COOH, amin —NH₂ va gidroksil —OH guruhlari bilan o'zaro kimyoviy bog'lanish hosil qiladi. Natijada mikro- va makroelementlarga boy bo'lgan preparat – BFQ hosil qilindi.

Metall ionlarining polipeptidlar bilan kompleks birikma hosil qilib kimyoviy birikishi natijasida: metall ionlari organizmdan tez chiqib ketishining oldi olindi; metall organizmga sekin-asta va bosqichma-bosqich ajralib chiqib prolangirlangan ta'sir ko'rsatishi kuzatildi; organizmning metallarni o'zlashtirishi sezilarli darajada yaxshilandi hamda zararli ta'siri (toksikligi) keskin kamaydi.

Tabiiy polipeptid bilan metall ionlarining hosil qilgan polikomplekslari in vivo sharoitda: preparatlar tirik organizmga ma'lum dozada peroral usulda berilganda toksik ta'sir ko'rsatmasligi,

tajriba hayvonlarining vazn orttirishi, qondagi temir, rux va gemoglobin miqdori normal holatda bo'lishi tajribalar asosida o'rganildi. Ko'plab tadqiqotchilar hayvonlar ozuqasida mikroelementlarning ratsiondagi normadan kam bo'lishi (ya'ni yetishmasligi) turlicha namoyon bo'lishini qayd etadilar: homiladorlik va laktatsiya davrida hayvonlarning reproduktiv tizimiga sezilarli ta'sir kursatadi, moddalar almashinuvining buzilishi tufayli yosh hayvonlarning normal rivojlanmasligi va hatto nobud bo'lishiga sabab bo'ladi (Филиппова О.Б. va boshqalar, 2017).

Yosh mollarni boqishda sintez qilingan polikompleks preparatlarni biologik faol qo'shimchalar sifatida qushib, O'zbekiston veterinariya instituti mutaxassislari tomonidan hayvonlar holatiga ta'sirini o'rganish farmakologik tadqiqotlari o'tkazildi. Buning uchun preparatlar quruq yemga umumiy massaga nisbatan 10% miqdorda qo'shildi va elektromeshalkada mexanik aralashtirildi: ingredientlar ozuqada bir tekis taqsimlanishiga erishildi.

Tadqiqotda quyidagi guruhlarda jonli vazni $6 \pm 0,5$ kg bo'lgan (har bir tajriba uchun 3 tadan) qo'zilar ratsionga qo'shish orqali ularning umumiy holatga ta'siri baholandi:

- 1- guruh — sof kombikorm (nazorat);
- 2- guruh — boshlang'ich polipeptid;
- 3- guruh — Ca saqllovchi polikompleks;
- 4- guruh — Zn saqllovchi polikompleks;
- 5- guruh — Fe saqllovchi polikompleks;
- 6- guruh — Co saqllovchi polikompleks.

Tadqiqot jarayonida hayvonlarning xulq-atvori ham baholandi. Tadqiqot boshlanishidan oldin ishtaha yuqori bo'lganiga qaramay quzilarda tana vaznining ortishi juda kam sezilayotgan edi. Hayvonlar bir-birini yalab qo'yar, jun qoplami xira, to'zg'oq, ba'zi joylarida yung to'kilgan holda edi. Ba'zi hayvonlarda diareya kuzatildi.

7- kuni: 3–6- guruhlardagi barcha qo'zilar diareya to'xtadi, bir-birini yalashni bas qildi, ishtaha yuqorilgicha qoldi; 1- guruh (nazorat) va 2- guruhda boshlang'ich holatga nisbatan hech qanday o'zgarish kuzatilmadi.

14- kuni: 3–6- guruhlarda ijobiy dinamika saqlanib qoldi (5 va 6-gruppalarda bu dinamika yanada kuchliroq bo'ldi), jun qoplamining sifati yaxshilandi; 1 (nazorat) va 2- guruhlarda hayvonlar holati o'zgarishsiz qoldi.

21- kuni 3–6- guruhlardagi qo'zilar holati to'liq normallashti. Bunda 5 va 6- guruhlarda normallashtirish bir necha kun oldinroq sodir bo'lishi kuzatildi. 1- guruhda jiddiy o'zgarishlar kuzatilmadi.

28- kuni ham xuddi shunday manzara saqlanib qoldi.

Shunday qilib, Ca, Zn, Fe va Co saqllovchi polikomplekslarni ozuqa rasioniga qo'shish qo'zilar umumiy holatini normallashtirishga va tana vaznining ortishiga yordam berdi. Bunda Fe va Co saqllovchi polikompleksli preparatlar berilgan guruhlarda ko'rsatkichlar boshqalarga nisbatan ham sezilarli (yuqoriroq) bo'ldi.

Tajriba boshlangandan keyin 60 kun o'tgach (asosiy tajriba qismi tugaganidan 32- kuni) qo'zilar so'yildi, ularning tana to'qimalari va ichki organlari veterinariya-sanitariya ekspertizasi mezonlari asosida tahlil qilindi. Barcha tadqiq etilayotgan guruhlardagi qo'y go'shtining organoleptik ko'rsatkichlari bir-biridan farq qilmadi. GOST 31777-2012 talablariga muvofiq semizlik darajasini baholashda 5 va 6- tajriba guruhlarining tana to'qimalari birinchi toifaga, 3 va 4- tajriba guruhlarini ikkinchi toifaga, nazorat va 2- tajriba guruhlarini esa uchinchi toifaga kiritildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Белькевич И.А., Кучинский М.П. Фармакокоррекция и профилактика дисэлементозов телят путем стабилизации лиганд-элементного гомеостаза. Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2013. – № 2. – С. 11–13.

2. Иногамов У.К., Выпова Н.Л., Намозов О.М., Усманова Г.А., Каримов М.М., Бабаев Т.М. Синтез супромолекулярных поликомплексов металлов второй группы с

полипептидами и их фармакологические свойства. Фармация, иммунитет и вакцина. 2023. №3. –С. 21-32.

3. Филиппова О.Б., Саранчина Е.Ф., Краснослободцева А.С. Коррекция витаминно-минерального питания коров в начале лактации // Наука в центральной России. 2017. № 3 (27). – С. 65–71.

ИНТЕРПОЛИМЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НОСИТЕЛИ НАНОЧАСТИЦ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТАХ

¹Мухамедов Г.И., ³Инагамов С.Я., ³Хаджибеков С.Н.

¹Чирчикский Государственный педагогический университет, г.Чирчик, Узбекистан,

²Ташкентский фармацевтический институт, г.Ташкент., Республика Узбекистан, E-mail: sabitjan1957@mail.ru тел: +998 94 6629607

³Национальный исследовательский университет "Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства", г.Ташкент., Республика Узбекистан,

Создание нанолекарственных препаратов на основе наночастицы все больше привлекают исследователей (*наночастицы –размеры лекарственных частиц имеющие в наноуровнях, т.е. миллиардная доля метра*), которые будут доставляться кровотоком непосредственно к больному органу человека, что увеличит эффективность его использования и снизит побочные эффекты. В связи с этим получение эффективных нанолекарственных препаратов на основе природного сырья является актуальным (схема).



Схема наносистем в лекарственных препаратах

Целью настоящей работы является исследования по синтезу новых носителей лекарственных веществ гелевой и мазевых форм полученные на базе натрийкарбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) с различными поликатионами мочевиноформальдегидный олигомер (МФО), карбопол, полиакриламид с пролонгированными действиями.

В качестве основного объекта исследования использовали очищенную Na-КМЦ - продукт Наманганского химического завода, со степенью замещения (СЗ) 70 и степенью полимеризации (СП) 450. Второй компонент интерполимерного комплекса (ИПК) это карбопол. Карбопол представляют собой белые хлопьевидные гигроскопичные порошки со слабым запахом акриловой кислоты и практически нерастворим в неполярных органических растворителях, набухает с образованием гелей в воде и полярных органических растворителях. ИК-спектры в интервале 400–4000 см⁻¹ регистрировали на спектрофотометрах «NIKOLET Magna-560 IR» и «Specord-75 IR» (Карл Цейс, ГДР).

Получен ИПК для создания нанолекарственных препаратов на основе природных полиэлектролитов (Na-КМЦ). Изучены структура и физико-механические свойства ИПК

на основе Na-КМЦ с МФО различного строения. В результате были получены ИПК с различным содержанием триазинового цикла, которые имеют глобулярную структуру с разными величинами диаметров (от 200 – до 500 Å), механической прочностью (от 80 МПа – до 140 МПа), модуля упругости (от $3 \cdot 10^3$ МПа – до $3,8 \cdot 10^3$ МПа) а также вязкость растворов имеющий значение в области от 0,16 Па·с до 0,20 Па·с. Установлена, что ИПК на основе Na-КМЦ и МФО с повышенными прочностными свойствами можно получить из растворов компонентов, взятых при эквимольном соотношении и при pH=2,0–3,0. Регулирование физико-химических свойств пленок ИПК открывают широкие возможности для применения их в качестве основы для мягких лекарственных форм в фармации для получения нанолечебных препаратов.

Системы используемые для доставки биологически активных веществ или лекарственных препаратов показана на рисунке 1. Первый из них это липосомы — это крошечные "пузырьки" или "контейнеры", состоящие из жировых молекул (фосфолипидов), которые образуют оболочку. Внутри этих пузырьков находится жидкость, в которой может быть лекарство, витамин или другой полезный компонент. Липосомы используются как транспортные системы в косметике и медицине, чтобы доставлять активные вещества в глубокие слои кожи или внутрь клеток организма (рис.1,а). Интерполимерные комплексы — это системы, образованные взаимодействием двух или более разных полиэлектролитов в растворе без образования ковалентных связей, а благодаря кооперативным нековалентным взаимодействиям, таким как водородные связи, электростатические или гидрофобные взаимодействия (рис.1,б). Наночастицы — это крошечные частицы размером от 1 до 100 нанометров (нм), которые обладают уникальными свойствами по сравнению с более крупными аналогами из-за своего малого размера (рис.1,с). Мицеллы — это агрегаты поверхностно-активных веществ в коллоидном растворе, состоящие из большого количества амфифильных молекул. Размер мицеллы в среднем составляет 30 нм (рис.1,д).

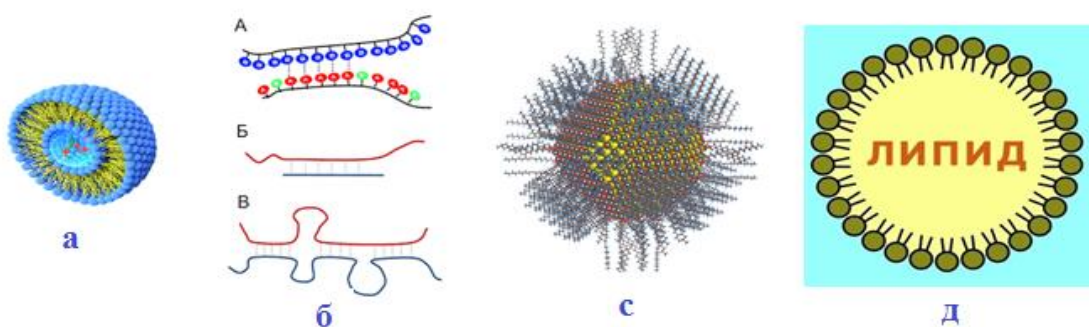


Рис.1. Наноразмерные носители лекарственных препаратов:

а- липосома; б – интерполимерные комплексы; с -наночастицы; д –мицеллы.

На основании комплексных физико-химических, физико-механических, технологических и биофармацевтических исследований показана перспективность использования поликомплексной гелевой основы как носители лекарственных наночастиц а также разработана технология получения гелей с заранее заданными физико-химическими и технологическими свойствами.

Таким образом, на основе комплексных физико-химических, физико-механических, технологических и биофармацевтических исследований показана перспективность использования поликомплексной гелевой основы на базе натрийкарбоксиметилцеллюлозы с различными поликатионами как носители наночастиц в лекарственных препаратах.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПЛЕНОК ПОЛУЧЕННЫХ НА БАЗЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

²**Абед Фатима Жалал**, ¹**Инагамов Сабитджан Якубжанович**

¹Ташкентский фармацевтический институт, г.Ташкент., Республика Узбекистан, E-mail: sabitjan1957@mail.ru, тел.: +99894 662-96-07

²Докторант Ташкентского Государственного технического университета имени Ислама Каримова

Abstract: The purpose of this work is to develop a technology for dermatological polymer medicinal films based on various polymers and to study their physico-chemical and deformation-strength properties of polymer films containing liquid Aloe extract and methyluracil as an active component. Experimental data have shown that the properties of polymer films are influenced by the nature of the film-forming agent used. At the same time, positive results in these indicators were noted only for films obtained using Na-CMC polyelectrolyte, which was chosen as optimal for further study.

Keywords: medicinal films, sodium carboxymethyl cellulose, biologically active components, polymers, strength, elongation.

В настоящее время основной спектр фармацевтических исследований направлен на поиск новых лекарственных средств и совершенствование уже существующих лекарственных форм и создание систем доставки лекарственных средств. Одной из перспективных лекарственных форм являются лекарственные пленки, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными лекарственными формами.

Полимерные лекарственные пленки (ПЛП) представляют собой аппликационные лекарственные формы, предназначенные для прикрепления на кожу или на слизистую оболочку. Это твердая дозированная лекарственная форма, представляющая собой полимерную эластичную пластинку различной формы с ровными краями и плоской поверхностью разного размера и разной толщины, содержащие одно или несколько действующих веществ и вспомогательные, в том числе пленкообразующие вещества [1 - 2]. С момента своего появления пленки подверглись значительным модификациям, например, с точки зрения высвобождения действующего компонента. Это позволяет относить их к так называемым «инновационным лекарственным формам», а вопросы разработки новых составов и совершенствования технологии данной аппликационной формы считать одними из актуальных вопросов современной фармации [2].

Пленки как любая лекарственная форма имеет целый ряд положительных и отрицательных качеств, определяющих область их применения. К безусловным преимуществам лекарственных плёнок можно отнести: технологичность; удобство применения; самостоятельное использование пациентом; безопасность; в случае необходимости доза БАВ может быть увеличена путём нанесения дополнительной фитоплёнки; пролонгированное действие позволяет сокращать число процедур и др [2].

В связи с выше изложенным, целью исследования явилась разработка технологии дерматологических полимерных лекарственных плёнок на базе различных полимеров и исследование физико-химических свойств полимерных пленок содержащих в качестве активного компонента жидкий экстракт Алоэ и метилурацил.

В качестве объекта для приготовления полимерной пленки были выбраны **Натрий-карбоксиметилцеллюлоза** - очищенная, широко использующиеся в технологии полимерных лекарственных плёнах [1-2].

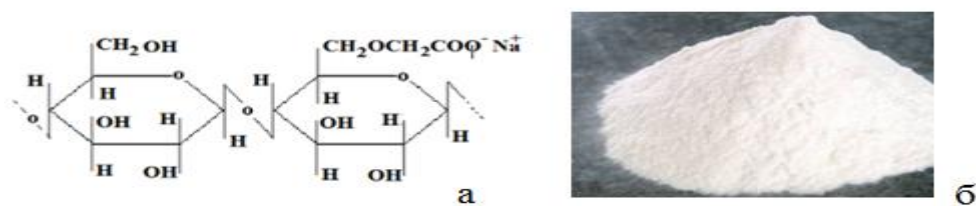


Рис. 1. Химическая структура (а) и порошок натрийкарбоксиметилцеллюлозы (б).

Метилцеллюлоза водорастворимая, отвечающая требованиям. МЦ представляет собой метиловый эфир целлюлозы, содержащий 26-33 % метоксильных групп. Волокнистый материал белого цвета с сероватым оттенком. Вязкость 1% раствора при 20°C равно 3 – 4 спз.

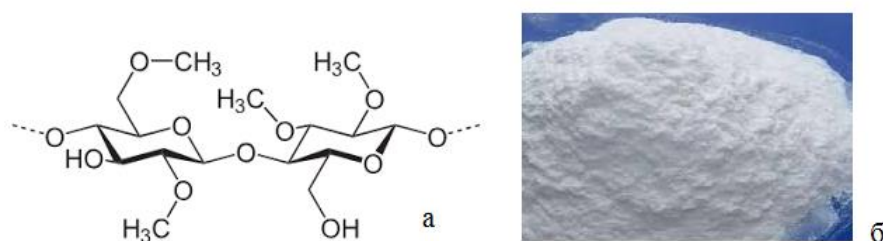


Рис. 2. Химическая структура (а) и порошок метилцеллюлозы (б).

Поливиниловый спирт (ПВС). - твердый бесцветный полимер синтетический, водорастворимый, термопластичный полимер. Поливиниловый спирт является превосходным эмульгирующим, адгезионным и пленкообразующим полимером. Он обладает высокой прочностью на разрыв и гибкостью [2].

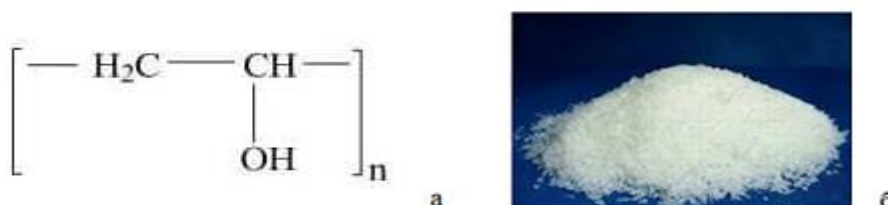


Рис. 3. Химическая структура (а) и порошок поливинилового спирта (б).

Желатин. Желатин - смесь белковых веществ, получаемая путем осторожного гидролиза коллагена и оссеина, находящихся в составе кожи, сухожилий, костей. В фармацевтической практике приготовление желатиновых растворов часто встречается при получении глицерин-желатиновых пленок, мазей, суппозиториях, а также инъекционных препаратов.



Рис. 4. Химическая структура (а) и порошок желатина (б).

Деформационно-прочностные свойства полимерных пленок изучены методом растяжения. Потеря в массе в полимерных пленках определяли весовым методом. Кроме этого, для исследования характеристик разработанных нами дерматологических плёнок были использованы методики, описанные в литературных источниках [1-2].

Согласно литературным данным основными показателями свойств полимерных плёнок являются: внешний вид, показатель pH, время растворения образца и способность отставать от подложки получаемой полимерной пленки. Результаты изучения физико-

химических и механических показателей фитоплёнок, полученных на основе различных полимеров приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Физико-химические и деформационно-прочностные свойства
полимерных пленок, содержащих метилурацил и экстракт Алоэ**

Используй- ваемые полимеры	Изученные показатели					
	Внешний вид	pH	Время растворе- ния, мин	Потеря в массе, %	Прочность на разрыв, Мпа	Отн. удлине- ние, %
Na-КМЦ	Пленка светло- желтого цвета, эластичная	6,9	11	22	30	64
МЦ	Пленка светло- желтого цвета, эластичная	6,2	28	19	27	49
ПВП	Пленка светло- желтого цвета, не эластичная	5,6	7	21	22	31
Желатин	Пленка светло- желтого цвета, эластичная	5,3	12	17	14	41
Агар-агар	Пленка светло- коричневого цвета, эластичная	4,8	13	16	16	39

Полученные результаты свидетельствуют, о том, что на свойства полимерных плёнок оказывают влияние природа использованного плёнокообразователя. В первую очередь различия отмечены во внешнем виде, способности отставать от подложки, времени растворения. При этом положительные результаты по этим показателям отмечены только у плёнок, полученных с применением полимера Na-КМЦ, который выбран как оптимальный для дальнейшего изучения.

Список использованной литературы:

1. Голованенко А.Л., Смирнова М.М., Алексеева И.В., Блинова О.А. Основные подходы к стандартизации пленок лекарственных// Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2.- С 56-57.
2. Ерофеева, Л.Н. Лекарственные пленки. История и современность. / Л.Н. Ерофеева // Университетская наука: взгляд в будущее: материалы Междунар. науч. конф.,– Курск: ФГБОУ ВОКГМУ Минздрава России. – 2018. – С. 52–27.

**ЭПР-СПЕКТРОСКОПИЯ НАНОКОМПОЗИТА CuO/PPE-4,
СИНТЕЗИРОВАННОГО МЕТОДОМ ЗОЛЬ-ГЕЛЯ**

Эштурсунов Д., Инхонова А., Абдужалилов И., Бекчанов Д., Мухамедиев М.

Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан
e-mail: eshtursunovd@gmail.com

(Ключевые слова: CuO/PPE-4, золь-гель, ЭПР, g-фактор, парамагнитные центры)

Полимер-неорганические наноконкомпозиты на основе CuO привлекают внимание как функциональные фотокаталитические материалы. Встраивание наночастиц CuO в матрицу сопряжённого полимера PPE-4 позволяет формировать активные электронные состояния на интерфейсе. ЭПР-спектроскопия обеспечивает прямую информацию о природе парамагнитных центров, недоступную структурными методами (XRD, FTIR).

Экспериментальная часть. Наноккомпозит CuO/PPE-4 получен золь-гель методом: PPE-4 растворяли в DMAc, раствор CuCl₂ вводили при pH = 6,5–7,0 с добавлением NH₄OH. Гель сушили при 80–90 °C и подвергали гидротермальной обработке при 250 °C. ЭПР-спектры регистрировали на X-band спектрометре e-Spinoza ($\nu = 9,4426$ ГГц, T = 31,8 °C).

Результаты и обсуждение. ЭПР-спектр наноккомпозита CuO/PPE-4 представляет узкий симметричный сигнал (рис. 1) с $g = 1,9984$ и шириной линии $\Delta H_{pp} = 0,70$ мТл (табл. 1). Значение g близко к g свободного электрона, характерно для делокализованных π -радикалов. Ширина ΔH_{pp} на два порядка меньше характерной для изолированных ионов Cu²⁺ ($\Delta H \sim 50\text{--}100$ мТл), что свидетельствует об обменном сужении при сильном спин-спиновом взаимодействии в ансамбле наночастиц CuO. Коллапс сверхтонкой структуры Cu²⁺ обусловлен тем же механизмом. Совокупность данных свидетельствует об электронном взаимодействии на интерфейсе «полимер–оксид».

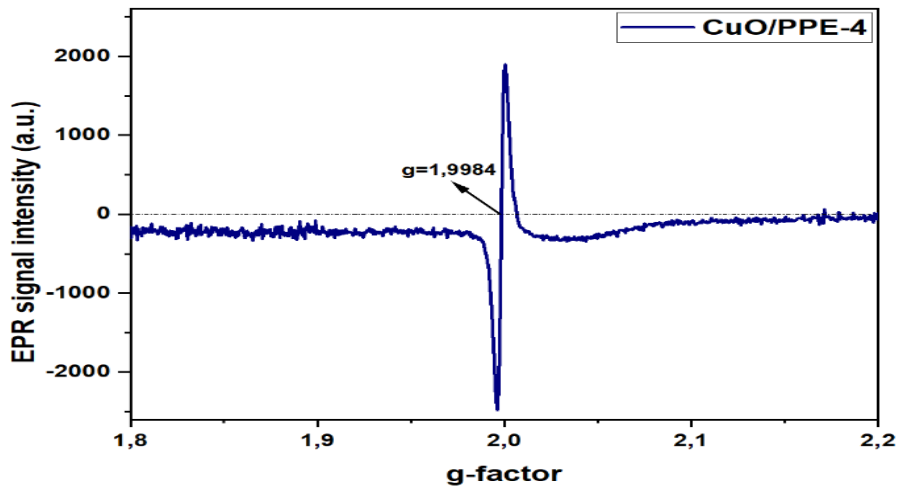


Рис. 1. ЭПР-спектр наноккомпозита CuO/PPE-4

Таблица 1. Параметры ЭПР-спектра наноккомпозита CuO/PPE-4

Параметр	Значение	Пояснение
Резонансное поле B_0	337,60 мТл	нуль-пересечение dI/dB
g -фактор	1,9984	$\nu = 9,4426$ ГГц
Ширина линии ΔH_{pp}	0,70 мТл	пик-пик первой производной
Асимметрия $I_+/ I_- $	0,765	симметричный: 1,000

Методом ЭПР установлено, что наноккомпозит CuO/PPE-4 обладает выраженными парамагнитными свойствами. Сигнал с $g = 1,9984$ и $\Delta H_{pp} = 0,70$ мТл отнесён к делокализованным парамагнитным центрам на интерфейсе «полимер–оксид». Отсутствие сверхтонкой структуры Cu²⁺ объяснено обменным сужением. Результаты определяют перспективность CuO/PPE-4 в фотокатализе и сенсорных системах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Ahmed A. O., Abdel-Khalak M. A., El-Shafey A. I. The impact of Mn, Ni, and Mg dopants on structure, conduction mechanism, dielectric and optical properties of CeO₂/ZnO nanocomposite prepared by sol-gel technique. *Journal of Alloys and Compounds*. 2025. Vol. 928. P. 167–175. DOI: 10.1016/j.jallcom.2025.167175.

2.Akkaya A., Kahveci O., Aydın R., Şahin B. Amplifying main physical characteristics of CuO films using ascorbic acid as the reducer and stabilizer agent. *Applied Physics A: Materials Science & Processing*. 2021. Vol. 127. P. 911. DOI: 10.1007/s00339-021-05078-4.

APPLICATION OF METAL SALT TREATED BENTONITE IN WASTEWATER TREATMENT FOR Cu^{2+} , PO_4^{3-} , AND OIL REMOVAL

¹Mamadoliyev Ikromjon, ²Abdikamalova Aziza, ¹Normurodov Azimjon

²*Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, aziza.abdik@gmail.com*

¹*Kimyo international university in Tashkent branch Samarkand, Uzbekistan*

I.Mamadoliyev@kiut.uz

Abstract. This study investigates the structural, textural, and adsorption properties of two bentonite clays (B1, Na-smectite; B2, Ca/Mg-smectite) from Uzbekistan, subjected to sequential enrichment and surface modification with metal (hydr)oxide coatings. Enrichment via decantation and 10% H_2SO_4 treatment increased montmorillonite content, raised BET specific surface area from 56–77 m^2/g , and reduced mean pore radius to 3.6–4.0 nm. Modification at pH 9–11 with two salt mixtures — $\text{Fe}^{3+}/\text{Mg}^{2+}/\text{Mn}^{2+}$ (FB series) and $\text{Ca}^{2+}/\text{Zn}^{2+}/\text{Mn}^{2+}$ (KB series) — followed by thermal stabilization at 300 °C further elevated surface area to 95–146 m^2/g and total pore volume to 0.305–0.354 cm^3/g . X-ray diffraction confirmed intercalation and formation of iron oxide (hematite, magnetite) phases.

Keywords: bentonite; montmorillonite, clay enrichment, acid activation, metal oxide modification, adsorption, heavy metals

Access to clean water is one of the most pressing global challenges of the 21st century. Industrial effluents containing heavy metals, phosphates, and petroleum-derived compounds pose severe ecological risks, threatening aquatic ecosystems and human health [1]. Conventional treatment technologies — chemical precipitation, ion exchange, membrane filtration — are often cost-prohibitive for developing economies and generate secondary pollutants. Low-cost mineral adsorbents, particularly natural clays, have therefore attracted sustained research interest as sustainable alternatives [2]. This work addresses that gap using two bentonite samples from Uzbekistan (B1: Na-montmorillonite; B2: Ca/Mg-montmorillonite). The objectives are to: (1) characterize the structural and textural evolution of both clays upon enrichment and modification; (2) quantify adsorption performance for Cu^{2+} , PO_4^{3-} , water vapor, benzene vapor, petroleum products, and fats; (3) elucidate the mechanistic differences between $\text{Fe}^{3+}/\text{Mg}^{2+}/\text{Mn}^{2+}$ and $\text{Ca}^{2+}/\text{Zn}^{2+}/\text{Mn}^{2+}$ coating systems; and (4) evaluate pH dependence and kinetic profiles relevant to engineering design[3].

Raw clay was dried at 105 ± 5 °C to constant mass, then dispersed in distilled water (solid:liquid = 1:5) and allowed to swell for 24 h. The suspension was mechanically stirred for 20 min, after which the upper 10 cm layer was decanted to separate sand and coarse impurities from the lighter montmorillonite fraction. The recovered fine suspension was allowed to settle, the supernatant was decanted, and the sediment was treated with 10% H_2SO_4 (1:1 v/v) at 40–50 °C for 2 h with continuous stirring[4]. The acid-treated solid was centrifuged, washed with distilled water to pH-neutral, and dried at 105 ± 5 °C. The enriched products are designated OB1 and OB2. Twenty grams of enriched bentonite was suspended in 400 cm^3 of distilled water and stirred for 1.5–2 h. Two 100 cm^3 salt solutions were prepared:

Solution 1 (FB series): 0.541 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 0.406 g $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 0.198 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Solution 2 (KB series): 0.438 g $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 0.488 g $\text{ZnCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 0.198 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Enrichment substantially altered the granulometric profile of both bentonites. The coarse fraction (≥ 100 μm) decreased markedly due to sand removal during decantation, while the 5–1 μm and sub-1 μm fractions increased (Table 2). For OB1, the <1 μm fraction rose from 8.2% (raw) to 15.8%, and for OB2 from 3.1% to 8.7%. The H_2SO_4 treatment further disaggregated clay packets, increasing the ultrafine fraction — a key factor in expanding accessible surface area for adsorption.

Table 1. Maximum adsorption capacities (mg/g) for Cu²⁺ and PO₄³⁻ at pH 7, 25°C

Adsorbate	OB1	OB2	FB1	FB2	KB1	KB2
Cu ²⁺	108.3	96.2	128.5	112.1	123.4	106.5
PO ₄ ³⁻	74.8	69.5	153.3	120.4	144.9	109.2

Phosphate adsorption exhibited inverse pH dependence: uptake declined as pH increased from 2 to 9. At pH 2, PO₄³⁻ adsorption on FB1 reached 61.2 mg/g; at pH 9, it fell to 49.1 mg/g (Table 6). This is consistent with the conversion of Fe–OH₂⁺ sites (abundant at low pH, positively charged) to Fe–OH (neutral) and Fe–O[–] (negatively charged at high pH), reducing electrostatic affinity for anions. The optimal adsorption window for both ions — pH 2–10 — defines the operational envelope for practical application. Beyond this range, structural degradation of the composite may occur through competitive protonation or hydroxide precipitation reactions.

Table 2. pH-dependent adsorption capacities (mg/g) for Cu²⁺ and PO₄³⁻

Adsorbate / pH	OB1	OB2	FB1	FB2	KB1	KB2
Cu ²⁺ at pH=2	8	11	25	21	30	29
Cu ²⁺ at pH=9	111	95	128	108.9	139	107.6
PO ₄ ³⁻ at pH=2	19	12	61.2	60.1	59.2	58.2
PO ₄ ³⁻ at pH=9	12	9	49.1	45.1	37.1	34.3

This study systematically characterized the structural and functional evolution of two Uzbekistan bentonite clays (Na-type B1 and Ca/Mg-type B2) through sequential enrichment and metal (hydr)oxide modification. The key findings are: H₂SO₄-assisted decantation enrichment increased montmorillonite content, BET surface area (by 37–43%), and fine particle fraction while removing quartz and accessory minerals. Modification at pH 9–11 with Fe³⁺/Mg²⁺/Mn²⁺ or Ca²⁺/Zn²⁺/Mn²⁺ salt mixtures, followed by 300 °C thermal stabilization, created composite materials with S_{BET} up to 146 m²/g and V_{total} up to 0.354 cm³/g — the highest values for metal oxide-coated bentonites from this region. Fe/Mg/Mn-modified composites (FB series) maximized Cu²⁺ (128.5 mg/g) and PO₄³⁻ (153.3 mg/g) adsorption via surface complexation, were selective for benzene vapor over water, and catalytically oxidized 99% of petroleum/fat contaminants with H₂O₂ in <25 min via Fenton-like chemistry.

REFERENCES

1. Nemeth T.; Mohai I.; Toth M. Adsorption of copper and zinc ions on various montmorillonites: an XRD study. *Acta Mineral.-Petrogr.* 2005, 46, 29–36.

2. Ratkho A.I. Synthesis and properties of adsorbents and catalysts based on pillared montmorillonites. *Synthesis, Structure and Properties of Inorganic Substances and Colloidal Systems.* Moscow: Belsens, 2000, pp. 30–35.

3. Vezentzev A.I.; Volovicheva, N.A. Mineral composition and sorption characteristics of montmorillonite-bearing clays. *Sorbtsionnye i Khromatograficheskie Protsessy* 2006, 6(4), 639–643.

4. Mamadoliev I., Abdikamalova A., Umarova S., Tillyaev A., Arzimurodova K., Shaykulov K., ... & Umurzakov A. (2026). Study of the structural characteristics of adsorbents from Navbahar bentonite and their use in the treatment of industrial wastewater. *Journal of Ecological Engineering*, 27(7).

SUVNI TOZALASH TEXNOLOGIYALARIDA POLIAKRILONITRIL ASOSIDAGI NANOSORBENTLARNING O'RNI

F.T. Jurayeva¹, D.A. Gafurova¹

¹O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston

e-mail: faezahurramova@gmail.com

Abstract: Polyacrylonitrile (PAN)-based nanoadsorbents have attracted significant attention in water purification technologies due to their high surface area, porous structure, chemical stability, and excellent adsorption properties. Functionalized PAN nanofibers effectively remove heavy metal ions and organic pollutants from wastewater, offering a sustainable, efficient, and cost-effective solution for advanced environmental remediation applications.

Keywords: polyacrylonitrile, electrospinning, nanofibers, heavy metal ions, adsorption.

Sanoat chiqindi suvlari tarkibida ham organik ham noorganik chiqindilar mavjud bo'lib, ular og'ir metallar, bo'yoqlar va boshqa inson organizmi uchun zararli bo'lgan moddalardan iboratdir. Suvning bunday ifloslanishi dunyo aholisi o'rtasida suvga bo'lgan ehtiyojni yetarli darajada oshishiga va tadqiqotchi olimlar uchun bu muammoni hali qilish uchun arzon va samarali ko'plab adsorbentlarni sintez qilish imkonini yaratdi. Ushbu ishda[1] poliakrilonitril asosli adsorbentlarning tarkibiy qismi, ion almashinuvchi materiallarning suspenziya, polimerizatsiya elektrospinning, payvandlash va emulsiyada polimerlash usullari orqali qatronlar, xelatlar, tolalar, membranalar, gidrogellar sintez qilish muhokama qilingan. Metall ionlarini sorbsiya qilish uchun polakrilonitrildan turli xil birikmalar xususan, tola, xelatlar, ion almashinuvchi materiallar, membrana, gidrogellar olish mumkin. Poliakrilonitril nitril guruhlardan tashkil topganligi sababli, u osongina boshqa birikmalar bilan turli xil barqaror birikmalar hosil qila oladi. Bu o'z navbatida adsorbentning funksionalligiga va sorbsiya jarayonining yuqoriligiga olib keladi.

Poliakrilonitril (PAN) asosidagi membranalar yuqori mexanik mustahkamlik va kimyoviy barqarorlikka ega bo'lsa-da, ularning gidrofob tabiati amaliy qo'llanilish imkoniyatlarini ma'lum darajada cheklaydi. Shu sababli, so'nggi tadqiqotlarda ushbu materiallarni sirt modifikatsiyasi orqali takomillashtirish masalasi dolzarb hisoblanadi. Xususan, ishqoriy gidroliz usuli PAN membranalarining sirt xossalarini o'zgartirishning samarali yo'li sifatida keng o'rganilgan. Tahlil qilinayotgan ishda[2]gidroliz jarayoni davomida PAN tarkibidagi nitril guruhlarning kimyoviy transformatsiyasi bosqichma-bosqich amalga oshishi ko'rsatiladi. Natijada, dastlab oraliq tuzilmalar shakllanib, keyinchalik ular yanada barqaror amid va karboksil funksional guruhlarga aylanadi. Ushbu o'zgarishlar membrana sirtining kimyoviy faolligini oshirib, uning suv bilan o'zaro ta'sirini sezilarli darajada yaxshilaydi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, gidroliz jarayoni davom etishi bilan membrananing gidrofilligi ortadi, bu esa kontakt burchagining keskin kamayishida namoyon bo'ladi. Biroq, jarayon parametrlarini nazoratsiz oshirish membrananing strukturaviy yaxlitligi va mexanik xususiyatlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu bois, optimal sharoitlarni tanlash muhim ahamiyat kasb etadi. Umuman olganda, mazkur tadqiqot PAN membranalarini oddiy kimyoviy ishlov berish orqali samarali modifikatsiya qilish mumkinligini ko'rsatadi. Olingan natijalar bunday membranalaridan suvni tozalash, selektiv ajratish va boshqa membrana texnologiyalarida foydalanish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Suv resurslarining organik bo'yoqlar va og'ir metall ionlari bilan ifloslanishi bugungi kunda jiddiy ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Ushbu muammoni hal qilishda yuqori samarali, qayta ishlatiladigan va ekologik xavfsiz adsorbent materiallarga ehtiyoj ortib bormoqda. Ayniqsa, tolali membranalar katta sirt maydoni va yuqori g'ovaklikka ega bo'lgani sababli ifloslantiruvchi moddalarni ajratishda keng qo'llanilmoqda. Tadqiqotda[3] polianilin (PANI) yordamida poliakrilonitril (PAN) asosidagi elektrospinning orqali olingan nanotolalali membranalarini modifikatsiya qilish ko'rib chiqilgan. PANI tarkibidagi gidrofil amin guruhlari mavjudligi sababli, u membrana sirtining suv bilan o'zaro ta'sirini yaxshilashda samarali komponent sifatida tanlangan. Shu asosda PAN/PANI kompozit membranalarini yaratish orqali moy/suv emulsiyalarini ajratish samaradorligini oshirish maqsad qilingan. Kompozit

membranalarni tayyorlash ikki xil usulda amalga oshirilgan: birinchisi - elektrospinningdan oldingi eritmaga PANI qo'shish orqali aralashtirib olish, ikkinchisi esa tayyor PAN nanotolalar yuzasida anilinning in-situ polimerlanishi orqali PANI qoplama hosil qilishdir. Ushbu yondashuvlar kompozit tuzilmaning shakllanishiga va uning sirt xossalriga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, PANI ulushi ortishi bilan membrananing gidrofilligi sezilarli darajada oshadi. Qo'shimcha tajribalar natijasida ishlab chiqilgan membrananing turli sanoat moylari, sirt faol moddalar ishtirokidagi emulsiyalar hamda kislotali va ishqoriy muhitlarda ham barqaror ishlashi aniqlangan. Shuningdek, ifloslanishga chidamliligi ham yuqori ekanligi tasdiqlangan. Mazkur tadqiqotda, PAN/PANI kompozit nanotolali membranalar muvaffaqiyatli sintez qilinib, ular yuqori gidrofillik va samarali moy/suv ajratish xususiyatlariga ega ekanligi ko'rsatildi.

Xulosa qilib aytganda, olib borilgan adabiyotlar tahlili poliakrilonitril asosidagi nanotolali membranalar suvni tozalash texnologiyalarida istiqbolli adsorbent materiallardan biri ekanligini ko'rsatadi. Ushbu materiallarning nanoo'lchamli tolali tuzilishga ega bo'lishi ularning solishtirma sirt maydonini sezilarli darajada oshiradi, bu esa adsorbsiya jarayonining samaradorligini kuchaytiradi. Natijada og'ir metall ionlari, organik bo'yoqlar va boshqa toksik ifloslantiruvchi moddalarni suv muhitidan ajratib olish darajasi yuqori bo'lishi kuzatiladi. Bundan tashqari, poliakrilonitril asosidagi nanotolali adsorbentlar yuqori mexanik barqarorlik, kimyoviy chidamlilik hamda qayta regeneratsiya qilish imkoniyatiga egaligi bilan ajralib turadi. Bu esa ularni ko'p marotaba foydalanish imkonini yaratib, iqtisodiy va texnologik jihatdan samarador adsorbent sifatida ishlatilish sohalari kengayadi. Ayniqsa, nanotolali membranalarining funksional guruhlar bilan kimyoviy modifikatsiya qilish ularning selektivligini oshirib, ayrim ion va organik birikmalarga nisbatan sorbsion faolligini yanada kuchaytiradi. Shu bilan birga, mazkur materiallarning ekologik xavfsizligi va atrof-muhitga nisbatan kam zararli ekanligi ularni zamonaviy "yashil texnologiyalar" talablariga mos keluvchi adsorbentlar qatoriga kiritadi. Tozalangan suv sifatining yaxshilanishi esa aholi salomatligini muhofaza qilish, ichimlik suvi xavfsizligini ta'minlash hamda sanoat oqova suvlarining salbiy ta'sirini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli poliakrilonitril asosidagi nanotolali adsorbentlarni sintez qilish, modifikatsiya qilish va ularning sorbsion xossalari chuqurroq tadqiq qilish kelgusida suvni tozalash texnologiyalarini takomillashtirishning dolzarb yo'nalishlaridan biri bo'lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

- 1.Venmathi Maran et all. *Journal of Composites Science* 8, вып. 1 (2024): 32.
- 2.Pérez-Álvarez, et all. *Polymers* 11, вып. 11 (2019): 1843.
- 3.Sh. Mohamadreza et all. *Polymers for Advanced Technologies* 32, (2021): 1301–16.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ПОКРЫТИЙ

Васькевич В.В.^{1*}, Коваленко Д.Л.¹, Бекчанов Д.Ж.²

¹Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Республика Беларусь

²Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Республика Узбекистан

*e-mail: vaskevich@gsu.by

Abstract: This research examines the synthesis and properties of antimicrobial sol-gel coatings modified with graphene and metal nanoparticles. The study analyzes the influence of silica and titania matrices on rheology, adhesion, and hydrophobicity. Results demonstrate that silica-graphene composites provide superior mechanical stability and superhydrophobic protection against pathogens.

Keywords: sol-gel process, antimicrobial coatings, titanium dioxide, graphene, hydrophobicity, adhesion, nanocomposites.

Развитие современных технологий защиты поверхностей диктует необходимость создания многофункциональных покрытий, обладающих не только физическим барьером, но и активными антимикробными свойствами. В данном исследовании в качестве основного синтеза выбран золь-гель метод, который обеспечивает высокую степень гомогенизации компонентов на молекулярном уровне и позволяет формировать наноструктурированные композиты при относительно низких температурах, что является важным преимуществом при формировании покрытий на алюминиевых подложках склонных к деградации при высоких температурах.

Основу синтезируемых пленкообразующих растворов составляют органо-неорганические соединения на основе кремния (тетраэтилортосиликат и метилтриэтоксисилан) и титановые алкоксисоединения. В ходе гидролитической поликонденсации этих прекурсоров формируется пространственная сетка, свойства которой модулируются введением активных наполнителей: диоксида титана, наночастиц металлов (меди, железа, церия) и графена. В то время как диоксид титана выступает основным источником фотокаталитических свойств и обеспечивает однородную плотность получаемого слоя, введение металлических наночастиц способствует комплексному улучшению характеристик системы, включая повышение механических, антикоррозионных и фотокаталитических свойств. Особое место в составе занимает графен, который за счет своей морфологии и высокой удельной поверхности выполняет функцию структурного армирования и способствует физическому разрушению клеточных мембран микроорганизмов.

Исследования реологических свойств исходных растворов показали, что вязкость является определяющим технологическим параметром, влияющим на качество распределения состава по поверхности и однородности получаемых покрытий. Установлено, что золи на основе кремниевых соединений обладают более высокой начальной вязкостью в сравнении с аналогами на основе соединений титана, что обусловлено различным содержанием воды в системах и динамикой образования водородных связей. Характер поведения растворов при сдвиговых нагрузках классифицируется как тиксотропный: под механическим воздействием происходит временное разрушение сетки связей, которая быстро восстанавливается в состоянии покоя. Данное свойство позволяет использовать метод пневматического распыления для формирования равномерных слоев необходимой толщины с минимальным наличием дефектов.

Процесс трансформации золя в твердое функциональное покрытие завершается стадией термической обработки. На этапе ступенчатой сушки при температурах до 200 °C происходит удаление органических растворителей и активация конденсации гидроксильных групп, что ведет к образованию прочных ковалентных металл-кислородных связей. Последующий высокотемпературный отжиг в муфельной печи при 350 °C обеспечивает окончательное уплотнение структуры и термическую деструкцию остаточных органических фрагментов. В результате усадки материала происходит механическая усадка частиц наполнителя матрицей, что существенно упрочняет получаемые покрытия.

Анализ морфометрических параметров готовых покрытий выявил существенное влияние состава матрицы на итоговую толщину слоя. Силикатные системы формируют покрытия толщиной от 25 до 34 мкм, в то время как титановые матрицы образуют более тонкие покрытия толщиной 12–19 мкм. Присутствие графена в составе закономерно увеличивает толщину покрытия, что объясняется его способностью создавать пространственный каркас, препятствующий чрезмерной усадке геля. При этом адгезионные испытания, проведенные методом решетчатого надреза согласно, подтверждают высокую механическую стабильность получаемых образцов. Покрытия на основе

кремнийорганических золь имеют наилучший класс адгезии – 100 %, в то время как покрытия на основе титановых золь имеют локальные напряжения, незначительно снижающих прочность сцепления с подложкой, адгезия – (96-98) %.

Важным аспектом функциональности полученных материалов являются их гидрофобные характеристики. Измерения краевого угла смачивания показали, что тип базовой матрицы является доминирующим фактором в формировании смачиваемости поверхности. Применение диоксида титана смещает баланс в сторону гидрофильности, тогда как системы на основе диоксида кремния стабильно демонстрируют гидрофобные свойства. Установлено, что сочетание силикатной матрицы с наполнителем в виде 30% TiO_2 и 0.5% графена приводит к существенному росту гидрофобных характеристик, при которых величина краевого угла достигает 130° , переводя систему в разряд супергидрофобных покрытий. Подобное состояние поверхности минимизирует площадь контакта с влагой и биологическими загрязнениями, создавая мощный пассивный барьер для закрепления патогенной микрофлоры.

Таким образом, в ходе работы были установлены оптимальные мольные соотношения исходных компонентов в сочетании с выверенными температурно-временными режимами синтеза и термообработки, которые обеспечили формирование термодинамически стабильных и адгезионно прочных нанокомпозиционных слоев. Выявленные закономерности влияния концентрации модифицирующих добавок: диоксида титана, наночастиц металлов и графена – позволяют регулировать морфологию и физико-химический профиль поверхности, достигая требуемого баланса между антимикробной эффективностью и гидрофобностью. Полученные результаты создают основу для разработки практических рекомендаций по применению активных защитных слоев в медицине, пищевой промышленности и на объектах социальной инфраструктуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № T25Y3B-112), министерства инновационного развития Республики Узбекистан (грант №FL8323102079 и №FL-8824063235).

GAZ-KIMYO MAJMUASI QATRON MAHSULOTINI YUQORI SAMARALI QOZONXONA YOQILG'ISIGA AYLANTIRISHNING FUNDAMENTAL- TEKNOLOGIK ASOSLARI

Qurbonaliyev Komronbek Azamat o'g'li,
tayanch doktorant, Farg'ona davlat universiteti
E-mail: komronqurbonaliyev@gmail.com
ORCID: 0009-0004-5438-3956

Annotatsiya: Ushbu maqolada Ustyurt gaz-kimyo majmuasi tar chiqindisini piroliz usulida qayta ishlash natijalari tahlil qilingan. $300\text{--}420^\circ\text{C}$ harorat oralig'ida 50% unum bilan qozonxona yoqilg'isi olindi. GC-MS tahlili aromatik uglevodorodlar ustunligini, oltingugurt miqdorining juda pastligini ($<0,01\%$) tasdiqladi. Olingan mahsulot ekologik va energetik jihatdan yuqori samaradorlikka ega.

Kalit so'zlar: piroliz; qatron chiqindisi; qozonxona yoqilg'isi; aromatik uglevodorodlar; GC-MS.

Abstract: This article analyzes the results of processing tar waste from the Ustyurt gas-chemical complex by pyrolysis. Boiler fuel was obtained with a 50% yield in the temperature range of $300\text{--}420^\circ\text{C}$. GC-MS analysis confirmed the predominance of aromatic hydrocarbons and an extremely low sulfur content ($<0.01\%$). The obtained product demonstrates high ecological and energetic efficiency.

Keywords: pyrolysis; tar waste; boiler fuel; aromatic hydrocarbons; GC-MS

Zamonaviy kimyo sanoatida polimer ishlab chiqarish jarayonlarida hosil bo'ladigan og'ir qatron chiqindilari jiddiy ekologik va iqtisodiy muammoni keltirib chiqarmoqda. Ustyurt gaz-kimyo majmuasi (Qoraqalpog'iston Respublikasi) kuniga 10–12 tonna tar mahsuloti chiqindisi hosil qiladi va ushbu chiqindilar hozirgi kunda utilizatsiya qilinmasdan atrof-muhitga zarar yetkazmoqda [1]. Shu sababli ushbu xomashyodan piroliz usuli orqali qimmatli yoqilg'i va karbonli material olish fundamental-texnologik jihatdan tadqiq qilish dolzarb masala hisoblanadi

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot ishlari Farg'ona davlat universiteti kimyo laboratoriyasida amalga oshirildi. 5 litrli nerjaveyka reaktorda 300–450°C harorat oralig'ida, 5–10°C/min qizitish tezligida, 1,5–2 soat davomida termik piroliz jarayoni o'tkazildi. Xomashyo Ustyurt GKM dan olingan tar mahsuloti (2 kg seriya). Olingan suyuq mahsulot GC-MS (Shimadzu, kapillyar kolonna 30 m, EI 70 eV, NIST MS Library) usulida tahlil qilindi. Fizik-kimyoviy xossalar O'zDSt 989:2010 talablari asosida baholandi [3].

Natijalar va muhokama

Piroliz jarayonining haroratga bog'liq mahsulot unumi quyidagi jadvalda keltirilgan. Optimal natija 400–420°C harorat oralig'ida kuzatildi: suyuq yoqilg'i unumi 50,0%, karbonli qoldiq 41,5%, gaz fazasi 8,5%.

1-jadval. Piroliz haroratiga qarab mahsulot taqsimoti

Harorat, °C	Suyuq yoqilg'i, %	Karbonli qoldiq, %	Gaz fazasi, %	S miqdori, %
300–350	38,2	48,1	13,7	<0,01
350–400	46,7	43,1	10,2	<0,01
400–420	50,0	41,5	8,5	<0,01
420–450	52,4	38,6	9,0	<0,01

GC-MS tahlili natijasida olingan qozonxona yoqilg'isi tarkibida 13 ta asosiy birikma identifikatsiya qilindi. Tarkibning 87,5% aromatik uglevodorodlardan iborat: etilbenzol (C_8H_{10}), 1-etilnaftalin ($C_{12}H_{12}$), asenaften ($C_{12}H_{10}$), fluoren ($C_{13}H_{10}$), fenantren ($C_{14}H_{10}$) va boshqalar. **Oltingugurt miqdori 0,01% dan past** bo'lib, bu ko'rsatkich standart mazutnikidan (0,3–0,5%) 30–50 baravar kichik — ekologik jihatdan muhim ustunlik. Kuyish harorati 78°C, past issiqlik qiymati 39,2 MJ/kg bo'lib, mahsulot qozonxona yoqilg'isi sifatida ishlatish uchun qulay.

Sanoat miqyosida hisoblar shuni ko'rsatadiki, Ustyurt GKM dagi yillik 3 600–4 400 tonna tar chiqindisini qayta ishlash natijasida 1 800–2 200 tonna qozonxona yoqilg'isi va 1 480–1 815 tonna karbonli material (elektrod yoki adsorbent xomashyosi) olish mumkin. Loyihaning yillik daromadi 2,22 mln. AQSH dollarini tashkil etib, investitsiyani qaytarish muddati 2–3 yilga baholanadi [2].

Ustyurt gaz-kimyo majmuasi tar chiqindisini 400–420°C haroratda piroliz qilish orqali 50% unum bilan past oltingugurtli (<0,01%) aromatik qozonxona yoqilg'isi olish mumkinligi isbotlandi. Jarayon ekologik (yiliga 4 000 tonna chiqindi utilizatsiyasi, SO_x emissiyasi 8–12 baravar kamayishi), iqtisodiy (ROI 60–70%, qaytarish muddati 2–3 yil) va energetik (past issiqlik qiymati 39,2 MJ/kg) jihatdan samarali ekanligi tasdiqlandi. Olingan natijalar kelajakda qozonxona va isitish tashkilotlarida amaliy qo'llash uchun ishonchli ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ismoilov M.Yu., Qurbonaliyev K.A. Gaz-kimyo majmuasi chiqindilarini qayta ishlashning texnik-iqtisodiy asoslari: Ustyurt gaz-kimyo majmuasi misolida // O'zbekiston Milliy universiteti xabarлари. – 2025. – 3(2/1). – B. 416–419. ISSN 2181-7324.

2. Ismoilov M.Yu., Qurbonaliyev K.A. Obtaining boiler fuel from waste of Ustyurt Gas Chemical Complex in the Republic of Uzbekistan and determining its economic // Universum:

химия и биология. – 2025. – №12(138). – PP. 66–69. DOI: 10.32743/UniChem.2025.138.12.21220.

3. O'zbekiston Respublikasi Standartlashtirish agentligi. O'zDSt 989:2010. Dizel yoqilg'isi. Texnik shartlar. – Toshkent, 2010.

4. Anuar Sharuddin S.D., Abnisa F., Wan Daud W.M.A., Aroua M.K. A review on pyrolysis of plastic wastes // Energy Conversion and Management. – 2016. – Vol. 115. – PP. 308–326.

SANOAT KATIONITI KU-2 ASOSIDAGI YANGI SORBSION XUSUSIYATGA EGA BO'LGAN FUNKSIONAL IONALMASHINUVCHI MATERIALNING SORBSION XOSSALARI

K.A. Qodirova¹, S.Y. Xushvaqto'v², D.J. Bekchanov².

¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Toshkent viloyati, O'zbekiston

²Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti

e-mail: qodirovak439@gmail.com

Abstract. An industrial KU-2 cation exchanger was modified in the presence of polyethylene polyamine (PEPA) to obtain a functional polyampholyte containing both amino and sulfo groups. The composition of the synthesized ion exchanger was characterized, and its sorption properties were investigated. The sorption process was studied over a duration of 1 – 8 hours at temperatures ranging from 293 to 313 K. The calculated results indicate that the sorption of bromide ions onto the ion exchanger increases with increasing concentration and temperature. It was found that 1 g of the ion exchanger can adsorb 120 – 125 mg g⁻¹ of bromide ions from synthetic solutions.

Keywords: KU-2 cation exchanger, polyethylene polyamine (PEPA), ion-exchange material, sorption, kinetics, isotherm.

Hozirgi kunda sanoat va qishloq xo'jaligi faoliyati natijasida suv resurslarining ifloslanishi global ekologik muammolardan biriga aylangan. Ayniqsa, oqava suvlar tarkibidagi og'ir metall ionlari, bo'yoqlar va toksik organik birikmalarni samarali ajratib olish dolzarb masalalardan hisoblanadi. So'nggi yillarda bromid ionlarini suvdan ajratib olish muammosi dolzarb bo'lib, ayniqsa dezinfeksiya jarayonida hosil bo'ladigan zararli yon mahsulotlarning oldini olish uchun muhim hisoblanadi. Shu sababli bromid ionlarining sorbsiyasi turli zamonaviy materiallar yordamida keng o'rganilmoqda. Zamonaviy tadqiqotlarda bromid ionlarini olib tashlash uchun ion almashinuvchi qatronlar va modifikatsiyalangan polimerlar samarali sorbentlar sifatida qo'llanilmoqda. Masalan, kuchli asosli anion almashinuvchilar yordamida bromid ionlari yuqori selektivlik bilan yutilishi va jarayon asosan ion almashinish mexanizmi orqali kechishi aniqlangan (Zhang et al., 2023). Nanomateriallar asosidagi sorbentlar ham bromid ionlarini samarali olib tashlashda istiqbolli hisoblanadi. Metall oksid nanopartikullari va ularning kompozitlari yordamida olib borilgan tadqiqotlarda sorbsiya jarayoni Langmuir izotermasiga mos kelishi va psevdik ikkinchi tartibli kinetika bilan tavsiflanishi ko'rsatilgan (Li et al., 2024). Shuningdek, bioadsorbentlar - masalan, modifikatsiyalangan xitozan va tabiiy polimerlar asosidagi materiallar bromid ionlarini yutishda ekologik toza va arzon alternativ sifatida o'rganilgan. Ushbu materiallarda sorbsiya samaradorligi funksional guruhlar soniga va eritma sharoitlariga bog'liq bo'lishi aniqlangan (Kumar et al., 2022). Ko'p komponentli tizimlarda bromid ionlari boshqa anionlar bilan raqobatga kirishishi sababli selektivlik masalasi muhim hisoblanadi. Zamonaviy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, modifikatsiyalangan ionitlar (amin guruhli sorbentlar) bromid ionlariga nisbatan yuqori selektivlik ko'rsatadi va ularning sorbsiya sig'imi sezilarli darajada ortadi (Wang et al., 2025).

Ushbu tadqiqotda sanoat KU-2 kationiti asosida sintez qilingan sulfokationit aminlash reaksiyasi orqali tarkibida amino va sulfoguruhlari mavjud bo'lgan poliamfolit (H-holatda) olinib, uning sun'iy brom eritmasidagi Br⁻ anionlarini statik sharoitda sorbsiyalash qobiliyati o'rganildi.

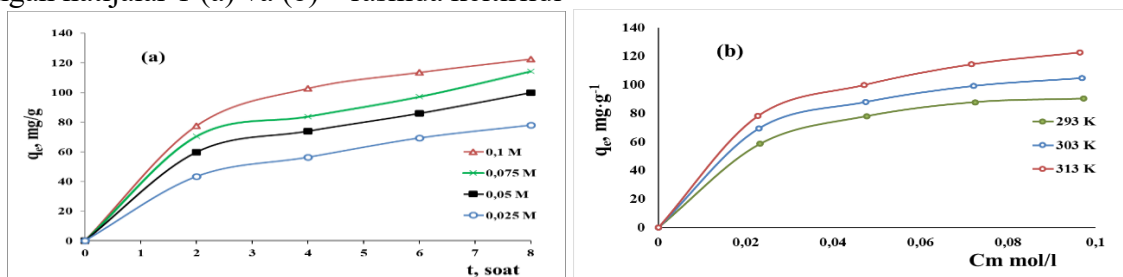
Brom ionlarining eritmadagi konsentratsiyasidagi o'zgarishlar UV-1900i (Shimadzu, Yaponiya) spektrofotometri yordamida aniqlandi. Shuningdek, poliamfolitga yutilgan brom ionlari keyinchalik regeneratsiya qilindi, bu esa sorbentning qayta ishlatilish imkoniyatini va texnologik samaradorligini baholashga xizmat qildi. Olingan poliamfolitning NaOH bo'yicha SAS qiymati 3,5 mg-ekv/g va HCl bo'yicha SAS qiymati 4,5 mg-ekv/g ga teng. Ayni poliamfolitga turli haroratlarda statik sharoitda Br⁻ ionlarining yutilishi o'rganildi.

Sorbentga yutilgan brom ionlari miqdori quyidagi tenglama orqali hisoblab chiqilgan.

$$q_e = \frac{(C_0 - C_m)}{m} \times V$$

Bunda: q_e – ionitga yutilgan brom ionlari miqdori mol/g, C_0 – brom ionlarining dastlabki konsentratsiya mol/l, C_m – brom ionlarining muvozanat konsentratsiyasi mol/l; V – eritma hajmi l; m – quruq sorbent massasi(g).

Suniy eritmalaridan Br⁻ ionlarini poliamfolitga yutilishini vaqtga bog'liqligini o'rganish uchun bromning suvda eruvchan tuzlaridan turli xil konsentratsiyali eritmalar tayyorlanib, turli soatlarda yutilish tezligi aniqlandi. Olingan ionalmashinuvchi polimer material orqali adsorb qilinishi mumkin bo'lgan Br⁻ ionlarining miqdori turli haroratlarda (293 K dan 313 K gacha) aniqlanib, tajribaviy ma'lumotlar asosida sorbsiya jarayonining izotermasi tuzildi va tahlil qilindi. Olingan natijalar 1 (a) va (b) – rasmda keltirildi



1 – rasm. Olingan poliamfolitga Br⁻ ionlarini sorbsiya kinetikasi (a) KU-2 asosidagi poliamfolitga Br⁻ ionlarini yutilish izotermasi (b).

Yuqorida keltirilgan 1 (a) - rasmdan ko'rinadiki brom ionlarining poliamfolitga yutilish miqdori vaqt ortgan sari ortib bormoqda. Brom ionlarining sorbsiyasi brom anionlari va ionit yuzasidagi guruhlar orasidagi elektrostatik ta'sir asosida hamda ionit tarkibidagi >NH guruhlar orasidagi ion bog'lanish asosida boradi. Bu esa jarayon kimyoviy sorbsiya bilan borganligidan dalolat beradi. Shuningdek, 1 (b) - rasmda poliamfolitga yutilgan ion miqdorining eritma muvozanat konsentratsiyasiga bog'liqlik grafigi taqdim etilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, harorat oshishi bilan ionitga yutilgan brom ionlarining miqdori ortadi. Bu holat harorat oshishi bilan poliamfolit va musbat zaryadli brom ionlari o'rtasidagi ionlar harakatining tezlashishi va natijada ion almashish jarayonining samaradorligining oshishi bilan izohlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

Kumar R., Singh P., & Sharma A. (2022). Adsorptive removal of bromide ions from aqueous solution using modified biopolymers. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(4), 108123. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108123>

Li Y., Chen X., & Zhao R. (2024). Efficient removal of bromide ions using metal oxide nanocomposites: Kinetics and isotherm studies. *Chemical Engineering Journal*, 475, 146321. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.146321>

Wang J., Liu Y., & Zhang L. (2025). Selective adsorption of bromide ions using functionalized ion exchange resins. *Water Research*, 248, 120789. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2025.120789>

Zhang H., Wu Q., & Li S. (2023). Removal of bromide from water by strong-base anion exchange resins: Mechanism and performance. *Journal of Hazardous Materials*, 452, 131234. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131234>

POLIFUNKSIONAL ION ALMASHINUVCHI POLIMER MATERIALLARNING SINTEZI VA GALOGENID IONLARGA NISBATAN SORBSIYASI

S. Khushvaktov¹, M. Po'latova¹, F. Uboydullayeva¹, D. Bekchanov¹, M. Mukhamediev¹.

E-mail: suyunkhushvaktov91@gmail.com

¹National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent,
Uzbekistan

Abstract. In this study, modification processes of the PPE-1 anion exchanger containing amino groups were carried out using derivatives of sodium monochloroacetic acid (SMCA). In addition, IR spectroscopy analysis and potentiometric titration were performed to investigate the amino and carboxyl functional groups. Furthermore, the sorption properties of the obtained functional polymer material toward various ions were studied, and its selectivity toward halide ions was examined. This makes it possible to extract iodine, bromine, and chlorine anions from the composition of various oil and gas reservoir waters.

Keywords: functional group, polyampholyte, potentiometric titration, degree of dissociation, equivalence point, IR spectrometer, PPE-1, sodium monochloroacetic acid (SMCA).

Ion almashinuvchi polimer materiallar tarkibida ion guruhlar bilan payvandlangan asosiy qismdan iborat bo'lib, suvda ular gidrofob polimer sohalari bilan birlashtirilgan o'ziga xos morfologiyani namoyon qiladi [1]. Ular dissotsiatsiyalangan ion guruhlar va suvni o'z ichiga olgan gidrofil substratlar bilan birlashib gidratlangan nanometrik sistemalar hosil qiladi [2]. Ushbu nanostruktura ultrafiltratsiya yoki ajratish uchun membranalardan tortib, ion almashinuvchi qatronlar, ilg'or energiya qo'llanmalari uchun membranalargacha keng qo'llanilishi mumkin [3]. Ifloslangan suvdan og'ir metall ionlarini olib tashlashda ionalmashinuvchi polimer materiallardan foydalanishda keng qo'llaniladi [4]. Atrof-muhitning og'ir metallari va zaharli ionlar bilan ifloslanishi dolzarb ijtimoiy muammo bo'lib, so'nggi o'n yilliklarda ularni sanoat va maishiy chiqindi suvlardan olib tashlashga katta e'tibor qaratilmoqda. Ularning tirik organizmlarda to'planishi va zararli ta'sir ko'rsatishi ularning oqova suvlar tarkibidan olib tashlashning turli usullarini o'rganishga olib keldi [5]. Keng tarqalgan og'ir metallar orasida qo'rg'oshin va simob inson salomatligi bilan bog'liq ko'plab muammolarni keltirib chiqaradi.

Tadqiqot jarayonida PPE-1 va SMCA asosida amino va karboksil guruhlar tutgan polimer materiallarida anion hamda kation almashinuvchi ionofor reagentlar haqida potentsiometrik titrlash orqali xulosa qilingan. Bu esa modifikatsiyalash natijasida funksional polimer material sintez qilinganini yana bir isboti hisoblanadi. Bularning barchasi zamoniv potensimetr va pH metrlar yordamida to'g'ridan-to'g'ri potentsiometrik titrlash orqali amalga oshirildi. Bundan tashqari sintez qilingan ion almashinuvchi material turli zararli va zaharli ta'sir etuvchi ionlarni selektiv sorbsiya qilish imkonini beradi. Tadqiqotlar natijasining fizik-kimyoviy tahlillari asosida PPE-1 va SMCAning xosilalari asosida amino va karboksil guruh tutgan funksional poliamfolitning sintez reaksiya tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:

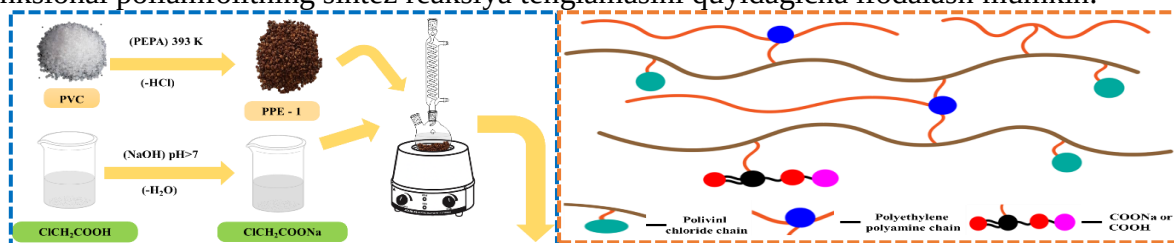


Figure 1. PPE-1 va SMCA asosida PPE-1+SMCA funksional polimer materialning olinishi

PPE-1 va SMCA asosida olingan ionalmashinuvchi materialning tarkibida amino ($>NH$) va karboksilguruh ($-COOH$) lari mavjudligini ko'rishimiz mumkin. Bu esa poliamfolitning turli metall ionlari bilan ion bog'lanish ham kompleks hosil qilish xususiyatiga ega bo'ladi.

Zamonaviy kimyo va materialshunoslik tadqiqotlarida moddalarning tuzilishini, funksional guruhlarini hamda ularning o'zaro ta'sirlarini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Ushbu usul molekularning infraqizil nurlanishni yutish xususiyatiga asoslanib, kimyoviy bog'lanishlarning tebranish holatlarini aniqlash imkonini beradi. IQ-spektrometriya yordamida organik va noorganik birikmalarda mavjud bo'lgan funksional guruhlar, jumladan gidroksil ($-OH$), amino ($-NH_2$), karboksil ($-COOH$), sulfo ($-SO_3H$) va boshqa funksional faol markazlar ishonchli tarzda tahlil qilish mumkin. Ayniqsa, polimer materiallar va ion almashinuvchi moddalarning tadqiqotida IQ-spektrometriya sintezning muvaffaqiyatli amalga oshganligini tasdiqlash, funksional guruhlarining saqlanib qolishi yoki o'zgarishini baholash hamda modifikatsiyalash jarayonini nazorat qilishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. Shu sababli ushbu tadqiqotda olingan namunalarni tavsiflashda IQ-spektrometriya asosiy tahlil usullaridan biri sifatida qo'llanildi.

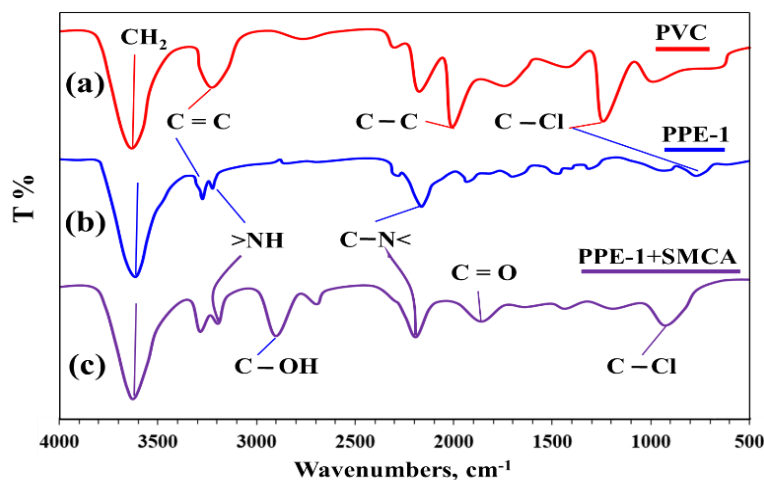


Figure 2. FTIR spectra of (a) polyvinyl chloride (PVC); (b) aminlangan PVC (PPE-1); (c) functional Polyampholyte (PPE-1+SMCA).

Keltirilgan 2-rasm (a) PVX ga xos bo'lgan $-CH_2-CH_2-$ 3600 cm^{-1} va $C-Cl$ $725-650\text{ cm}^{-1}$ sohalarning to'liq uzunliklarida jadal yutilish chiziqlari aniqlandi. Shuningdek hosil bo'lgan polimerlarning IQ-spektrlarida 3200 cm^{-1} sohada yutilish chiziqlari kuzatildi, ushbu yutilishlar $>C=C<$ bog'larning valent tebranishlariga hosdir. Ushbu chiziqlarning paydo bo'lishi vinil guruhlarining degidroxlorlanishi bilan bog'liqdir. 2-rasm (b) va (c) ning $2400 - 2200\text{ cm}^{-1}$ sohadagi chiziq aminoguruhlarining ($C - N<$) valent tebranishiga hosdir. Bu esa PVX tarkibida mavjud bo'lmagan piklar bo'lib, modifikatsiyalash natijasida paydo bo'ldi. 2-rasm (c) yuqoridagi (a) va (b) piklarda mavjud bo'lmagan $2500 - 3300\text{ cm}^{-1}$ sohalarda ($C-OH$), $1710 - 1310\text{ cm}^{-1}$ sohalarda ($C=O$) funksional guruhlarda tegishli bo'lib, PPE-1 polimer SMCA ishtirokida modifikatsiyasi natijasida paydo bo'lganligidan dalolat beradi.

Mazkur tadqiqot ishida PPE-1 anioniti natriymonoxlorsirka kislotasi hosilalari bilan kimyoviy modifikatsiyalanib, tarkibida bir vaqtning o'zida amino va karboksil funksional guruhlarini tutgan polifunksional ion almashinuvchi polimer material sintez qilindi. Tadqiqot natijalari materialning galogenid ionlariga (xususan, yod, brom va xlor ionlariga) nisbatan yuqori selektivlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Umuman olganda, PPE-1 anionitni SMCA xosilalari bilan modifikatsiyalash natijasida olingan ion almashinuvchi polimer material 1 gr miqdori sun'iy eritmalaridan yod ionlarini 200 mg g^{-1} , brom ionlarini 145 mg g^{-1} , xlor ionlarini 106 mg g^{-1} gacha

bo'lgan ionlarni yutish imkonini beradi. Natijalardan ko'rinadiki olingan ionit sanoat miqyosida ishlatilayotgan ionitlar bilan raqobatlashaoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

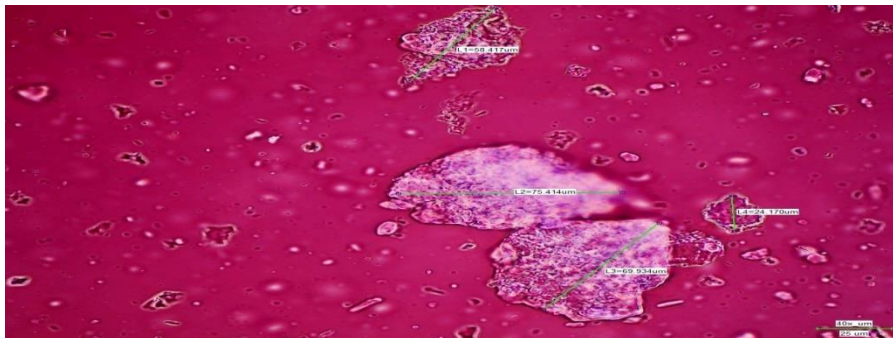
1. Kawai R., et., al. Surface Adsorption Properties and Layer Structures of Homogeneous Polyoxyethylene-Type Nonionic Surfactants in Quaternary-Ammonium-Salt-Type Amphiphilic Gemini Ionic Liquids with Oxygen- or Nitrogen-Containing Spacers. *Molecules* 2020, 25 (21), 4881; <https://doi.org/10.3390/molecules25214881>.
2. Paddison S.J. Proton conduction mechanisms at low degrees of hydration in sulfonic acid-based polymer electrolyte membranes. *Annu Rev Mater Res*, 2003, 33, 289 - 319. <https://doi.org/10.1146/annurev.matsci.33.022702.155102>.
3. Khushvaktov S.Y., et. al Synthesis and sorption properties amino and sulpho groups. *Azerbaijan chemical journal* 3: 41-48. (2025), <https://doi.org/10.32737/0005-2531-2025-3-24-32>
4. Obid Tursunmuratov, Suyun Khushvaktov, Murod Jurayev, Davronbek Bekchanov, and Mukhtarjan Mukhamediev. Adsorption and Kinetic Studies of Nickel (II) Ions onto Vermiculite based Ionite // *Asian Journal of Chemistry*, (2024), 36:120-124, <https://doi.org/10.14233/ajchem.2024.30682>
5. Suyun Khushvaktov, Sunnat Botirov, Arofat Inkhonova, et al. Sorbtic kinetics of chromium (VI) ions to anion exchanger. Cite as: *AIP Conference Proceedings* 2432, 050038 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0089565>

KFQ, NA-KMIQ, QUM VA FOSFOGIPS ASOSIDAGI KOMPOZIT MATERIALLARNING KRISTALLIK XOSSALARINI MIKROSKOPIK TAHLILI

Kasimova Fazilat, Mirjaxparova Sarvinoz, Niyozov Xabibullo Abdullayevich
Chirchiq Davlat pedagogika Universiteti

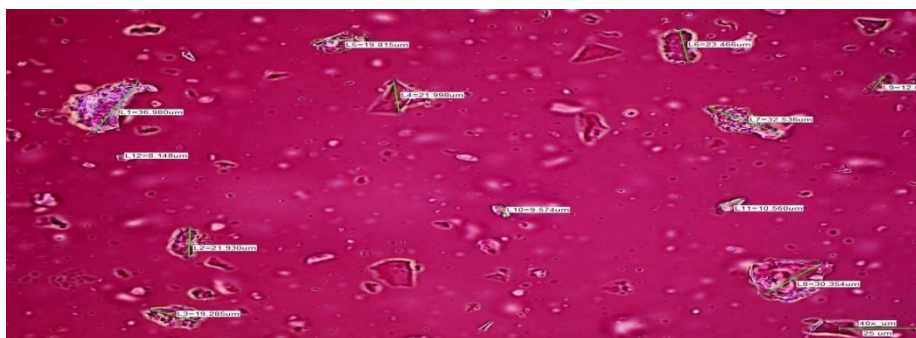
Abstract. This article examines the microscopic properties of composite materials based on urea-formaldehyde resin (UFR), sodium carboxymethylcellulose (CMC), sand, and phosphogypsum. The shape, size, and distribution of the resulting crystals were analyzed. Microscopic images revealed crystalline particles in the 8–75 μm range. The results demonstrate that the composite materials обладают высокими перспективами применения в строительной и агротехнической отраслях. **Kalit so'zlar** Fosfogips, KFQ, Na-KMIQ, kompozit material, kristallik daraja, mikroskopik tahlil, polimer kompozit, kristall faza. Hozirgi vaqtda sanoat chiqindilaridan samarali foydalanish ekologik va iqtisodiy jihatdan muhim masalalardan biri hisoblanadi. Fosfogips mineral o'g'itlar ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan yirik hajmli chiqindilardan biri bo'lib, uning katta miqdorda to'planishi ekologik muammolarni yuzaga keltirmoqda [1]. Fosfogips tarkibida kalsiy sulfat dihidrat mavjud bo'lib, u qurilish materiallari ishlab chiqarishda muhim xomashyo sifatida qaraladi [2]. Fosfogips asosidagi kompozit materiallarni polimer moddalar bilan birgalikda qo'llash ularning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash imkonini beradi [3]. Karbamid formaldegid qatroni (KFQ) kompozit tarkibida bog'lovchi modda sifatida ishlatiladi va materialning zichlashishini ta'minlaydi. Natriy-karboksimetilsellyuloza (Na-KMIQ) esa plastifikator va armirlovchi qo'shimcha sifatida xizmat qiladi [4]. Mazkur tadqiqotning maqsadi KFQ, Na-KMIQ, qum va fosfogips asosida olingan kompozit materiallarning kristallik darajasini mikroskop yordamida o'rganish hamda ularning amaliy qo'llanilish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat. **Materiallar va metodlar** Tadqiqot uchun fosfogips, karbamid formaldegid qatroni (KFQ), Na-KMIQ va qumdan foydalanildi. Fosfogips oldindan quritilib maxsus 0.5 mm li elakdan o'tkazildi. So'ngra qum bilan aralashtirildi. Na-KMIQ suvda eritilib, unga KFQ qo'shildi va bir jinsli polimer eritma hosil qilindi. Tayyorlangan eritma fosfogips-qum aralashmasiga qo'shilib, kompozit massa olindi. Olingan massa maxsus qoliplarga joylashtirilib, vibratsion usulda zichlashtirildi va 60–90 °C haroratda 1-2 soat quritish shkaftida

quritildi. Quritish jarayonida polimerizatsiya reaksiyasi sodir bo'lib, materialning ichki strukturasi kristall fazalar shakllandi [5]. Hosil bo'lgan kristall strukturalar maxsus optik mikroskop yordamida o'rganildi. **Natijalar va muhokama** Mikroskopik tahlillar davomida kompozit material tarkibida turli shakldagi kristall fazalar kuzatildi. Kristall zarrachalarning o'lchamlari taxminan 8–75 mkm oralig'ida ekanligi aniqlandi.



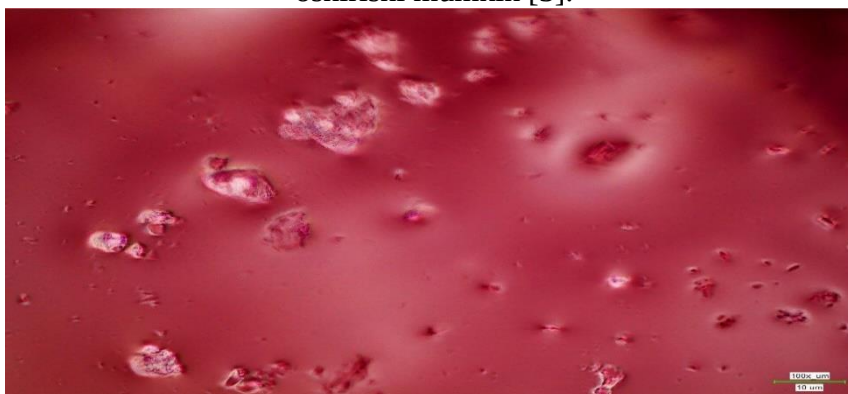
1-rasm

Katta o'lchamli kristallar (58–75 μm) KFAQ–Na–KMI–qum–fosfogips asosidagi kompozit material tarkibidagi yirik kristall fazalarning mikroskopik tasviri (40 $\times$). 1-rasmda yirik kristall agregatlar kuzatildi. Ushbu kristallar materialning mexanik mustahkamligini oshirishi mumkin. Kristallarning notekis va ko'pburchak shaklda ekanligi materialning murakkab kompozit strukturasi ko'rsatadi [2].

2-rasm Ikkinchi rasm (8–36 μm kristallar)

2-rasm. Kompozit material tarkibidagi mayda va o'rta o'lchamli kristall zarrachalarning taqsimlanishi.

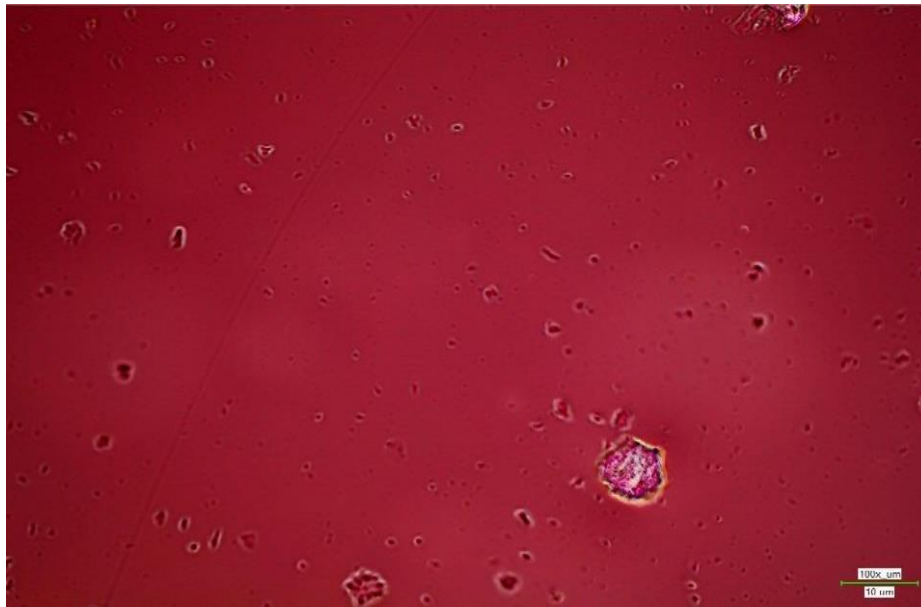
Mikroskopik tahlillar davomida mayda kristall zarrachalarning bir tekis taqsimlanganligi kuzatildi. Bu holat materialning g'ovakligini kamaytirishi hamda namlikka chidamliligini oshirishi mumkin [3].



3-rasm

100× kattalashtirilgan silliq struktura rasmi **Kompozit material matritsasining zichlashgan mikrostrukturasi (100×).**

3-rasmda materialning zichlashgan mikrostrukturasi kuzatiladi. Ushbu struktura KFQ polimer matritsasining hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, kompozitning mexanik barqarorligini oshiradi [4].



4-rasm Yakka kristalli rasm

Fosfogips asosidagi kompozit tarkibida hosil bo'lgan alohida kristall faza. Alohida kristall fazalarning hosil bo'lishi fosfogips tarkibidagi kalsiy sulfat digidrat va qum tarkibidagi mineral komponentlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin [5]. Olingan natijalar kompozit materialning qisman kristall strukturaga ega ekanligini ko'rsatdi. Kristallik darajaning ortishi materialning: mexanik mustahkamligini, kimyoviy chidamligini, termik barqarorligini suvga bardoshligini oshirish mumkin. **Qo'llanilish sohalari** Mazkur kompozit materiallardan quyidagi sohalarda foydalanish mumkin: qurilish panellari, dekorativ qoplamalar, issiqlik izolyatsion qoplamalar, issiqlik izolyatsion plitalar, agro texnik lotoklar, namlikga chidamli konstruksiyalar va boshqalar. Kompozit tarkibidagi kristall fazalar materialning uzoq muddat xizmat qilishiga va mexanik yuklamalarga bardoshliligiga yordam beradi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, KFQ, Na-KMI, qum va fosfogips asosida olingan kompozit materiallarda turli o'lchamdagi kristall fazalar hosil bo'lishi aniqlandi. Mikroskopik tahlillar materialning zich va qisman kristall strukturaga ega ekanligini ko'rsatdi. Hosil bo'lgan kristallar materialning fizik-kimyoviy xossalarini yaxshilashi va uni qurilish hamda agrotexnik sohalarda qo'llash imkoniyatini yaratishi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Singh M., Garg M. Utilization of phosphogypsum in building materials // Construction and Building Materials. 2005. Vol. 19. P. 25–31.
2. Rashad A.M. Phosphogypsum as a construction material // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 166. P. 732–743.
3. Tayibi H., Choura M., López F.A. Environmental impact and management of phosphogypsum // Journal of Environmental Management. 2009. Vol. 90. P. 2377–2386.
4. Ponomarev A.N. Composite materials based on industrial waste // Building Materials. 2018. No. 6. P. 14–19.
5. Ivanov V.P., Smirnov E.S. Chemical resistance of polymer composites // Materials Science Journal. 2020. Vol. 12. No. 4. P. 55–63.
6. Niyozov X.A., Shomurotova S.X. Investigation of phosphogypsum-based composite systems // Republican Scientific Conference Proceedings. Tashkent, 2025.

INTERPOLIMER KOMPLEKS ASOSIDA OLINGAN KOMPOZITSION MATERIALLARNING FOYDALANISH ISTIQBOLLARI

A. Tulenova, X.A. Niyazov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

e-mail: akdidartulenova@mail.com

Abstract

This thesis examines the properties and application prospects of composite materials obtained on the basis of interpolyelectrolyte complexes. Interpolymer complexes are formed as a result of intermolecular interactions between two or more polymers, leading to the formation of stable structures with improved physical and chemical properties. Such materials are characterized by high mechanical strength, chemical resistance, and functional versatility. The study discusses the potential applications of these composite materials in various fields, including industry, medicine, environmental protection, and construction.

Keywords

Interpolymer complex, composite materials, polymer systems, molecular interactions, physicochemical properties, biomaterials, sorbent materials, modern materials science.

So'nggi yillarda zamonaviy materialshunoslik sohasida polimer asosidagi kompozitsion materiallarga bo'lgan qiziqish ortib bormoqda. Ayniqsa, interpolimer komplekslar asosida yaratiladigan materiallar o'zining noyob fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan ajralib turadi. Interpolimer komplekslar ikki yoki undan ortiq polimerlarning o'zaro molekulyar ta'siri natijasida hosil bo'ladi. Bunday tizimlar vodorod bog'lari, ion bog'lari va boshqa intermolekulyar kuchlar orqali barqaror struktura hosil qiladi.

Bunday materiallarni yaratish orqali yuqori mustahkamlikka ega, tashqi muhit ta'siriga chidamli hamda ko'p funksiyali kompozitsion tizimlar ishlab chiqish mumkin. Shu sababli interpolimer komplekslar asosida olingan kompozitsion materiallarni o'rganish va ularning qo'llanish istiqbollarini aniqlash muhim ilmiy ahamiyatga ega.

Interpolimer kompleks asosida olingan kompozitsion materiallar o'zining yaxshilangan fizik-mexanik xossalari bilan ajralib turadi. Polimerlar o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida hosil bo'ladigan struktura materialning mustahkamligi, elastikligi hamda barqarorligini oshiradi. Bunday kompozitsion materiallarni ishlab chiqishda turli xil sintetik va tabiiy polimerlardan foydalanish mumkin.

Interpolimer komplekslarning muhim xususiyatlaridan biri ularning tuzilishini boshqarish imkoniyatidir. Polimerlarning tarkibi va nisbatini o'zgartirish orqali kerakli fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan materiallar olish mumkin. Bu esa ularni turli texnologik jarayonlarda qo'llash imkonini kengaytiradi.

Ushbu materiallar sanoatda himoya qoplamalari, filtratsion materiallar hamda yuqori mustahkamlikka ega konstruktsion elementlar tayyorlashda qo'llanilishi mumkin. Tibbiyot sohasida esa ular biomateriallar, dori moddalarini tashuvchi tizimlar va biokompatibil qoplamalar yaratishda istiqbolli hisoblanadi.

Interpolimer kompleks asosida olingan kompozitsion materiallar zamonaviy materialshunoslikning istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ularning yuqori mustahkamligi, barqarorligi va funksional xossalari turli sohalarda keng qo'llanilish imkonini yaratadi. Kelajakda ushbu materiallar asosida yangi texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni sanoat miqyosida qo'llash ilmiy tadqiqotlarning muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib qoladi.

Adabiyotlar

- 1.Karimov A., Polimer materiallar kimyosi. – Toshkent: Fan, 2018.
- 2.Usmonov B., Kompozitsion materiallar texnologiyasi. – Toshkent, 2020.
- 3.Odilov Sh., Zamonaviy polimerlar va ularning qo'llanilishi. – Toshkent, 2021.
- 4.Callister W. Materials Science and Engineering. – New York, 2019.

1-(2-FURANIL)-4,4,4-TRIFTORBUTANDION-1,3 BENZOILGIDRAZONINING Mn(II) KOMPLEKS BIRIKMASI TUZILISHI

Ro'ziyeva Maftuna Jo'rayevna

Buxoro davlat universiteti mustaqil izlanuvchisi

E-mail: roziyevamaftuna91@gmail.com

Tursunov Murod Amonovich

Buxoro davlat universiteti professori, k.f.f.d., professor

E-mail: tursunovma@mail.ru

Umarov Baqo Bafayevich

Buxoro davlat universiteti professori, k.f.d., professor

E-mail: umarovb@mail.ru

Amonov Muxammad Murod o'g'li

Buxoro davlat universiteti o'qituvchisi

E-mail: amonovmm@mail.ru

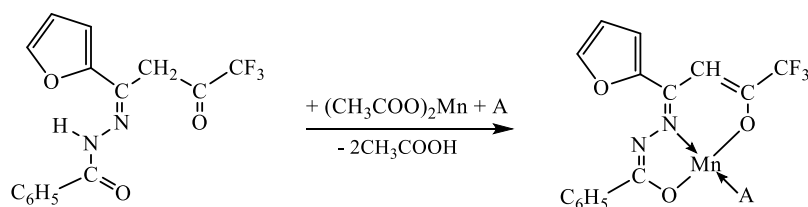
Annotation. As a result of studying the electronic and spatial structures of complex compound molecules, it becomes possible to analyze the "composition–structure–property" interrelationships in chemically complex compounds [1]. In this article, the structures of ammonia and pyridine complex compounds of the Mn(II) ion based on 1-(2-furanyl)-4,4,4-trifluorobutanedione-1,3 benzoylhydrazone were analyzed using IR, EPR, and Raman spectroscopy methods.

Keywords: 1-(2-furanyl)-4,4,4-trifluorobutanedione-1,3 benzoylhydrazone, Mn(II) complex, aroylhydrazone, IR spectroscopy, electronic spectrum, magnetic properties.

Ushbu ishda 1-(2-furanil)-4,4,4-triflorbutandion-1,3 benzoilgidrazoni hamda Mn(II) ioni asosida hosil bo'lgan kompleks birikmalarning tuzilishi tadqiq etilgan.

1-(2-furanil)-4,4,4-triflorbutandion-1,3 benzoilgidrazoni (H_2L) asosidagi marganes(II) kompleksi quyidagi usulda sintez qilindi. 3,24 g (0,01 mol) H_2L ning 20 ml etanoldagi eritmasi magnit aralashtirgich yordamida uzluksiz aralashtirilib turildi. Eritmaga 1,99 g (0,01 mol) marganes(II) atsetatning ammiak–suvli konsentrlangan issiq eritmasi tomchilatib qo'shildi. Reaksiya davomida eritma rangi 6–7 minut ichida o'zgarib, och pushti tusli eritma hosil bo'ldi. Aralashtirish to'xtatilgandan so'ng eritma bir sutka davomida eritma bug'latish uchun xona haroratida ochiq havoda qoldirildi. Natijada idish tubida och pushti rangli kristall cho'kma hosil bo'ldi.

Hosil bo'lgan $MnC_{15}H_{12}N_3O_3 \cdot NH_3$ tarkibli kompleks birikma vakuum filtrlash usulida ajratib olindi. Cho'kma bir necha marta etanol bilan yuvildi. Olingan mahsulot vakuum-eksikatorida fosfor(V) oksid (P_2O_5) ustida doimiy massa holatiga kelguncha quritildi. Unum: 73% (0,94 g).



A= NH_3 , Py; ($MnL \cdot NH_3$), ($MnL \cdot Py$).

3400–3420 cm^{-1} sohada kuzatilgan keng tebranish chastotatasi gidrazon guruhidagi $\nu_{(N-H)}$ tebranishlariga tegishli bo'lib, kompleks hosil bo'lgandan so'ng uning intensivligining o'zgarishi ligandning deprotonlanishi va metall ioniga koordinatsiyalanishini ko'rsatdi.

1662 cm^{-1} da kuzatilgan kuchli intensivlikdagi tebranish chastotatasi yenol shakldagi karbonil guruhining $\nu_{(C=O)}$ tebranishiga tegishli bo'lib, bu ligandda keto–yenol tautomeriya

muvozanati mavjudligini bildiradi [2]. 1604 cm^{-1} sohada joylashgan chiziqlar azometin guruhiga xos $\nu_{(C=N)}$ tebranishlarini ifodalaydi. Ushbu signalning quyi chastotaga siljishi $C=N$ bog'ining marganes(II) ioniga koordinatsiyalashganligini ko'rsatadi.

Quyi chastotali sohada esa metall–ligand bog'lanishlarini ifodalovchi muhim signallar kuzatiladi: 560 cm^{-1} da $\nu_{(Mn-O)}$ va 470 cm^{-1} da $\nu_{(Mn-N)}$ tebranishlari aniqlanib, bu kompleks hosil bo'lishida ligandning O va N donor atomlari orqali koordinatsiyalanganini tasdiqlaydi.

Yadro spinining proeksiyasi uchun O'NS chiziqlarining turli kenglikka ega bo'lishi Mak-Konnel relaksatsiya mexanizmi bilan tushuntiriladi, ularning parametrlari $g=2,0964$, $a_{Mn}=0,0086$, $\alpha^2=0,82$ teng. Marganes(II) ning barcha kompleks birikmalari izotrop spin-gamiltonian (SG) bilan ifodalanadi:

$$H = g \cdot \beta \cdot H_0 \cdot S + a_{Mn} \cdot I_{Mn} \cdot S + \sum a_{Nj} \cdot I_{Nj} \cdot S \quad (1)$$

bu yerda g – elektron g -faktor, β – Bor magnetoni, $S = 5/2$ – elektron spini, $I_{Mn} = 5/2$ – marganes yadrosi spini, a_{Mn} – marganes yadrosidan o'ta nozik o'zaro ta'sir konstantasi elektron magnit momentining uning to'liq burchak momentiga nisbati, u boshqacha Lande faktori deb ham nomlanadi (erkin elektron uchun $g=2,0023$), I_N – azot atomi yadrosining spini.

EPR spektrlarida kuzatilgan chiziqlarning nisbatan tor va simmetrik bo'lishi Mn(II) ionining yarim to'ldirilgan d^5 -qobig'i bilan izohlanadi. Bunda orbital hissalar deyarli so'nadi va g -faktor qiymati erkin elektron qiymatiga yaqin bo'ladi ($g=2,0964$). Bu holat Mn(II) komplekslarida ligand maydonining simmetriyasi yuqori ekanligini va markaziy ion uchun deyarli izotrop magnit muhit hosil bo'lishini namoyon qiladi[3]. Mn(II) kompleks birikmalari uchun EPR spektrlari chiziqlarining qiymatlari quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$H = \alpha + \beta \cdot m_i + \gamma \cdot m_i^2 \quad (2)$$

bu yerda m_i – marganes(II) ion yadrosi spinining tashqi magnit maydon yo'nalishi bo'yicha proeksiyasi; α , β , γ – relaksatsion mexanizmlarga ta'sir etuvchi turli koeffitsientlar.

Marganes(II) ning o'rganilgan birikmalarida toq elektron B1g turdagi molekulyar orbitalda joylashadi.

$$\Psi = \alpha \psi_d + \alpha' \sum \sigma_i \quad (3)$$

bu yerda α^2 va $(\alpha')^2$ – tegishli marganetsning atom orbitallari ($d_{x^2-y^2}$) va ligandlarning atomlari (σ_i) koeffitsientlari.

Quyida berilgan (4) tenglamada α koeffitsientning nazariy talqini toq elektronning $|d_{x^2-y^2}\rangle$ orbitalda bo'lish ehtimolligi sifatida uning kvadrati orqali ifodalash mumkin:

$$\alpha^2 = \frac{1}{0,43} \left(\frac{a_{Mn}}{0,036} + g - 2 \right) + 0,02 \quad (4)$$

Unda $(\alpha')^2$ kattalik, tabiiyki, ligand atomlari orbitalida toq elektronning delokallanish darajasini aniqlaydi. Agar α^2 va $(\alpha')^2=0,5$ ga teng bo'lsa, kompleksdagi metall-ligand bog'lanish kovalent bo'ladi. Agarda $\alpha^2=1$ va $(\alpha')^2=0$ bo'lsa, unda xarakteri sof ion bog'lanish namoyon bo'ladi. Bu koeffitsientlar bir-biri bilan quyidagicha bog'langan:

$$\alpha^2 + (\alpha')^2 - 2 \alpha \cdot \alpha' \cdot S = 1 \quad (5)$$

bu yerda S – qoplanish integrali. Toq elektronning ligand yadrosi bilan izotrop o'ta nozik o'zaro ta'sir energiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\langle a_N \rangle = \frac{4}{9} \pi \cdot \gamma_N \cdot \beta_0 \cdot \beta_N (\alpha')^2 |\rho_N(0)|^2 S_Z \cdot I_Z \quad (6)$$

bu yerda γ_N – azot yadrosining giromagnit nisbati, β – Bor magnetoni, β_N – yadro magnetoni, $\rho_N(0)$ – azot yadrosidagi 2s-orbital elektron zichligi.

EPR spektrlari ko'rinishi va parametrlarining bunday o'zgarishlari, bizning nazarimizda, erituvchi molekulasi qo'shimcha koordinatsion bog'lari ta'sirida kompleks poliedrining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi[4]. Dastlab piridin molekulasi marganets ionining beshinchi, keyin

oltinchi aksial holatiga birikadi va markaziy ionning tekis-kvadrat koordinatsion sferasi tetragonal-piramida, keyin esa oktaedrik tuzilishga o'zgaradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Tursunov M.A. Изучение строения ароилгидразонов β -кетоальдегидов Cu(II) комплексов // Ученый XXI века. – 2016. – №2(15). – С. 32–38.
2. Авезов К.Г., Умаров Б.Б. Синтез, строение и кристаллическая структура ацилгидразонов ароилперфторацилметанов // Universum: химия и биология. – 2017. – №1.
3. Парпиев Н.А., Умаров Б.Б., Авезов К.Г. Перфторалкилли β -дикетон ҳосилалари ва комплекс бирикмалари. – Тошкент: Design-Press, 2013. – 336 б.
4. Парпиев Н.А., Юсупов В.Г., Шарипов Х.Т. Ацилгидразоны и их комплексы с переходными металлами. – Ташкент: Фан, 1988. – 161 с.

YERYONG'OQ PO'STLOG'I ASOSIDA IONIT OLISHNING MAQBUL SHAROITLARI VA UNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINI O'RGANISH

N.S. Omonov, J.J. Quدراتov, X.Q. Yo'ldoshev, Y.D. Anarboyev, M.M. Jo'rayev

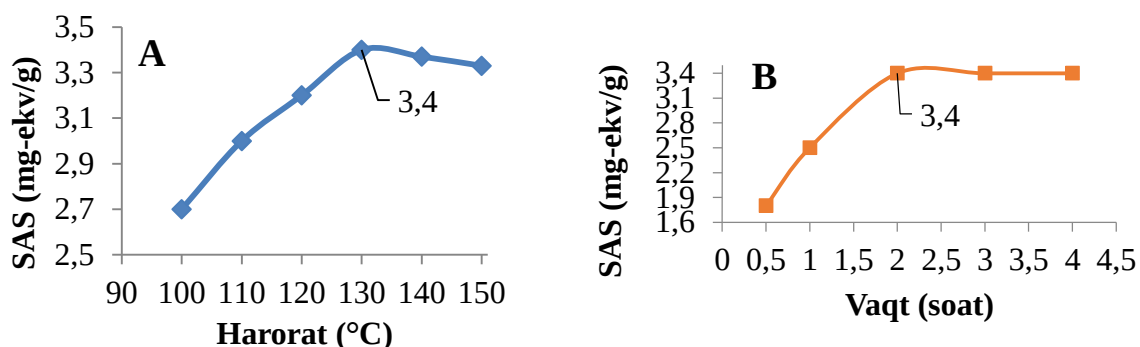
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, O'zbekiston

Sanoat va qishloq xo'jaligi oqava suvlaridagi Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} va Zn^{2+} kabi toksik metall ionlari muhim ekologik muammo hisoblanadi. 2025-yil ma'lumotlariga ko'ra, Toshkent, Olmaliq va Navoiydagi ayrim metallurgiya hamda kimyo korxonalari oqava suvlarida og'ir metall miqdori me'yordan 2–3 baravar yuqori. Ion almashinuvi usuli yuqori selektivlik va kam energiya sarfi bilan samarali hisoblanadi. Biroq sanoatda keng qo'llaniladigan KU-2 ion almashuvchi smola va AB-17-8 ion almashuvchi smola ning kamchiligi – yuqori narx va biologik parchalanmasligidir [Turaev va Kadirov, 2024]. Shu sababli biomassa chiqindilari asosida “yashil” ionitlar olish dolzarb hisoblanadi.

Yeryong'oq po'stlog'i tarkibidagi selluloza, lignin va gemisellyuloza uning kimyoviy modifikatsiyasiga qulay sharoit yaratadi. Tadqiqotda maydalangan yeryong'oq po'stlog'i (0,4–1,5 mm) 10% li NaOH eritmasida 92–100°C da 2 soat ekstraktsiya qilindi. Natijada lignin va gemisellyulozaning bir qismi ajralib, selluloza g'ovaklari ochiladi [Bektov va boshq., 2024]. So'ng namuna neytral pH gacha yuvilib, 10 g bo'kkan namunaga 12,5 ml 50% li PEPA qo'shildi.

Reaksiya ikki bosqichda olib borildi.

- 1) suv hammomida 92–100°C da 2 soat (g'ovaklarga to'liq PEPA kirib olishi uchun);
- 2) mufel pechida 100–150 °C da 4 soatgacha turli vaqtlarda polikondensatsiya ya'ni aminoguruhlarining selluloza zanjiriga kovalent bog'lanishi uchun amalga oshirildi.



1-rasm. Chiqindi biomassa asosida ionit olinishida SAS ning haroratga (A) va vaqtga (B) bog'liqligi. (1g:15 ml; 50 % PEPA eritmasi)

Mahsulot distillangan suv bilan neytral muhitgacha yuvildi va xona haroratida quritildi. Modifikatsiyalash jarayoniga ta'sir etuvchi omillar olingan ionitning statik almashinuv sig'imi - SAS qiymatiga asoslanib o'rganildi. Olingan natijalar 1-rasmda keltirilgan.

Modifikatsiya bosqichida PEPA bilan ishlov berishda harorat muhim rol o'ynadi. $130\pm5^{\circ}\text{C}$ da to'liq polikondensatsiya sodir bo'lib, SAS qiymati 3,40 mg-ekv/g ga yetdi. 100°C da reaksiya to'liq kechmaganligi sababli SAS 2,1 mg-ekv/g ni, 150°C da esa materialning qisman koksilanishi tufayli 2,8 mg-ekv/g ni tashkil etdi. Shu sababli $130\pm5^{\circ}\text{C}$ eng maqbul harorat deb topildi. Reaksiya davomiyligi dastlabki 2 soat davomida keskin ortib, keyinchalik muvozanat holatiga erishdi. Bu sellyuloza tarkibidagi $-\text{OH}$ guruhleri bilan PEPA molekularining faol bog'lanishi va yuqori diffuziyasi bilan izohlanadi [Ashkenani va Al-Kindi, 2023]. Natijada material anion almashinuvchi va yuqori selektiv sorbent xususiyatiga ega bo'lib, og'ir metall ionlari hamda organik bo'yoqlarni yutish qobiliyati oshdi. Olingan materialning qo'llanilish sohasini aniqlash uchun uning ayrim fizik-kimyoviy xossalarni o'rganildi.

Fizik-kimyoviy xossalarni aniqlash GOST standartlari bo'yicha olib borildi. Olingan materialning ionit sifatida qo'llash imkoniyatlarini aniqlash uchun ayrim fizik-kimyoviy xossalari sanoat miqyosidagi ionitlar bilan taqqoslab o'rganildi. Olingan natijalar quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Yeryong'oq po'stlog'i asosidagi biosorbent, AB-17-8 va KU-2 ning fizik-kimyoviy xossalari

Ko'rsatkich	Biosorbent (Sel-PEPA)	AB-17-8	KU-2
Narxi, 1 kg/so'm	14 200	43 000	45000
Tabiatda parchalanishi	Parchalanadi	Parchalanmaydi	Parchalanmaydi
SAS, mg-ekv/g	3,40	3,75	3,75
Mexanik mustahkamlik, %	83,5	91,0	91,0
Solishtirma hajm, ml/g	2,95	2,75	2,80
Namlik, %	61,2	42,4	42,4

Jadvaldan ko'rinadiki, biosorbentning SAS qiymati AB-17-8 va KU-2 ga yetarlicha yaqin. Biosorbent tarkibidagi amin guruhleri ($-\text{NH}-$) oraliq metallar bilan barqaror kompleks birikmalar hosil qiladi, shuning uchun uni KU-2 bilan solishtirish ma'noga ega. Mexanik mustahkamligi amaliy foydalanish uchun yetarli. Biosorbentning eng muhim afzalliklari – arzonligi va tabiatda biologik parchalanuvchanligi. AB-17-8 va KU-2 esa sintetik polimerlar matritsadan asosida olinadi, tabiatda bir necha asr saqlanib qoladi va biologik parchalanmaydi. Mahalliy xomashyo chiqindilar asosida olingan biosorbentimizning ayrim fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari sanoat miqyosidagi AB-17-8 va KU-2 bilan raqobatbardosh hisoblanadi.

Xulosa: Yeryong'oq po'stlog'i asosida ionit olishning maqbul sharoitlari aniqlandi. Ekstraksiya jarayoni 10% li NaOH eritmasida, 150 ml hajmda, $92-100^{\circ}\text{C}$ haroratda 2 soat davomida olib borildi. Modifikatsiya jarayonida esa 10 g bo'kkan namunaga 12,5 ml 50% li PEPA qo'shilib, suv hammomida $92-100^{\circ}\text{C}$ da 2 soat hamda mufel pechida $130\pm5^{\circ}\text{C}$ da 2 soat davomida ishlov berildi. Olingan biosorbentning statik almashinish sig'imi HCl bo'yicha 3,40 mg-ekv/g ni, namligi 61,2% ni, solishtirma hajmi 2,95 ml/g ni, mexanik mustahkamligi esa 98,61% ni tashkil etdi. Sanoatda qo'llaniladigan ionitlar bilan taqqoslanganda, mazkur biosorbent tannarxining uch barobar arzonligi hamda biologik parchalanish xususiyatiga egaligi bilan ajralib turadi. Shu sababli ushbu materialni sanoat oqava suvlaridan og'ir metall ionlarini sorbsiyalash va tozalash jarayonlarida qo'llash istiqbolli hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1.Ashkenani, H., & Al-Kindi, A. (2023). Modified peanut shell for removal of heavy metals: characterization and optimization. *Water Science and Technology*, 87(5), 1234-1245.

2.Bektov, A.B., Nazirova, R.A., & Ergozhin, E.E. (2024). Nitrogen-containing ion exchangers based on local raw materials. *Chemistry and Chemical Technology*, 67(2), 98-105.

3.Turaev, A.S., & Kadirov, Sh.M. (2024). Environmental and economic analysis of industrial ion exchangers. *Uzbek Chemical Journal*, 3(1), 45-52.

TRIGLYCIDILMELAMIN ASOSIDAGI FOTONIK IONITNING SORBSION SIG'IMINI TITRIMETRIK TAHLIL QILISH

E.R. Safarova¹, F.B. Eshqurbonov², S.B. Sapparova³

¹Termiz davlat universiteti, Termiz, O'zbekiston

*E-mail: safarovaezoxon@gmail.com

²Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Termiz, O'zbekiston

³Termiz davlat pedagogika instituti, Termiz, O'zbekiston

Abstract: The article compares the sorption capacity of synthesized ion exchangers based on triglycidyl melamine with industrial samples of foreign analog ion exchangers, such as AN-2F, EDE-10P, and AV-16. The content of metal cations in the initial and equilibrium solutions was studied using trilonometric titration, photolorimetry, and atomic absorption spectrometry methods.

Key words: epichlorohydrin, triglycidylmelamine, ionite, potentiometric titration, static exchange capacity

Asosiy matn: Organik polimerlarda ma'lum shartlar bajarilganda fotonika va lazer optikasi uchun istiqbolli materiallar hosil bo'ladi. Lazer effektini amalga oshirish va nur signalini plastik toladan yuborishni, berilgan to'lqin uzunligi diapazonidagi nur ta'siriga barqaror va yuqori darajada shaffof polimerlardagina bajarish mumkin. Har qanday materialning shaffofligi nafaqat uning nur yutish spektriga balki kimyoviy tarkibi va tuzilish, qo'shimcha aralashmalarining borligi, nur sochish qobiliyatiga ham bog'liq bo'ladi [Yergojin va boshq., 2013; Muxamediyev va boshq., 2011].

Ion almashinuvi telekommunikatsiya sohasida optik qurilmalar va sensorlar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladigan arzon va yuqori samarali texnologiyadir [Broquin J. & Honkanen S., 2021]. Ion almashinish jarayonining fizikaviy-matematik asoslari bo'yicha chuqur tadqiqotlar o'tkazilgan [Macrelli va boshq., 2020].

Ionalmashinuvchi polimerlarning fizik-kimyoviy va mexanik xossalarini tadqiq qilish- sintez qilingan ionitlarning qo'llanilish sohaslarini aniqlashga imkon beradi. Boshqa tarafdin esa, ionalmashinuvchi- larning fizik-kimyoviy tadqiqoti, ionitlar ba'zi xossalarini modifikatsiyalash yo'li bilan aniqlash imkonini beradi. Kompleks hosil qiluvchi ionitlarda sorbsiyaning nazariy va amaliy masalalarini tadqiq qilish, ularning sirt tuzilishini o'rganish uchun turli fizik- kimyoviy usullardan foydalaniladi. Adabiyotlarda epixlorgidridin choklovchi agent sifatida foydalanish natijasida olingan ionitlarni kimyoviy texnologiyaning turli sohaslarida qo'llanilishiga doir ma'lumotlar kam berilgan bo'lib, buni ionitlarning xalq xo'jaligining aniq sohaslarida qo'llanishini ochib beruvchi- sanoat namunalari bilan o'zaro taqqoslash orqali, ularning muvozanat va kinetik xossalarini aniqlashga imkon beruvchi keng miqyosdagi ilmiy tadqiqotlar yetarlicha o'tkazilmaganligi bilan tushuntirish mumkin.

Melamin, epixlorgidrin va tiokarbamid, asosida olingan ionitlarning fizik-kimyoviy xossalarini asoslashga xizmat qiladigan ionalmashinishning alohida qonuniyatlari tadqiq etildi.

Ko'pchilik holatlarda kompleks hosil bo'lish darajasining muhit pHga bog'liqligi metall ionlari ionit funksional guruhlari bilan komplekslarining barqarorligi bilan bog'lanadi. Tarkibida karbonil va tiol guruhlari bo'lgan ionitlar bilan metall ionlarining kompleks hosil qilishi ion va koordinatsion bog' hosil bo'lishi hisobiga amalga oshadi. Co²⁺ ionlarining TGM+T ioniti bilan kompleks hosil bo'lish jarayonining muhit pH va vaqtga bog'liqligi tadqiq qilindi. Tajriba quyidagi sharoitlarda o'tkazildi: metallar konsentratsiyasi - 0,05 g/l, harorat - 25°C, ionit og'irligi - 0,10 g. Sintez qilingan to'rsimon polimerlarning ba'zi metallar ionlariga nisbatan sorbsion qobiliyatini o'rganish uchun "k.t." markali tuzlarning suvli eritmalaridan foydalanildi.

Ionitlarning alohida massalari OH⁻ shaklga o'tkazilib, statik sharoitda ionit:eritmaning 1:100 massa nisbatida, xona haroratida potensiometrik titrlash usuli yordamida ionitlarning almashinish sig'imi aniqlandi. Massalari 0,2 g dan bo'lgan OH⁻ shakldagi ionitlar tortimiga turli miqdordagi (0-12 mg-ekv/g) mis sulfat, kobalt va nikel nitrat tuzlarining 0,1 n sulfat va nitrat kislotalardagi

eritmalari quyildi. Eritmaning ion kuchi 1 ga teng bo'lishi uchun quruq natriy nitrat yoki sulfat qo'shildi. Muvozanat hosil bo'lgandan so'ng (7-10 soat), eritmaning pHi "pH – 340" pH metrida va metallar ionlari konsentratsiyasi trilonometrik (atom-absorbsion) usulda aniqlandi.

Sintez qilingan ionitlarning kinetik muvozanat konstantalari sanoatda qo'llanilayotgan EDE-10P, AN-2F, AV-16 va AN-31 kabi polikondensatsion ionitlarning kinetik muvozanat konstantalari bilan solishtirildi (1-jadval).

1-jadval

Sinalgan ionitlarning asosiy xossalari

Ko'rsatgichlar, Ionitlar	Sochiluvchan og'irligi	SAS, 0,1n HCl eritmasi	SAS, 0,1n HNO ₃ eritmasi	SAS, 0,1n H ₂ SO ₄ eritmasi	Mexanik mustahkamligi
O'lchov birligi	g/ml	mg-ekv/g	mg-ekv/g	mg-ekv/g	%
TGM+T	0,45	4,2-4,5	3,8	4,1	97,8
EDE-10P	0,60	7,5	-	8,5	97,7
AN-2F	0,55	6,2	-	6	-
AV-16	0,65	3,4	-	-	-

TGM+T asosida sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi ionitga: mis, kobalt va kumush ionlari sorbsiyasi kinetikasini tadqiq etish va ulardan keltirilgan metallar ionlarini eritmalaridan sorbsiya qilish jarayonida foydalanish, shubhasiz, qiziqish uyg'otdi. Sintez qilingan ionitlar nodir metall ionlarini yaxshi sorbsiyalaydi va nodir metall ionlarini eritmalaridan sorbsiyalashda ularni qo'llash mumkin. O'rganilgan ionlarni ionitda sorbsiyalanish darajasi bo'yicha quyidagi qatorga joylashtirish mumkin: Ag > Cu > Co.

O'lchashlar statik sharoitda o'tkazildi. Metallar ionlari bo'yicha almashinish sig'imini aniqlashda: mis (0,05 n, pH=3,5-3,8), nikel (0.1 n, pH=6,5), kobalt (0.1 n, pH=5,5), rux (0.1 n, pH=5,5), kadmiy (0.1 n, pH=5,5) sulfat eritmalaridan foydalanildi.

Dastlabki va muvozanat eritmalar tarkibidagi metall kationlari miqdori trilonometrik titrlash, fotokolorimetriya (Cu²⁺) va atom-absorbsion spektrometriya (Au³⁺, Ag⁺) usullari yordamida aniqlandi. Eritmalarning ionitlar bilan kontakt vaqtining davomiyligi 1 sutka bo'lib, eritmalar pH i potensiommetrik usulda aniqlandi. Ionitlarning gidroksil va tuz shakllaridan foydalanildi. Olingan natijalar epixlorgidrin asosidagi AN – 2F, EDE-10P va AV-16 kabi analog ionitlarning sanoat namunalari bilan solishtirildi. Tarkibida oltingugurt va azot kabi funksional guruhlar saqlanib qolganligini aniqlangan. Adabiyotlardan ma'lumki ushbu funksional guruhlar asosan qimmatbaho metall ionlari uchun tanlovchan sorbsiyalash xususiyatiga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

Broquin J.& Honkanen S. Integrated Photonics on Glass: A Review of the Ion-Exchange Technology Achievements. Appl. Sci. 2021, 11(10), 4472; <https://doi.org/10.3390/app11104472>
 Macrelli G., Varshneya A. K., Mauro J.C. Ion Exchange in Silicate Glasses: Physics of Ion Concentration, Residual Stress, and Refractive Index Profiles Materials Science, 2020 (V1), <https://doi.org/10.48550/arXiv.2002.08016>

Ергожин Е.Е., Таусарова Б.Р. и др. Исследование комплексообразующей способности ионитов с различными группами по отношению к ионам некоторых тяжелых и переходных металлов. – Вестник КазНУ. Серия химическая. 2013. №1(69). С. 84-89.

Мухамедиев М.Г., и др. Волокнистые ионообменные полимерные комплексообразующие материалы на основе «Нитрона» // Материалы респуб. научной конф. посвященной 95-летию акад. Х.У.Усманова «Современные проблемы полимерной науки» г. Ташкент 2011 г. 20-21 октября. с. 92-94.

MAHALLIY ORGANIK VA NOORGANIK POLIMERLAR ASOSIDA IONITLAR OLISH

D.Ch Murodova, A.E O'rinova, O.X Tursunmuratov.

Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Tabiiy fanlar fakulteti

e-mail:tursunmuratovbid@gmail.com

Kirish: Bugungi kunda butun dunyo miqyosida suv resurslarining turli kimyoviy moddalar bilan ifloslanishi ortib borayotganligi sababli, zararli moddalarni oqova suvlardan tozalash eng dolzarb muammolardan biri bo'lib qolmoqda[3]. Suvning ifloslanishi global darajadagi favqulodda vaziyat sifatida baholanib, an'anaviy adsorbentlar suvni tozalashda muayyan zamin yaratgan bo'lsa-da, ularning selektivligi, sig'imi va barqarorligidagi cheklovlar yanada ilg'or yechimlarni izlashga turtki bo'lmoqda[4]. Shu sababli, zamonaviy talablarga javob beradigan, yuqori samarali va barqaror suv tozalash texnologiyalarini ishlab chiqishga bo'lgan ehtiyoj tobora ortib bormoqda [1]. Ushbu muammoni hal etishda ion almashinuvi uchun maxsus funksional guruhlarga ega bo'lgan polimer materiallar — ionitlar muhim o'rin tutadi. Ionitlar suvni tozalash, metall ionlarini qayta tiklash va kimyoviy sanoatning turli sohalarida keng qo'llaniladi. Ayniqsa, mahalliy xomashyolar asosida ionitlar sintez qilish import hajmini kamaytirish bilan birga, arzon va yuqori sorbsion samaradorlikka ega materiallar yordamida suvni og'ir metallardan tozalash imkonini beradi. Sorbsion jarayonlarda samarali komponent sifatida qo'llaniladigan tabiiy minerallardan biri vermikulitdir. Vermikulit qatlamli magniy-alyuminiy va magniy-temir alyuminosilikat sifatida tasniflanib, uning kristall panjarasida issiqlik xususiyatlarini belgilovchi qatlamlararo suv molekulalari mavjud. Ushbu mineral 600°C dan 1200°C gacha bo'lgan haroratlarda termik ishlov berilganda, qatlamli tuzilishining shishishi hisobiga hajmi taxminan 8–12 marta ortadi. Natijada hosil bo'lgan kengaytirilgan vermikulit kumushrang yoki oltin rangga ega, hidsiz, toksik bo'lmagan hamda yuqori darajadagi g'ovaklikka ega material hisoblanadi[2]. Bunday o'ziga xos xususiyatlar vermikulitni polimer matritsalar bilan birgalikda yuqori samarali kompozit ionitlar olishda istiqbolli xomashyoga aylantiradi. Maqsadi: mahalliy organik va noorganik polimer xomashyolari asosida yuqori ion almashinish sig'imiga hamda selektivlikka ega bo'lgan yangi turdagi ionitlarni sintez qilish texnologiyasini ishlab chiqish va ularning fizika-kimyoviy xossalarini tadqiq etish. Vazifalari: 1) tanlangan mahalliy organik va noorganik polimerlarning tuzilishi, xossalari va ulardan ionitlar olishning zamonaviy usullarini o'rganish. 2) ionitlar olishning maqbul sharoitlarini (harorat, vaqt, komponentlar nisbati, katalizator) aniqlash va sintez uslubiyatlarini ishlab chiqish. 3) sintez qilingan ionitlarning statit va dinamik ion almashinish sig'imini, turli metall ionlariga nisbatan selektivligini hamda termik barqarorligini aniqlash; 4) Ion almashinish jarayonining kinetik qonuniyatlarini va termodinamik parametrlarini hisoblash; 5) Olingan ionitlarni oqova suvlarni tozalash yoki sanoat eritmalaridan nodir metallarni ajratib olish jarayonlarida qo'llash imkoniyatlarini asoslash. Tadqiqotda mahalliy vermikulit, karbamid smolasi va formaldegid ishlatildi. Sintez jarayoni va namunalarni tayyorlash. Tadqiqot ishida karbamid va formaldegidning kondensatlanishi natijasida hosil bo'lgan polimer matritsasiga tabiiy mineral — vermikulitni kiritish orqali kompozit ionit sintez

qilindi. Olingan namunalarni faollashtirish va ishchi holatga keltirish maqsadida quyidagi ketma-ketlikdagi kimyoviy ishlov berish jarayonlari amalga oshirildi:

Kislotali aktivlash: Sintez qilingan material dastlab 0.1 N xlorid kislota (HCl) eritmasida 12 soat davomida saqlandi. Ushbu jarayon ionitni vodorod (H^+) shakliga o'tkazish va g'ovaklardagi begona aralashmalarni tozalashga xizmat qiladi. **Yuvish va neytrallash:** Kislota bilan ishlov berilgan namuna muhitning kislotalik ko'rsatkichi yo'qolguncha (neytral pH ko'rsatkichigacha) distillangan suv bilan bir necha bor yuvildi. **Ishqoriy modifikatsiyalash:** So'ngra namuna 0.1 N natriy gidroksid (NaOH) eritmasiga 12 soatga solib qo'yildi. Jarayon yakunlangach, sorbent tarkibidagi ortiqcha ishqor qoldiqlari neytral muhit hosil bo'lguncha distillangan suv yordamida yuvib tashlandi. **Quritish:** Tayyorlangan sorbent doimiy og'irlik massasiga kelguncha xona haroratida va quritish pechida quritildi. **Statik almashinish sig'imini (SAS) aniqlash.** Sintez qilingan ionitning sorbtion imkoniyatlarini baholash uchun uning statik almashinish sig'imi titrimetrik usulda aniqlandi. Buning uchun: 1 gramm tortib olingan quruq sorbent namunasi ma'lum hajmdagi xlorid kislota eritmasi bilan 8 soat davomida kontaktga keltirildi. Muvozanat holatiga erishilgandan so'ng, eritmaning qoldiq konsentratsiyasi standart ishqor eritmasi bilan titrlash orqali aniqlandi. Bunda 3 marotaba titrlash ishini amalga oshirdik va shunda bizga 1) 5.4 ml 2) 5 ml 3) 5.6 ml ishqor eritmasi sarflandi. Natijalarning ishonchliligini va takrorlanuvchanligini ta'minlash maqsadida har bir o'lchov kamida uch marta takrorlandi va o'rtacha qiymatlar hisoblab chiqildi.

$$x_{ort} = \frac{5.4 + 5 + 5.6}{3} = 5.33 \text{ ml}$$

Va uning SAS qiymati hisobab topildi:

$$SAS = \frac{100 \cdot 1 - 1.066 \cdot 5}{20 \cdot 1} = 4.7335 \text{ mg} - \text{ek/l}$$

chiqdi.

Olingan natijalarga ko'ra, karbamid-formaldegid va vermikulit asosidagi kompozit ionitning statik almashinish sig'imi (SAS) 4,7 mg-ekv/g ni tashkil etdi. Ushbu ko'rsatkich sintez qilingan sorbentning kislotali-asosli markazlari yetarli darajada shakllanganligini va eritmadagi ionlarni almashinish jarayonida faol ishtirok eta olishini ko'rsatadi. Mahalliy mineral to'ldiruvchi — vermikulitning polimer matritsasiga kiritilishi sorbentning nafaqat mexanik mustahkamligini oshiradi, balki uning selektiv xossalriga ham ijobiy ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

Xulosa: Olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlari natijasida mahalliy xomashyolar — karbamid, formaldegid va tabiiy mineral vermikulit asosida yangi turdagi polimer-mineral kompozit ionit sintez qilindi. Tajriba davomida olingan namunalarda 0,1 N xlorid kislota va natriy gidroksid eritmalarida ketma-ket faollashtirilib, ularning ion almashinish markazlari ishchi holatga keltirildi. Sintez qilingan ionitning fizik-kimyoviy xossalari tahlil qilinganda, uning statik almashinish sig'imi (SAS) 0,47 mg-ekv/g ni tashkil etishi aniqlandi. Ushbu ko'rsatkich mahalliy mineral to'ldiruvchi asosida olingan yangi sorbentlar uchun qoniqarli natija hisoblanib, materialning eritmadagi ionlarni samarali bog'lay olish qobiliyatini tasdiqlaydi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, vermikulit asosidagi ushbu arzon va samarali kompozit ionitni sanoat oqova suvlarini tozalash tizimlarida hamda import o'rnini bosuvchi sorbentlar sifatida qo'llash imkoniyati mavjud bo'lib, bu ham iqtisodiy, ham ekologik jihatdan yuqori istiqbolga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Leandro Pellenz, Carlos Rafael Silva de Oliveir, Afonso Henrique da Silva Júnio, Layrton José Souza da Silva, Luciano da Silva, Antônio Augusto Ulson de Souza, Selene Maria de Arruda Guelli Ulson de Souza, Fernando Henrique Borba, Adriano da Silva, A comprehensive guide for characterization of adsorbent materials, Separation and Purification Technology, Volume 305, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2022.122435>
2. Stoddart C Structural biology: How proteins got their close-up Knowable Magazine, 2022 doi:10.1146/knownable-022822-1
3. Obid T. et al. KINETICS AND ISOTHERM OF Cu^{2+} ION SORPTION ON A NEW SORBENT OBTAINED ON THE BASIS OF VERMICULITE // Universum: технические науки. – 2022. – №. 12-7 (105). – С. 44-48.

KOMPOZIT MATERIALLARDA STRUKTURA-SHAKLLANISH JARAYONINING FIZIK-KIMYOVIY ASOSLARI VA BARQAROR RIVOJLANISHDAGI AHAMIYATI

Mardonova Gulnoza Vahobovna

Navoiy davlat universiteti, O'zbekiston Respublikasi

E-mail: mgv98110@gmail.com

Annotation. This article analyzes the physicochemical foundations of structure formation in composite materials from the perspective of green chemistry and sustainable development. The role of matrix–filler interaction, adhesion, dispersion, interfacial bonding and curing kinetics in determining material properties is discussed. The importance of eco-friendly composites in modern education is highlighted.

Keywords: Composite materials, structure formation, green chemistry, sustainable development, matrix, filler, interfacial interaction, adhesion, eco-friendly materials.

Zamonaviy fan-texnika taraqqiyoti insoniyat oldiga yuqori samaradorlikka ega, yengil, mustahkam, energiya tejankor va ekologik xavfsiz materiallarni yaratish vazifasini qo'ymoqda. Ayniqsa, yashil kimyo va barqaror rivojlanish tamoyillari asosida ishlab chiqilayotgan yangi avlod materiallari sanoat, qurilish, energetika, transport, tibbiyot va ta'lim sohalarida katta ahamiyat kasb etmoqda. Ana shunday istiqbolli materiallar qatoriga kompozit materiallar kiradi.

Kompozit materiallarning asosiy xossalari faqat ularning kimyoviy tarkibiga emas, balki ichki strukturasi qanday shakllanishiga ham bog'liq. Shu sababli struktura-shakllanish jarayoni zamonaviy materialshunoslikda muhim ilmiy masalalardan biri hisoblanadi. Struktura-shakllanish — bu matritsa va to'ldirgichning aralashishi, taqsimlanishi, o'zaro bog'lanishi, qotishi, polimerlanishi yoki kristallanishi natijasida materialning ichki tuzilmasi hosil bo'lish jarayonidir. Ushbu jarayonda materialning keyingi mexanik, issiqlik, elektr, kimyoviy va ekspluatatsion xossalari shakllanadi.

Kompozit materiallarda struktura-shakllanish jarayoni bir necha ketma-ket bosqichlarda amalga oshadi: komponentlarni tanlash, aralashtirish va dispersiylanish, fazalararo bog'lanish, qotish yoki polimerlanish, defektlarni nazorat qilish hamda strukturaviy barqarorlikka erishish. Ushbu bosqichlar kompozitning yakuniy fizik-kimyoviy va ekspluatatsion xossalarini belgilaydi.

Kompozitlarda struktura-shakllanish jarayonining bosqichlari



Kompozitlarda struktura-shakllanishning fizik-kimyoviy asoslari bir necha muhim hodisalar bilan belgilanadi. Bular adgeziya, kogeziya, sirt energiyasi, ho'llanish, diffuziya, dispersiylanish va qotish kinetikasidir. Adgeziya matritsa va to'ldirgich orasidagi yopishish

kuchini ifodalaydi. Agar adgeziya kuchli bo'lsa, tashqi mexanik yuklama matritsadan to'ldirgichga samarali uzatiladi. Natijada materialning mustahkamligi va barqarorligi ortadi. Aksincha, fazalararo bog'lanish zaif bo'lsa, kompozit ichida yoriq, g'ovaklik va ajralish zonalari paydo bo'lishi mumkin.

Sirt energiyasi va ho'llanish ham kompozit strukturasining shakllanishida muhim rol o'ynaydi. Matritsa to'ldirgich yuzasini yaxshi ho'llasa, ular orasida zich kontakt hosil bo'ladi. Bu esa fazalararo bog'lanishni kuchaytiradi va defektlarning kamayishiga olib keladi. Agar ho'llanish yetarli bo'lmasa, matritsa va to'ldirgich orasida mikrobo'shliqlar saqlanib qoladi. Bunday holat materialning mexanik mustahkamligini pasaytiradi va xizmat muddatini qisqartiradi.

Dispersiyalanish jarayoni ham muhim ahamiyatga ega. To'ldirgich zarrachalari yoki tolalari matritsa ichida bir tekis taqsimlansa, materialga ta'sir qiluvchi kuchlar nisbatan teng tarqaladi. Agar to'ldirgichlar bir joyda to'planib qolsa, lokal kuchlanishlar ortadi va materialda yemirilish xavfi kuchayadi. Ayniqsa nanokompozitlarda bu muammo dolzarbdir, chunki nanoto'ldirgichlar yuqori sirt energiyasiga ega bo'lgani sababli aglomeratsiyaga moyil bo'ladi.

Qotish kinetikasi kompozit material sifatini belgilovchi yana bir muhim omildir. Polimer matritsali kompozitlarda qotish yoki polimerlanish jarayoni juda tez kechsa, ichki kuchlanishlar va mikrodefektlar ko'payishi mumkin. Juda sekin qotish esa texnologik samaradorlikni pasaytiradi. Shuning uchun optimal qotish rejimini tanlash yuqori sifatli, barqaror va uzoq muddat xizmat qiladigan kompozit materiallar yaratishda muhim ahamiyatga ega.

Yashil kimyo va barqaror rivojlanish nuqtayi nazaridan kompozit materiallar alohida ahamiyat kasb etadi. Chunki ular yengil va mustahkam bo'lgani sababli transport vositalari massasini kamaytiradi, yoqilg'i sarfini pasaytiradi va atmosferaga chiqadigan zararli gazlar miqdorini kamaytirishga xizmat qiladi. Qurilishda issiqlik izolyatsion kompozitlardan foydalanish binolarda energiya sarfini kamaytiradi. Energetika sohasida esa kompozitlar shamol turbinalari, quyosh panellari, akkumulyator tizimlari va issiqlikni boshqarish qurilmalarida qo'llaniladi. Shu bilan birga, kompozit materiallar bilan bog'liq muhim ekologik muammo ham mavjud. Ayniqsa sintetik polimerlar va tolalar asosidagi kompozitlarning xizmat muddati tugagandan keyin ularni qayta ishlash murakkab jarayon hisoblanadi. Bu esa yashil kimyo oldiga yangi vazifalarni qo'yadi: qayta ishlanishi mumkin bo'lgan matritsalar yaratish, tabiiy tolalardan foydalanish, bioasosli polimerlarni ishlab chiqish va kompozitlarning hayotiy siklini ekologik jihatdan baholash. Kompozit materiallar mavzusining zamonaviy ta'limdagi ahamiyati ham katta. Ushbu mavzu orqali talabalarda kimyo, fizika, ekologiya, nanotexnologiya va materialshunoslikka oid fanlararo bilimlar shakllanadi. Ayniqsa kelajak o'qituvchilarini tayyorlashda kompozit materiallarni yashil kimyo va barqaror rivojlanish bilan bog'lab o'qitish muhimdir. Bu yondashuv talabalarda ekologik tafakkur, muammoli fikrlash, innovatsion yondashuv va amaliy kompetensiyalarni rivojlantiradi.

Ta'lim jarayonida kompozit materiallar mavzusini muammoli ta'lim, loyiha asosida o'qitish, case-study, raqamli modellashtirish va virtual laboratoriyalar orqali o'rganish samarali natija beradi. Masalan, talabalarga "Ekologik xavfsiz kompozit material modeli" mavzusida loyiha topshirig'i berish mumkin. Bunda ular matritsa, to'ldirgich, ishlab chiqarish texnologiyasi, qayta ishlanish imkoniyati va ekologik xavfsizlikni ilmiy asoslab beradilar.

Xulosa qilib aytganda, kompozit materiallarda struktura-shakllanish jarayoni ularning yakuniy xossalari belgilovchi asosiy fizik-kimyoviy jarayondir. Matritsa va to'ldirgich o'rtasidagi adgeziya, ho'llanish, dispersiyalanish, qotish kinetikasi va fazalararo bog'lanish materialning mustahkamligi, barqarorligi va xizmat muddatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Yashil kimyo va barqaror rivojlanish nuqtayi nazaridan esa ekologik xavfsiz, qayta ishlanishi mumkin bo'lgan va energiya tejimkor kompozit materiallarni yaratish bugungi kunning dolzarb ilmiy-amaliy vazifalaridan biridir. Shu bilan birga, bu mavzuni zamonaviy ta'lim jarayoniga integratsiya qilish kelajak o'qituvchilarida ilmiy dunyoqarash, ekologik mas'uliyat va innovatsion pedagogik kompetensiyalarni shakllantirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Anastas P. T., Warner J. C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. Oxford University Press, 1998.
2. Mardonova G.V., **Nanotarkibli pigmentlar asosidagi qoplamalarning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish** // Центральноазиатский журнал междисциплинарных исследований и исследований в области управления. — 2025.
3. Ashby M. F. **Materials and Sustainable Development**. Butterworth-Heinemann, 2015.
4. Callister W. D., Rethwisch D. G. **Materials Science and Engineering: An Introduction**. Wiley, 2020.

2-METILTIOBENZOKSAZOL-1,3 BILAN KOMPLEKS BIRIKMALARNING TERMIK TAHLILI

S.A.Sadullayeva, M.B.Djemuratov, Sh.A.Kadirova

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti Umumiy va noorganik kimyo kafedrası

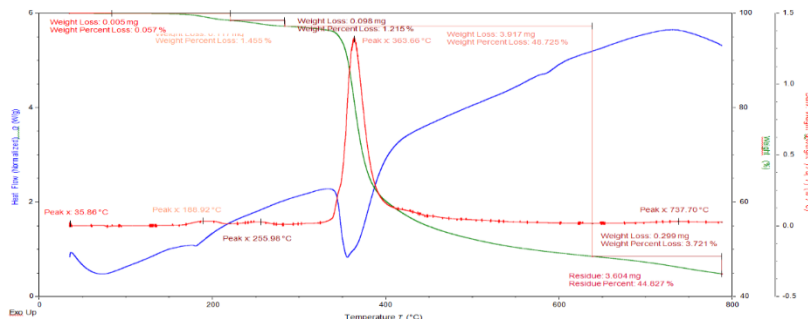
e-mail: ashurovabbos4@gmail.com. +998946792004

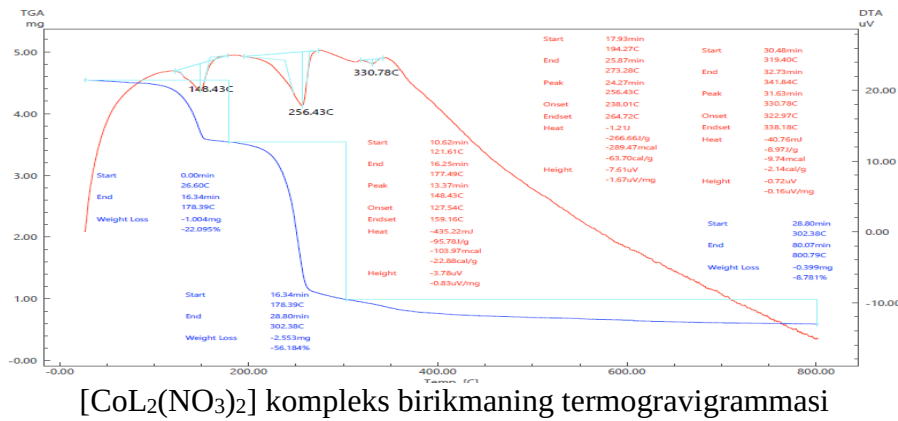
Abstract. Using thermal analysis, it was established that our complexes are thermally stable compared to the metal-ligand, and the complex does not contain a crystallization water molecule. Thermal studies of the complexes were conducted on the Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG (Germany), a K-type thermocouple (Low RG Silver), and an aluminum crucible. All measurements were carried out in an inert nitrogen atmosphere at a nitrogen flow rate of 50 ml/min.

Keywords: Cu (II) nitrate and Co (II) nitrate salts, ligand, 2-methylthiobenzoxazole, thermal analysis.

Komplekslarning derivatogrammalarini tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, barcha birikmalar uchun molekulaning organik qismining harorat oralig'ida termik parchalanishi 148 °C dan boshlanadi va 800 °C da tugaydi. DTGA egri chiziqlarida bu jarayon bir qancha endo- va ekzo-effektlar ayrim kimyoviy bog'lanishlarning uzilishi va yangilarining paydo bo'lishi bilan belgilanadi. Metall nitrat tuzlari komplekslarining termogravigrammalarida 148-256 °C oralig'ida kompleksning umumiy massasida organik radikalni 20% yo'qotish bilan ligand molekulasidan chiqarib tashlash bilan bog'liq. Endotermik effektga ega bo'lgan quyidagi egri chiziqlar 330 °C haroratda benzoksazol halqasining parchalanishida massa yo'qolishi tufayli yuzaga keladi.

[Cu₂(NO₃)₂] kompleksining termik analiz tadqiqotlari 10 dan 800°C gacha bo'lgan harorat oralig'ida o'tkazildi. 289,4 °C da DSC cho'qqisi kompleks molekulasidan to'rtta ligand molekulalarini chiqib ketishiga to'g'ri keladi. Bu jarayonning entalpiyasi mos ravishda -266,66 J/g ga teng. 1-rasm

[Cu₂(NO₃)₂] kompleks birikmaning termogravigrammasi



[CoL₂(NO₃)₂] kompleks birikmaning termogravigrammasi

1-jadval Sintez qilingan birikmalarning termik analizi natijalari

Birikma	Temperaturaning termoeffekt holatlari °C	Ta'sirning tabiati	Massani ortishi %		Termoliz mahsulotlarining tarkibi
			Topilgan	Hisoblangan	
[CoL ₂ (NO ₃) ₂]	218	Ekzo	76,85	75,77	CoO 24,2%
[CuL ₂ (NO ₃) ₂]	100-150	Endo	10	11,4	CuO 8,5%
	150-550	Ekzo	82	80	

Termik tahlil natijalarini umumlashtirish shuni koʻrsatadiki, bu komplekslarning termik parchalanishi bir vaqtning oʻzida molekulaning organik qismining yonishi, parchalanish mahsulotlarining oksidlanishi va tuzning parchalanishi bilan metall oksidlarining hosil boʻlishi bosqichma-bosqich davom etadi.

Element, termik va spektral tahlillar natijalariga koʻra sintez qilingan kompleks birikmalar ligandga qaraganda termik jihatdan barqaror ekanligi aniqlandi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1.Топор Н. Д., Огородова Л. П., Мельчакова Л. В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. – МГУ, 1987

2.Кукушкин Ю. Н. и др. Термолиз координационных соединений. – Фан, 1986.

3.Razzoqova S. et al. Crystallization, structural study and analysis of intermolecular interactions of a 2-aminobenzoxazole–fumaric acid molecular salt //Acta Crystallographica Section E: Crystallographic Communications. – 2022. – T. 78. – №. 12. – C. 1277-1283.

ORGANIK ASOSLI XONA HARORATIDA FOSFORESSENSIYALANUVCHI VA ANTIBAKTERIAL MATERIALAR: ZAMONAVIY HOLATI VA ISTIQBOLLARI

S.Q.Roʻziyev S.Q, K.G.Muhamedov, E.A.Egamberdiyev

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Oʻzbekiston
suxrobjonroziyev@gmail.com

Abstract: This paper reviews modern methods and mechanisms for integrating room-temperature phosphorescent (RTP) organic materials with antibacterial properties. It analyzes the role and promising functional capabilities of metal-free organic luminophores in biomedicine, particularly in combating drug-resistant pathogens.

Keywords: Room-temperature phosphorescence (RTP), organic composites, antibacterial activity, singlet-triplet transition, biomedical materials.

So'nggi o'n yillikda yorug'lik chiqaruvchi materiallar sohasida og'ir metallarsiz, sof organik asosga ega bo'lgan xona haroratida fosforessensiyanuvchi (Room-Temperature Phosphorescence –

RTP) moddalarga bo'lgan qiziqish keskin ortdi. An'anaviy noorganik va metall-organik komplekslardan farqli o'laroq, organik RTP materiallar arzonligi, ekologik xavfsizligi, strukturaviy modifikatsiya qilishning osonligi va yuqori biokompatibilligi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, butun jahon sog'liqni saqlash tizimi oldidagi eng katta xavflardan biri bu – antibiotiklarga chidamli bakteriyalar shtammlarining ko'payishidir. Shu sababli, o'zida ham yorug'lik tarqatuvchi (optik sensor yoki bio-vizualizatsiya uchun), ham antibakterial xususiyatni jamlagan multifunksional organik materiallarni yaratish zamonaviy kimyoning eng dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi.

Sof organik moddalarda fosforessensiya hodisasini kuzatish odatda qiyin, chunki singlet holatdan triplet holatga o'tish (intersystem crossing – ISC) jarayoni juda past samaradorlikka ega. Bunga sabab, organik molekulalarda spin-orbital o'zaro ta'sirning zaifligi hamda atrof-muhitdagi issiqlik tebranishlari va kislorod ta'sirida triplet eksitonlarning tez so'nishidir.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, bu muammoni hal qilish uchun olimlar turli yondashuvlarni ishlab chiqishgan. (Zhao va boshq., 2020) tadqiqotlarida molekulyar dizayn orqali strukturaga karbonil, tiokarbonil guruhlar yoki galogenlar (ayniqsa brom va yod) kiritish orqali og'ir atom effektini hosil qilish usuli keng qo'llanilishi ko'rsatilgan. Bu ISC tezligini oshirib, fosforessensiya samaradorligini sezilarli darajada ko'taradi.

Ikkinchi muhim qadam – hosil bo'lgan triplet eksitonlarni himoya qilishdir. (Ma va boshq., 2019) o'z maqolalarida polimer matritsalariga (masalan, polivinil spirti - PVA yoki poliakrilamid) lyuminoforlarni kiritish yoki molekulalararo vodorod bog'lari, dipol-dipol ta'sirlar orqali kristall panjarani qat'iyashtirish (rigidification) orqali nurlanishsiz so'nish jarayonlarini kamaytirish mumkinligini isbotlaganlar. Antibakterial funksionallashtirish mexanizmlari. Organik RTP materiallarga antibakterial xususiyatni singdirish asosan ikki xil yondashuv orqali amalga oshirilmoqda:

1. Biotoksik guruhlarini biriktirish: Fosforessensiyalanuvchi asosga to'rtlamchi ammoniy tuzlari, piridiniy yoki boshqa kationik guruhlarini kiritish. Bu guruhlar bakteriyaning manfiy zaryadlangan hujayra membranasi bilan elektrostatik ta'sirlashib, uning butunligini buzadi. (Wang va boshq., 2022) kationik polimerlar asosidagi RTP materiallar *S. aureus* va *E. coli* ga nisbatan yuqori samaradorlik ko'rsatishini qayd etgan. 2. Fotodinamik terapiya (PDT) effekti: Ba'zi o'ziga xos organik RTP materiallar yorug'lik ta'sirida kislorod molekulalariga energiya uzatib, reaktiv kislorod turlarini (Reactive Oxygen Species - ROS), xususan singlet kislorod hosil qilish qobiliyatiga ega. Bu faol kislorod bakteriya hujayrasining oqsillari va DNK sig'a kuchli oksidlovchi ta'sir ko'rsatib, uni nobud qiladi (Li va boshq., 2021).

Asosiy yechimlar va istiqbollari. Organik asosli fosforlanuvchi materiallarning antibakterial vositalar bilan gibridlanishi tibbiyotda mutlaqo yangi avlod – aqlli (smart) qoplamalar va sensorlarni yaratishga yo'l ochadi. Masalan, bunday materiallar jarrohlik asboblari yoki jarohat bog'lamlariga surtilganda, ham bakteriyalar rivojlanishini to'xtatadi, ham ultrabinafsha nur yordamida nurlantirilganda uzoq muddatli yorug'lik tarqatib, vizual nazorat qilish imkonini beradi.

Kelajakdagi tadqiqotlarning asosiy maqsadi – suvli muhitda barqaror ishlaydigan, nurlanish vaqti va samaradorligi yanada yuqori bo'lgan, shuningdek, bakteriyalarga qarshi ta'sir doirasi kengaytirilgan gibrid materiallarni sintez qilish sxemalarini soddalashtirishdan iborat bo'lishi kerak.

Xulosa qilib aytganda, xona haroratida fosforlanuvchi va antibakterial xususiyatga ega organik materiallar yaratish polimerlar kimyosi va biotibbiyot muhandisligining istiqbolli kesishmasidir. Ushbu yo'nalishdagi adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, molekulyar dizayn va kristall muhandisligi orqali turli patogenlarga qarshi faol kurashuvchi va uzoq vaqt yorug'lik tarqatuvchi kompozitlarni olish nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy tibbiyot uchun ham ulkan ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Li Q., Wang Y., Zhao C., et al. Pure organic room-temperature phosphorescence materials for image-guided photodynamic therapy // *Advanced Functional Materials*. 2021. Vol. 31(15). P. 2100453.

2. Ma X., Wang J., Tian H. Assembling-induced emission: an efficient approach for amorphous metal-free organic room-temperature phosphorescence // *Accounts of Chemical Research*. 2019. Vol. 52(3). P. 738-748.
3. Wang T., Liu X., Zhang H. Cationic purely organic room temperature phosphorescence materials for targeted bacterial imaging and antibacterial activity // *Chemical Engineering Journal*. 2022. Vol. 430. P. 132712.
4. Zhao W., He Z., Peng Q. Room temperature phosphorescence from organic aggregates // *Journal of Materials Chemistry C*. 2020. Vol. 8. P. 4956-4965.

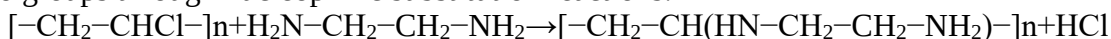
SYNTHESIS AND OPTIMIZATION OF NITROGEN- AND HYDROXYL-FUNCTIONALIZED ION-EXCHANGE MATERIALS BASED ON POLYVINYL CHLORIDE

A.X. Bekimmetova, M.Y. Nurimbetova, N.M. Qutlimuratov

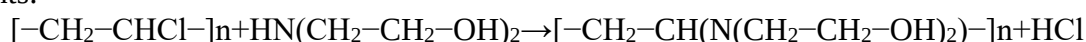
Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Abstract. This study investigates the synthesis, optimization, and characterization of nitrogen- and hydroxyl-functionalized ion-exchange materials based on polyvinyl chloride (PVC). Chemical modification of PVC was carried out through amination and hydroxylation reactions in order to introduce functional groups responsible for ion-exchange and sorption properties. The synthesized materials were characterized by FTIR spectroscopy, ion-exchange capacity analysis, and sorption studies toward heavy metal ions. The obtained results demonstrated that optimization of reaction parameters significantly improves functionalization efficiency, adsorption capacity, and selectivity of the ion exchangers. The developed materials exhibit promising potential for environmental remediation and water purification technologies.

Keywords: PVC, ion exchange materials, amination, hydroxylation, sorption, polymer modification, heavy metal adsorption, environmental remediation. The rapid development of industrial technologies and increasing environmental pollution have intensified the demand for efficient ion-exchange and sorption materials. In particular, contamination of water resources by heavy metal ions has become one of the most serious environmental challenges worldwide. Conventional treatment methods often require expensive materials and complicated operational processes. Therefore, the development of low-cost, chemically stable, and highly efficient ion-exchange materials remains an актуал scientific problem in modern polymer and environmental chemistry. Among various polymeric materials, polyvinyl chloride (PVC) has attracted significant attention due to its availability, high mechanical strength, chemical resistance, and ease of chemical modification. The presence of reactive chlorine atoms in the PVC structure enables nucleophilic substitution reactions, allowing the introduction of functional groups such as amino and hydroxyl groups. Functionalization of PVC with nitrogen- and hydroxyl-containing compounds enhances its hydrophilicity, coordination ability, and ion-exchange properties. In this research, PVC was chemically modified through amination reactions using ethylenediamine (EDA) and diethanolamine (DEA), followed by hydroxylation treatment. The synthesis process was performed in dimethylformamide (DMF) medium under controlled temperature and reaction time conditions. During amination, chlorine atoms in the PVC chain were partially replaced by amino groups through nucleophilic substitution reactions:



Subsequently, hydroxyl-functionalized structures were formed using diethanolamine-containing reagents:



The obtained polymeric materials were analyzed using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), which confirmed the successful introduction of amino and hydroxyl functional groups. Broad absorption bands observed in the region of 3200–3500 cm⁻¹ corresponded to hydroxyl groups, while peaks at 1550–1650 cm⁻¹ indicated the presence of amino functionalities.

Optimization studies demonstrated that reaction temperature, reaction time, and reagent concentration significantly influence the functionalization degree and sorption performance of the synthesized ion exchangers. Increasing temperature accelerated the substitution reaction; however, temperatures above 80 °C resulted in partial degradation of the polymer matrix. The optimal synthesis conditions were determined as 70–80 °C with a reaction duration of 6–8 hours under moderate reagent concentrations. The ion-exchange capacity of the synthesized materials was found to range between 3.0 and 4.2 mg-eq/g, which is comparable to commercial ion-exchange resins. Sorption experiments showed high affinity toward Cu²⁺ ions and moderate adsorption capacity toward Zn²⁺ ions. Such behavior can be explained by coordination interactions between heavy metal ions and nitrogen/hydroxyl functional groups incorporated into the polymer structure. The obtained results indicate that combined amination and hydroxylation create synergistic effects that improve both adsorption selectivity and ion-exchange capacity. Compared with conventional ion-exchange resins, the synthesized PVC-based materials possess several advantages, including low production cost, tunable chemical structure, and relatively simple synthesis methodology. These characteristics make them promising candidates for wastewater treatment, environmental remediation, and industrial separation technologies. In conclusion, nitrogen- and hydroxyl-functionalized ion-exchange materials based on PVC were successfully synthesized and optimized. The developed materials exhibited enhanced ion-exchange and sorption properties due to the incorporation of functional amino and hydroxyl groups. Optimization of synthesis parameters played a crucial role in improving adsorption efficiency and structural stability. The synthesized ion exchangers demonstrate promising potential for practical applications in water purification and environmental protection technologies.

References

1. Parvazinia M., Garcia S., Maroto-Valer M.M. CO₂ capture by amine-functionalized ion exchange resins // Chemical Engineering Journal. – 2018.
2. Ezzeldin H., Apblett A., Foutch G. Synthesis of anion exchangers from chloromethyl polymers // International Journal of Polymer Science. – 2010.
3. Laufer W., Hoelderich W.F. Hydroxylation reactions over ion-exchange resins // Chemical Communications. – 2002.

PVX ASOSIDA AZOT VA GIDROKSIL GURUHLAR TUTGAN IONITLARNING SORBSION XOSSALARINI O'RGANISH

A.X. Bekimmetova, M.Y. Nurimbetova, N.M. Qutlimuratov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Atrof-muhit muhofazasi va suv resurslarini tozalash masalalari bugungi kunda dolzarb ilmiy-amaliy muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, sanoat oqava suvlarida uchraydigan og'ir metall ionlari (Cu²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺ va boshqalar) tirik organizmlar uchun xavf tug'diradi. Shu sababli, ularni samarali ajratib olish imkonini beruvchi yangi turdagi sorbent materiallarni yaratish muhim ahamiyat kasb etadi.

So'nggi yillarda polimer asosidagi ionitlar, xususan PVX asosida olingan modifikatsiyalangan sorbentlar keng o'rganilmoqda. PVX ning mexanik mustahkamligi, kimyoviy barqarorligi va modifikatsiyaga moyilligi uni funksional guruhlar bilan boyitish orqali yuqori samarali ionitlar olish imkonini beradi. Azot va gidroksil guruhlar esa metall ionlari bilan kompleks hosil qilish xususiyatiga ega bo'lib, sorbsiya jarayonini kuchaytiradi.

Tadqiqot obyekti va usullari: Tadqiqot obyekti sifatida PVX matritsasiga amin va gidroksil guruhlar kiritish orqali olingan ionitlar tanlandi. Sorbsiya tajribalari laboratoriya sharoitida turli parametrlar (pH, kontakt vaqti, boshlang'ich konsentratsiya) ta'sirida olib borildi.

Sorbsiya sig'imi quyidagi ifoda orqali hisoblandi:

$$q = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{m}$$

bu yerda, q — sorbentning yutilish sig'imi, C_0 va C_e — eritmadagi ionlarning boshlang'ich va muvozanat konsentratsiyalari, V — eritma hajmi, m — sorbent massasi.

Kinetik tahlil uchun psevdobirinchi va psevdodikkinchi tartibli modellardan foydalanildi, muvozanat holati esa Langmyur va Freyndlix izotermalari asosida baholandi.

Natijalar va muhokama: O'tkazilgan tajribalar natijasida aniqlanishicha, PVX asosidagi ionitlarga kiritilgan amin va gidroksil guruhlar sorbsiya jarayonida faol markazlar sifatida ishtirok etadi. Ushbu guruhlar metall ionlari bilan koordinatsion bog'lar hosil qilib, ularning sorbent yuzasiga mustahkam birikishini ta'minlaydi.

Sorbsiya jarayonining kinetikasi tahlili shuni ko'rsatdiki, tizim ko'proq psevdodikkinchi tartibli modelga mos keladi, bu esa jarayon kimyoviy sorbsiya mexanizmi bilan bog'liqligini bildiradi. Izotermalar tahlili natijalari esa Langmyur modeli ustunligini ko'rsatdi, ya'ni sorbsiya asosan monoqavatli xarakterga ega.

Shuningdek, muhitning pH qiymati oshishi bilan sorbsiya darajasi ortishi kuzatildi, bu esa funksional guruhlarining ionlanish darajasi bilan izohlanadi.

PVX asosida azot va gidroksil guruhlar bilan modifikatsiyalangan ionitlar yuqori sorbsiya xususiyatlariga ega ekanligi aniqlandi. Ular og'ir metall ionlarini samarali ajratib olish imkonini beradi va ekologik muammolarni hal qilishda istiqbolli material sifatida qaraladi. Tadqiqot natijalari ushbu turdagi ionitlarni amaliyotga joriy etish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Radzaminska-Lenarcik E., Witt K. Sorption of Cu(II), Zn(II) and Pb(II) ions on PVC-based composites // *Polymers*. – 2019. – Vol. 11, №3. – P. 513.
2. Mbarki F., Ammari F., Meganem F. Functional groups grafted on poly(vinyl chloride) and their application in metal ion adsorption // *Polimery*. – 2017. – Vol. 62, №2. – P. 107–115.
3. Kiefer R., Höll W.H. Sorption of heavy metals onto ion-exchange resins with aminophosphonate groups // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. – 2001. – Vol. 40. – P. 4570–4576.
4. Jafarli M., Abbasov A. Ion-exchange properties of ionites with various functional groups // *Journal of the Turkish Chemical Society*. – 2017. – Vol. 4, №1. – P. 449–462.

TARKIBIDA AZOT SAQLAGAN IONITLARGA CU(II) CR(VI) VA MN(VII) IONLARINING SORBSIYASINI ERITMA MUHITIGA BOG'LIQLIGINI O'RGANISH A.X. Bekimmetova, M.Y. Nurimbetova, N.M. Qutlimuratov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Abstract This study systematically evaluates how aqueous media parameters control the sorption of Cu(II), Cr(VI), and Mn(VII) ions on nitrogen-containing ion exchangers, with emphasis on pH, ionic strength, and background electrolyte identity. The aim was to elucidate selective uptake mechanisms and to substantiate operational windows for practical separation and water treatment. The methodology combined batch and fixed-bed experiments, pH titration of the sorbents, equilibrium distribution isotherms, and kinetic fitting to representative models. The degree of protonation of nitrogen-bearing functional groups and the resulting surface charge variation were identified as the primary governing factors. The main novelty is a quantitative demonstration that pH affects cation and oxoanion uptake in opposite directions: Cu(II) removal is enhanced by specific complexation with nitrogen donor sites at moderately acidic to neutral pH, whereas Cr(VI) and Mn(VII) uptake is promoted under acidic conditions due to anion-exchange and electrostatic attraction. The outcomes support rational design of selective recovery and multicomponent wastewater purification processes.

Keywords: nitrogen-containing ion exchangers; sorption; solution pH; copper(II); chromium(VI); permanganate; selective separation

Og'ir metall kationlari va kuchli oksidlovchi oksianionlar bilan ifloslangan oqava suvlar ekologik va texnologik jihatdan eng murakkab muammolardan biri bo'lib qolmoqda, chunki ular ko'pincha bir vaqtning o'zida turli valent holatlar, gidroliz va komplekslanish muvozanatlari hamda

raqobatdosh ionlar ishtirokida mavjud bo'ladi. Cu(II) ko'plab galvanik va metallurgiya oqimlarida uchrasa, Cr(VI) yuqori toksikligi va migratsion qobiliyati sababli alohida xavf tug'diradi; Mn(VII) esa permanganat shaklida oksidlovchi reagent sifatida qo'llanilganda yoki laboratoriya-texnologik oqimlarda paydo bo'lishi mumkin. Bunday tizimlarda sorbsiya jarayonini boshqaruvchi omillar ichida eritma muhitining pH qiymati markaziy o'rinni egallaydi, chunki u bir tomondan ionit funksional guruhlarining protonlanish darajasini, ikkinchi tomondan esa sorblanuvchi zarrachalarning shakllanishini, gidratlanishini va elektrostatik o'zaro ta'sirlarini belgilaydi. Klassik kislotali guruhlariga ega kationit va anionitlardan farqli ravishda, tarkibida azot saqlagan ionitlar elektron donor markazlarga egaligi tufayli Cu(II) kabi d-metall kationlari bilan koordinatsion bog'lanishlar hosil qila oladi; shu bilan birga, azotli guruhlar protonlanganda anion almashinish xususiyatlarini kuchaytirishi mumkin. Shu jihat azotli ionitlarni bir vaqtning o'zida kation va oksianionlarni selektiv ushlash uchun istiqbolli materiallar qatoriga kiritadi, ammo selektivlikning pH bo'yicha "qarama-qarshi" tendensiyalari amaliy jarayonlarda optimallashtirishni murakkablashtiradi. Zamonaviy adabiyotlarda Cu(II) ning aminoguruhlariga ega sorbentlarda komplekslanishi yaxshi yoritilgan, Cr(VI) ning esa protonlangan markazlar orqali anion almashinish bilan chiqarib olinishi ko'p misollarda ko'rsatiladi, biroq Cr(VI) va Mn(VII) kabi oksianionlarning raqobati hamda fon elektrolitlar sharoitida selektiv sorbsiya muvozanatlarini bir tizim doirasida solishtirma tahlil qilish kamroq uchraydi [1; 2]. Bundan tashqari, ko'plab ishlar faqat statik sharoit bilan cheklanib, dinamik kolonka rejimida pH frontlari va massoalmashinuv zonalarining siljishini yetarli darajada ochib bermaydi [3]. Mintaqaviy amaliyotda oqava suvlarni tozalash uchun ionitlardan foydalanish bo'yicha tadqiqotlar mavjud bo'lsa-da, azot saqlagan ionitlarning aynan Cu(II), Cr(VI) va Mn(VII) bilan ko'pkomponentli muhitda o'zini tutishi bo'yicha tizimli metodologik yondashuv va muhandislikka yo'naltirilgan pH-optimallashtirish mezonlari dolzarbligicha qolmoqda [4]. Shu munosabat bilan ushbu ishning maqsadi tarkibida azot saqlagan ionitlarda Cu(II), Cr(VI) va Mn(VII) ionlarining sorbsiyasi eritma muhitiga bog'liqligini pH, ion kuchi va fon elektrolit tabiatini hisobga olgan holda chuqur o'rganish, sorbsiya mexanizmlarini ajratish va selektiv ajratish uchun tavsiya etiladigan ish rejimlarini asoslashdan iborat. Tadqiqot vazifalari sifatida ionitning kislota-asos xususiyatlarini pH bo'yicha aniqlash, sorbsiya izotermalari va kinetikasini turli pH da baholash, raqobatdosh ionlar ta'sirini tahlil qilish hamda statik va dinamik natijalar o'rtasidagi moslikni ko'rsatish belgilandi. Ishning ilmiy yangiligi azotli ionitlarda Cu(II) komplekslanishi va Cr(VI), Mn(VII) anionlarining almashinish mexanizmlari pH ga nisbatan qarama-qarshi kuchayishini bir xil metodik platformada miqdoriy solishtirish va bu asosda ko'pkomponentli tizimlar uchun pH-deraza konsepsiyasini taklif etish bilan izohlanadi. Amaliy ahamiyat esa oqava suvlarni selektiv tozalash, metall ionlarini qayta tiklash va reagent sarfini kamaytiruvchi texnologik sxemalarni loyihalash imkoniyatida namoyon bo'ladi.

Materiallar va usullar. Tadqiqot ob'ekti sifatida aminoguruhlari bilan funktsionallashtirilgan, makrog'ovakli tuzilishga ega azot saqlagan ionit tanlandi; u amaliyotda sorbsiya va anion almashinish rejimlarida qo'llanishi mumkin bo'lgan polimer matritsaga asoslangan material sifatida qaraldi. Ionit tajribadan oldin standart tayyorlashdan o'tkazildi: ketma-ket kislota va ishqor bilan yuvish, distillangan suvda neytral pH ga kelguncha chayish va so'ng doimiy massagacha quritish. Eritmalar Cu(II) uchun sulfat yoki nitrat tuzlaridan, Cr(VI) uchun kaliy dixromat manbaidan, Mn(VII) uchun kaliy permanganatdan tayyorlandi; pH qiymati HCl va NaOH bilan sozlandi, ion kuchi esa NaCl yoki NaNO₃ fon elektrolitlari orqali 0,01 dan 0,5 mol/l gacha oralig'ida boshqarildi. Statik sorbsiya tajribalari ma'lum massa ionitni aniq konsentratsiyadagi eritmalar bilan termostatlangan sharoitda aralashtirish orqali olib borildi; muvozanatga kelish vaqti kinetik sinovlar asosida tanlandi. Dinamik tajribalar shisha kolonkada doimiy oqim tezligida o'tkazilib, chiqishdagi konsentratsiya bo'yicha sinish egri chiziqlari olindi; kolonka bo'ylab pH o'zgarishini baholash uchun fraksiyalar pH metriyada o'lchandi. Konsentratsiyalar Cu(II) uchun atom-absorbsiya yoki fotometrik usulda, Cr(VI) uchun 1,5-difenilkarbazid bilan

spektrofotometriyada, Mn(VII) uchun esa o'zining xos yutilish maksimumi bo'yicha UV-Vis spektrofotometriyada aniqlashtirildi. Ionitning kislota-asos xususiyatlari pH bo'yicha titrlash va zaryad muvozanati yondashuvi bilan baholandi; protonlanish darajasi pH ga bog'liq funksional bog'lanish markazlari ulushi sifatida talqin qilindi [5]. Muvozanat ma'lumotlari Langmyur va Freyndlix izotermalari bilan, kinetik ma'lumotlar esa psevd-ikkinchi tartibli model hamda ichki diffuziya cheklanishi ehtimolini tekshiruvchi Weber–Morris yondashuvi bilan moslashtirildi; parametrlar nolinch bo'lmagan qoldiq dispersiyasini minimallashtirish orqali topildi. Metodologik tanlovning ilmiy asosi shundan iboratki, pH ga bog'liq sorbsiya mexanizmlarini ajratishda bir vaqtning o'zida ionit protonlanishi, muvozanat sig'imi va massoalmashinuv tezligini ko'rish zarur, buni faqat statik va dinamik sinovlarning kombinatsiyasi hamda izoterma-kinetika modellashirish birgalikda ta'minlaydi [6].

Ionitning pH bo'yicha titrlash natijalari 3 dan 10 gacha pH oralig'ida protonlanish darajasi keskin o'zgarishini ko'rsatdi: past pH da aminoguruhlar asosan protonlangan holatda bo'lib, ionitning musbat zaryad zichligi yuqori, neytral va ishqoriy tomonga o'tganda esa proton ajralishi tufayli zaryad kamayadi va donor azot markazlari koordinatsion bog'lanishga ko'proq tayyor holatga o'tadi. Statik sorbsiya tajribalarida Cu(II) uchun sig'im pH 2–3 da past bo'lib, pH 4–6 oralig'ida sezilarli oshdi; pH 6 dan yuqorida esa tizimning gidrolizlanishi va Cu(OH)₂ hosil bo'lish ehtimoli ortishi sababli aniq sorbsiya va cho'kma hosil bo'lish jarayonlari chegaralashdi. Cr(VI) uchun esa aksincha tendensiya qayd etildi: pH 2–3 da maksimal yutilish kuzatilib, pH oshgani sari sig'im pasaydi; pH 6–8 oralig'ida sorbsiya ancha sustlashdi. Mn(VII) (permanganat) uchun ham kislotali sharoitda yuqori yutilish, neytral sharoitda esa pasayish qayd etildi, biroq Cr(VI) ga nisbatan ion kuchi ta'siriga sezgirlik kattaroq bo'ldi. Fon elektrolit konsentratsiyasini oshirish Cr(VI) va Mn(VII) sorbsiyasini sezilarli darajada kamaytirdi, ayniqsa xlorid fonida pasayish nitrat foniga nisbatan kuchliroq namoyon bo'ldi; Cu(II) sorbsiyasida esa ion kuchi oshishi mo'tadil pasayish keltirib chiqardi. Raqobatdosh tizimlarda Cu(II) va oksianionlar bir eritmada bo'lganda pH 2–3 da oksianionlar ustun yutilib, Cu(II) asosan eritmada qolishi kuzatildi; pH 4–5 ga ko'tarilganda esa Cu(II) yutilishi ortib, Cr(VI) va Mn(VII) yutilishi kamaydi. Izoterma moslashtirish Cu(II) uchun Langmyur tipidagi chegaraviy sig'imning aniq ifodalanishini, Cr(VI) va Mn(VII) uchun esa past pH da Langmyurga yaqin, yuqori pH da esa Freyndlix tipidagi no'xatarsimon geterogenlik belgilarini ko'rsatdi. Kinetik tahlilda Cu(II) uchun dastlabki tez yutilish bosqichi va keyinchalik sekinlashuvchi bosqich ajratildi; psevd-ikkinchi tartibli model mosligi yuqori bo'lib, bu jarayonda kimyoviy o'zaro ta'sir ulushi muhimligini ko'rsatdi. Cr(VI) va Mn(VII) uchun dastlabki bosqich ham tez kechdi, ammo ion kuchi oshganda ichki diffuziya cheklanishiga xos chiziqlik intervali qisqardi. Dinamik kolonkada pH 2,5 atrofida Cr(VI) va Mn(VII) uchun sinish vaqti uzayib, massoalmashinuv zonasi cho'zildi; pH 4,5 atrofida esa Cu(II) uchun sinish vaqti uzayib, kolonka resursi ortdi. Ko'pkomponentli oqimda pH fronti kuzatildi: kirishdagi pH barqaror bo'lsa ham, ionit qatlamining yuqori qismida protonlanish-neytrallanish jarayonlari tufayli lokal pH siljishi vujudga kelib, selektiv yutilishning qatlam bo'yicha taqsimlanishiga olib keldi.

Olingan natijalar azot saqlagan ionitlarda sorbsiya mexanizmlarining pH orqali boshqarilishi haqidagi zamonaviy qarashlarni aniqlashtiradi va ayniqsa Cu(II) hamda oksianionlar uchun qarama-qarshi optimallikni miqdoriy ko'rsatadi. Cu(II) ning pH 4–6 oralig'ida kuchayishi aminoguruhlarning qisman deprotonlanishi natijasida erkin elektron juftliklarning koordinatsion bog'lanishga kirishishi bilan izohlanadi; bu holat azot donor markazlarida ichki sfera komplekslari hosil bo'lishi ehtimolini oshiradi va ion kuchi ortganda ham to'liq yo'qolib ketmaydigan "spetsifik" sorbsiya belgisini beradi. Past pH da proton raqobati kuchli bo'lgani uchun Cu(II) bilan bog'lanish markazlari band bo'ladi, natijada sig'im pasayadi; bu holat aminofunksionallashgan sorbentlar uchun xos bo'lgan mexanizm bilan mos keladi [1; 6]. Cr(VI) ning kislotali sharoitda yuqori sorbsiyasi esa protonlangan aminoguruhlar hosil qilgan musbat zaryad markazlari bilan HCrO₄⁻ va qisman Cr₂O₇²⁻ kabi shakllarning elektrostatik tortilishi hamda anion almashinish orqali ushlanishi bilan mos tushadi; pH oshishi bilan CrO₄²⁻ ulushi ortadi va ionit zaryadi

kamayadi, buning natijasida anionning yutilishi keskin susayadi [2]. Mn(VII) uchun kuzatilgan o'xshash, ammo ion kuchiga sezgirroq tendensiya permanganatning nisbatan kattaroq gidratlanish qobig'i va fon anionlar bilan raqobatining kuchliligi bilan talqin qilinadi; xlorid fonida sorbsiya pasayishining kuchliligi ayrim sharoitlarda xloridning ionit markazlarini band qilishi va diffuz qatlamni siqishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Ko'pkomponentli muhitda pH-deraza konsepsiyasi yaqqol namoyon bo'ldi: pH 2–3 da oksianionlar selektiv, pH 4–6 da esa Cu(II) selektiv ushlanadi. Bunday “ketma-ket selektivlik” amaliy jihatdan ikki bosqichli sorbsiya yoki kolonka bo'ylab pH gradienti yaratiladigan texnologiyalarni asoslash imkonini beradi; masalan, birinchi bosqichda kislotali muhitda Cr(VI) va Mn(VII) ni ushlab, ikkinchi bosqichda pH ni ko'tarib Cu(II) ni chiqarib olish mumkin. Dinamik tajribalarda pH frontining paydo bo'lishi shuni ko'rsatadiki, kolonka dizaynida faqat kirish pH emas, balki ionitning tamponlash qobiliyati va qatlam bo'yicha lokal muvozanatlar ham hisobga olinishi kerak; aks holda selektivlik laboratoriya statik sinovlarida baholangan qiymatlardan farq qilishi mumkin [3; 5]. Tadqiqotning cheklovlari sifatida Mn(VII) ning redoks faolligi tufayli ionit matritsasi bilan uzoq kontaktlarda yon reaksiyalar ehtimoli va bu holatning sorbsiya sig'imiga ta'siri alohida chuqurlashtirilmaganini qayd etish lozim; shuningdek, real oqava suvlardagi organik modda va kompleks hosil qiluvchi ligandlar mavjudligi selektivlikni o'zgartirishi mumkin [7]. Kelajakdagi izlanishlar uchun ionitning funksional guruh tarkibini boshqarish, redoks barqarorligini oshirish, shuningdek, aralash qatlamli sorbent tizimlari orqali bir vaqtning o'zida yuqori selektivlik va yuqori gidravlik samaradorlikka erishish yo'nalishlari maqsadga muvofiq.

Azot saqlagan ionitlarda Cu(II), Cr(VI) va Mn(VII) ionlarining sorbsiyasi eritma muhitiga kuchli darajada bog'liq ekani aniqlandi va bu bog'liqlikning markaziy omili sifatida funksional azot guruhlarining protonlanish darajasi hamda sorblanuvchi zarrachalarning pH ga bog'liq shakllanishi ko'rsatildi. Cu(II) uchun pH 4–6 oralig'ida sorbsiya kuchayib, bu koordinatsion komplekslanishning ustunligi bilan izohlanadi; Cr(VI) va Mn(VII) uchun esa kislotali sharoitda yutilish maksimal bo'lib, pH oshishi bilan pasayishi anion almashinish va elektrostatik tortilishning susayishi bilan bog'liq ekani tasdiqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ezzeldin H., Apblett A., Foutch G. Synthesis of anion exchangers from chloromethyl polymers. *International Journal of Polymer Science*, 2010.
2. Mbarki F., Ammari F., Meganem F. Functional groups grafted on poly(vinyl chloride) and their application in metal ion adsorption // *Polimery*. – 2017. – Vol. 62, №2. – P. 107–115.
3. Jafarli M., Abbasov A. Ion-exchange properties of ionites with various functional groups // *Journal of the Turkish Chemical Society*. – 2017. – Vol. 4, №1. – P. 449–462

Na-KMTs ISHTIROKIDA INTERPOLIMER KOMPLEKSLAR HOSIL QILISH, ULARNING XUSUSIYATLARINI O'RGANISH

Turdiyeva Hilola Rauf qizi

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Tabiiy fanlar fakulteti Kimyo yo'nalishi 1-kurs magistranti

Abstract. This thesis discusses the synthesis of new interpolymers based on Na-KMTS (sodium carboxymethylcellulose), the study of their physicochemical properties and the prospects for their use as water-saving agrotechnological agents in agriculture. The swelling kinetics, water retention capacity and biodehydration in soil conditions of the synthesized hydrogels were analyzed.

Keywords: Na-KMTS, interpolymers, hydrogel, synthesis, agrotechnology.

Hozirgi kunda global iqlim o'zgarishi, suv resurslarining kamayishi va aholi sonining ortib borishi qishloq xo'jaligida suvdan samarali foydalanish masalasini yanada dolzarb qilib qo'ymoqda. Shu sababli tuzatuvchi namlikni uzoq muddat saqlovchi yangi avlod polimer materiallarini yaratish muhim ilmiy-amaliy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni

ko'rsatadiki, tabiiy polimerlar asosida olingan materiallar ekologik xavfsizligi va biologik parchalanish xususiyatlari tufayli alohida ahamiyat kasb etadi. Xususan, natriy-karboksimetiltellyuloza (Na-KMTs) asosidagi interpolimer komplekslar yuqori gidrofillik, sorbsiya qobiliyati hamda ekologik mosligi bilan ajralib turadi [1,2].

Na-KMTs suvda yaxshi eruvchan, yuqori kimyoviy faollikka ega bo'lgan selluloza hosilasi hisoblanadi. Uning makromolekulasi tarkibida karboksil va gidroksil guruhlar mavjud bo'lib, ular boshqa polimerlar bilan molekulalararo o'zaro ta'sirga kirishish imkonini beradi. Adabiyotlarda qayd etilishicha, Na-KMTs turli sintetik va tabiiy polimerlar bilan interpolimer komplekslar hosil qilishi mumkin [3]. Bunday tizimlar hosil bo'lishida vodorod bog'lari, ion bog'lari, dipol-dipol o'zaro ta'sirlari hamda elektrostatik kuchlar muhim rol o'ynaydi [5].

Ko'plab tadqiqotlarda Na-KMTs poliakril kislota, poliakrilamid, polivinil spirti, kraxmal hosilalari hamda boshqa gidrofil polimerlar bilan kompleks hosil qilishi o'rganilgan. Bunday interpolimer tizimlar yuqori suv yutish xususiyatiga ega bo'lib, superabsorbent materiallar sifatida qo'llanishi mumkin [4,8]. Ayrim tadqiqotlarda Na-KMTs asosidagi gidrogel materiallar o'z massasiga nisbatan yuzlab martagacha suvni yuta olishi ko'rsatilgan [2].

Interpolimer komplekslarning hosil bo'lish mexanizmi ko'plab omillarga bog'liq. Jumladan, eritma muhiti pH qiymati, ion kuchi, harorat, polimerlar konsentratsiyasi hamda ularning o'zaro nisbatlari kompleks hosil bo'lish jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatadi [6]. Masalan, kislotali muhitda vodorod bog'lari kuchayishi hisobiga kompleks hosil bo'lish darajasi ortadi. Ishqoriy muhitda esa ionlashish darajasi ortib, zanjirlararo itarilish kuchlari kuchayadi va kompleks strukturasiga ta'sir qiladi [3].

Na-KMTs asosidagi interpolimer komplekslarning fizik-kimyoviy xossalari keng o'rganilgan. Ularning shishish darajasi, gel fraksiyasi, mexanik mustahkamligi, termik barqarorligi va suvni ushlab turish qobiliyati asosiy ko'rsatkichlar hisoblanadi [2,6]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bunday materiallarning shishish darajasi tashqi muhit sharoitlariga bog'liq holda sezilarli o'zgaradi. Masalan, tuzli eritmalarda shishish darajasi kamayadi, chunki ion kuchi oshishi natijasida polimer zanjirlararo elektrostatik itarilish kamayadi [8].

Qishloq xo'jaligida qo'llash nuqtai nazaridan Na-KMTs asosidagi interpolimer komplekslar suvni tejovchi gidrogel materiallar sifatida istiqbolli hisoblanadi. Ular tuproqqa kiritilganda namlikni o'zida yig'ib, asta-sekin o'simlik ildiz zonasiga uzatadi. Natijada sug'orish oraliq'i uzayadi va suv sarfi kamayadi [7]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, gidrogel qo'llanilgan tuproqlarda namlik saqlanish muddati sezilarli darajada ortadi hamda o'simliklarning o'sishi yaxshilanadi [4].

Bundan tashqari, Na-KMTs asosidagi interpolimer komplekslar o'g'itlarni nazoratli ajratib beruvchi tashuvchi material sifatida ham qo'llanilishi mumkin. Bunday materiallar tuproqqa kiritilganda oziqa elementlari asta-sekin ajralib chiqadi va o'simlik tomonidan samarali o'zlashtiriladi [4]. Bu esa o'g'it sarfini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni oshirish imkonini beradi.

Ekologik nuqtai nazardan ham Na-KMTs asosidagi materiallar muhim ahamiyatga ega. Chunki ular tabiiy polimer asosida yaratilgani sababli tuproqda parchalanadi va atrof-muhitga zarar yetkazmaydi [1]. Bu esa sintetik superabsorbent materiallarga nisbatan ustunlik hisoblanadi.

Kelgusida ushbu yo'nalishda olib boriladigan tadqiqotlar Na-KMTs asosidagi interpolimer komplekslarning tarkibini optimallashtirish, ularning fizik-kimyoviy xossalarini boshqarish hamda turli tuproq-iqlim sharoitlarida qo'llash samaradorligini oshirishga qaratilishi zarur. Ayniqsa, dala sharoitida uzoq muddatli sinovlar o'tkazish muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, adabiyotlar tahlili Na-KMTs asosidagi interpolimer komplekslar qishloq xo'jaligida suv resurslarini tejash, tuproq unumdorligini oshirish hamda o'simlik hosildorligini ko'paytirishda katta istiqbolga ega ekanligini ko'rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- 1.Liu M., Guo T. Preparation and swelling properties of superabsorbent polymer based on cellulose derivatives. *Carbohydrate Polymers*, 2018.
- 2.Rosiak J., Yoshii F. Hydrogels and their medical applications. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, 2017.
- 3.Ahmed E. M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. *Journal of Advanced Research*, 2015.

ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION OF CHITOSAN FROM THE EXOSKELETONS OF APIS MELLIFERA

Berdikulov Bakhtiyor, Ikhtiyarova Gulnora

Tashkent state technical university named after Islam Karimov, Uzbekistan

gmail:baxtiyor9363@gmail.com

Abstract: In this study, an environmentally friendly ultrasound-assisted method was investigated for the extraction of chitosan from the exoskeletons of *Apis mellifera*. This method was applied during the deproteinization stage of chitin and chitosan production from local raw materials. Chitosan with a degree of deacetylation of 85.4% was obtained.

Keywords: Biopolymer, chitosan, ultrasound-assisted extraction, deproteinisation, degree of deacetylation (DDA).

Chitosan is a linear polysaccharide composed of randomly arranged β -(1 $\rightarrow$ 4)-linked D-glucosamine and N-acetyl-D-glucosamine units. It is composed of chitin, the second most abundant biopolymer on Earth following cellulose. The distinctive physicochemical and biological characteristics of this material, including biocompatibility, biodegradability, non-toxicity, and antibacterial efficacy, have resulted in its extensive application in medicine, food preservation, agriculture, wastewater treatment, and the pharmaceutical sector (*Kumar et al., 2020*). Dead honey bees (*Apis mellifera*) constitute an underutilised bio-waste resource abundant in chitinous exoskeletons. Beekeepers regularly extract naturally deceased bees from hives, leading to significant biomass that is generally disposed of. The extraction of high-value biopolymers such as chitosan from this waste stream can enhance circular economy models and diminish the ecological footprint associated with beekeeping practices (*Sharaf et al., 2024*). *Extracting chitin and chitosan using traditional chemical methods required a lot of time and reagents* (Ikhtiyarova et al., 2025).

Materials and methods: Collection of materials and samples: Deceased honey bees (*Apis mellifera*) were gathered from regional apiaries in [Uzbekistan] following occurrences of natural mortality. Only bees that had died lately (≤ 48 hours) were utilised to inhibit microbial breakdown of chitin. All samples were meticulously cleaned with distilled water to eliminate dirt, pollen, and exterior pollutants, followed by oven-drying at 60°C for 24 hours to avert biochemical alterations before analysis. **Deproteinization:** The demineralized samples were then treated with distilled water at a ratio of 1:10 (w/v) and sonicated for 10, 20, 30, and 40 minutes under ultrasonic conditions (20 kHz, 250 W). Ultrasonic treatment enhanced protein removal through cavitation effects that promote the disruption of peptide bonds (Buanasari et al., 2021), resulting in increased chitin purity. The mixture was repeatedly filtered and washed until a neutral pH was achieved. The obtained material was dried as previously described and stored in desiccators. The images below show FTIR images of chitosan obtained by chemical and ultrasonic methods. The FTIR spectrum clearly exhibited the characteristic peaks of the chitosan structure, including: 3280 cm^{-1} , corresponding to OH and NH functional groups, 1560 cm^{-1} , attributed to the Amide II band, 1027 and 1149 cm^{-1} , associated with the polysaccharide backbone structure.

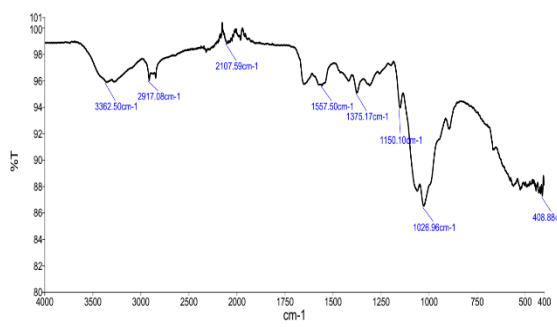


Fig.1. Chemically obtained chitosan

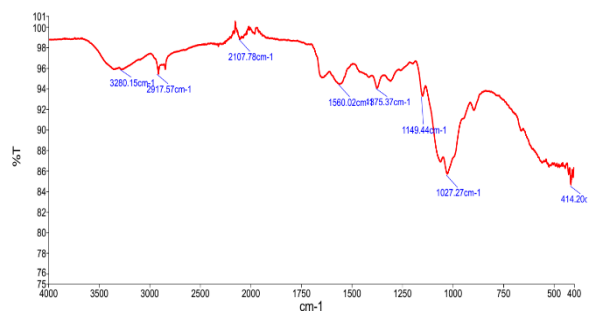


Fig.2. Chitosan obtained by ultrasonication

The obtained chitosan was further characterized by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS) analyses to investigate its surface morphology and elemental composition. SEM analysis revealed the structural features and surface texture of the chitosan, while EDS analysis confirmed the presence and distribution of the main constituent elements.

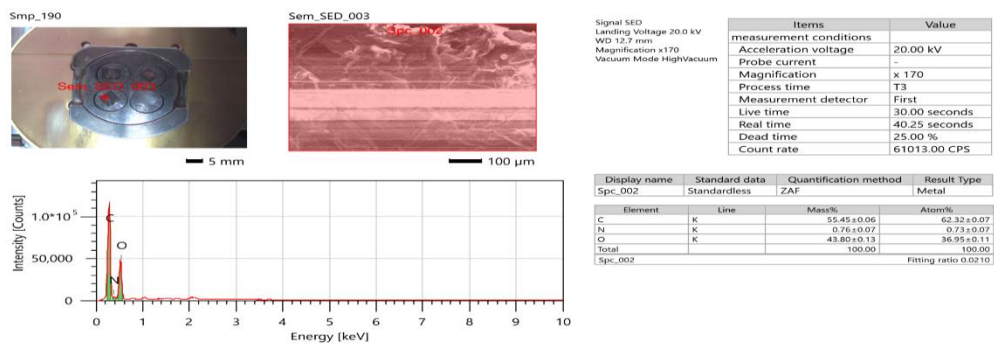


Fig.3. SEM+EDS (elemental composition) analysis

EDS analysis showed that carbon (~55%) and oxygen (~43%) were the predominant elements in the obtained sample, which is consistent with the typical composition of relatively pure chitosan. The nitrogen content was approximately 0.74%, indicating a relatively high degree of deacetylation. In addition, Na, Al, Fe, and Si were detected only in trace amounts (each below 0.6%), confirming the low level of impurities in the prepared chitosan.

This study effectively established that ultrasound-assisted extraction (UAE) is an efficient, sustainable, and high-yield technique for generating chitosan from the exoskeletons of *Apis mellifera*. In comparison to traditional chemical and cryogenic methods, the UAE technique markedly enhanced essential quality parameters, including the degree of deacetylation (reaching 85.4%), particle size homogeneity, and antibacterial efficacy.

References

1.Kumar, M., Vivekanand, V., & Pareek, N. (2020). Insect Chitin and Chitosan: Structure, Properties, Production, and Implementation Prospective. , 51-66.

2.Sharaf et al., (2024). Bee chitosan nanoparticles loaded with apitoxin as a novel approach to eradication of common human bacterial, fungal pathogens and treating cancer. *Frontiers in Microbiology*, 15.

3.Kuchkorova D. U., Ikhtiyarova G. A., Berdikulov B. Sh. Comparative Study on Cryogenic and Conventional Chitosan Production from *Apis Mellifera* Dead Honey Bees: Process Optimization, Characterization and Environmental Impacts. *American Journal of Polymer Science* 2025,

TIOSEMIKARBAZID VA OKSIKARBON KISLOTALARI BILAN 3d-METALLARNING KOMPLEKS BIRIKMALARINI IQ-SPEKTROSKOPIK TAHLIL YORDAMIDA O'RGANISH

M.T. Umirzoqova, N.F. G'ayratova, O.T. Umirzoqova, G.A. Nuraliyeva

O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent sh.

e-mail: oydinoyumirzoqova@gmail.com

Abstract: Complex compounds with Mn (II), Co (II), Ni (II), Zn (II), and Cu (II) salts were synthesized based on thiosemicarbazide and hydroxycarboxylic acids. The formation of coordination bonds from donor atoms in the ligands of the synthesized complex compounds was analyzed based on IR spectrum results. The thiosemicarbazide ligand is coordinated to the central atom by a sulfur atom and the nitrogen atom in the amino group, while the hydroxycarboxylic acids are coordinated by carboxyl (COO^-) and hydroxyl (OH^-) groups.

Keywords: Tiosemmikarbazid, oksikarbon kisloata, metal tuz, kompleks birikma, IQ spektr, assimmetrik, simmetrik.

Tiosemmikarbazidni metallar bilan kompleks birikmalarini tebranish spektrlari (Umirzoqova va boshq.,2022) mualliflar tomonidan o'rganilgan bo'lib, tiosemmikarbazid turli metallar bilan kompleks birikmalarida bidentatdir, bunda u metall kompleksi markaziy atomiga oltingugurt atomi va aminoguruhdagi azot atomi bilan koordinatsiyalanadi (Nuraliyeva va boshq.,2020). Oksikarbon kislotalar markaziy atomga karboksil (COO^-) va gidroksil (OH^-) guruhleri orqali koordinatsiyalanadi. IQ spektrida karboksil (COO^-) va gidroksil (OH^-) guruhlariga tegishli o'ziga xos cho'qqilar, shuningdek, kompleks hosil bo'lishi bilan bog'liq o'zgarishlar kuzatiladi (Nuraliyeva va boshq.,2025). Ushbu funksional guruhlarining tebranish chastotalari IQ spektroskopiya yordamida tahlil qilindi.

3d-metall tuzlarini tiosemmikarbazid va oksikarbon kislotalar bilan sintez qilingan kompleks birikmalarda ligandlar tarkibidagi donor atomlardan koordinatsion bog' hosil bo'lganini aniqlash maqsadida IQ spektr natijalari asosida tahlil qilindi [P.

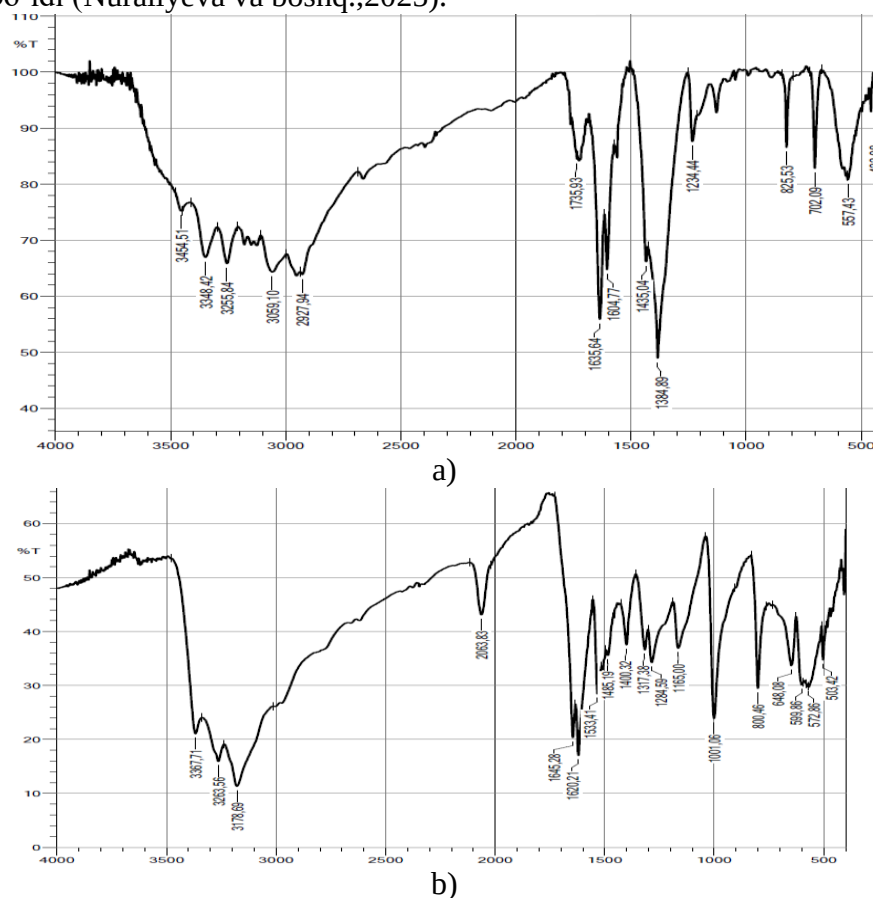
Olingan natijalar tahlili

Tiosemmikarbazid molekulasini amino guruhining assimmetrik va simmetrik valent tebranishlari $3366\text{--}3177\text{ cm}^{-1}$ sohada namoyon bo'ladi. Ko'plab birikmalar spektrlarida NH_2 guruhi bog'larining valent tebranishlari yuqori sohagi siljishi ushbu guruhning azot atomi protonlashda ishtirok etmaydi. Barcha birikmalar spektrlarida NH_2 bog'lari valent tebranishlarini yutilish chiziqlari past sohaga siljiydi. Tiosemmikarbazid ligandining aminoguruhini $\nu(\text{NH}_2)$ valent tebranishining to'liq uzunliklari 3263 cm^{-1} sohada namoyon bo'lib, komplekslarda esa, 3255 va 3178 cm^{-1} quyi sohaga siljigan. Tiosemmikarbazidni kompleks birikmalarining IQ spektrida 1531 , 1483 va 1316 cm^{-1} da yutilish sohalari CN bog'larining valentli tebranishlari bilan tushuntiriladi. C=S bog'larining valentli tebranishlari IQ-spektrlarda katta qiyinchilik tug'diradi. Odatda ushbu bog'ning tebranishlari NH_2 va CN guruhlar tebranishlari bilan qoplangan bo'ladi. --N=C=S guruh azotning ikkita atomi bilan bog'langan birikmalarda kuchli libratsion effekt kuzatilish mumkin va C=S- bog'larining tebranishlari lokallashmagan.

$[\text{Mn}(\text{Tsk})_2][\text{Mn}(\text{Malt})_2]$ va $[\text{Zn}(\text{Tsk})_2][\text{Zn}(\text{Tart})_2]$ kompleks birikmalarda $\nu(\text{OH}^-)$ guruhining valent tebranishiga tegishli yutilish chiziqlari 3454 va 3367 cm^{-1} sohalarga siljiganligi kuzatildi. Bundan tashqari, komplekslarda 1635 va 1645 cm^{-1} da $\nu(\text{COO}^-)$ guruhining assimmetrik cho'zilishiga mos keladigan tebranish chastotalari shu bilan birga, bir vaqtning o'zida 1435 va 1485 cm^{-1} sohalarda $\nu(\text{COO}^-)$ guruhining simmetrik tebranish chastotalari mavjudligini ko'rish mumkin. Assimmetrik va simmetrik valent tebranishlar orasidagi farq $\Delta\nu = \nu_{\text{as}}(\text{COO}^-) - \nu_{\text{s}}(\text{COO}^-)$ taxminan 200 va 160 cm^{-1} ni tashkil etadi. Bu esa karboksil guruhleri metallga monodentat tarzda koordinatsiyalanganligidan dalolat beradi.

Kompleks birikmalarda ligandlarning IQ spektrida uchramagan qisqa soha 702 va 648 cm^{-1} larda yangi tebranish chastotalari kuzatilib, bu $\nu\text{M}\rightarrow\text{S}$ bog'iga, 557 va 572 cm^{-1} sohalarda

$\nu\text{M}\rightarrow\text{N}$ bog'iga, 433 va 503 cm^{-1} sohalarda $\nu\text{M}\rightarrow\text{O}$ valent tebranishlariga tegishli yangi yutilish chiziqlari paydo bo'ldi (Nuraliyeva va boshq.,2025).



1-rasm. a) $[\text{Mn}(\text{Tsk})_2][\text{Mn}(\text{Malt})_2]$ va b) $[\text{Zn}(\text{Tsk})_2][\text{Zn}(\text{Tart})_2]$ larning IQ spektri

1-jadval

Tiosemikarbazid va oksikarbon kislotalar asosidagi kompleks birikmalarning IQ spektrlaridagi asosiy tebranish chastotalari (cm^{-1})

Birikma	νNH_2	$\nu\text{C}=\text{S}$	νOH	$\nu_{\text{as}}\text{COO}^-$	$\nu_{\text{s}}\text{COO}^-$	$\nu\text{M}-\text{S}$	$\nu\text{M}-\text{N}$	$\nu\text{M}-\text{O}$
$[\text{Mn}(\text{Tsk})_2][\text{Mn}(\text{Malt})_2]$	3255	825	3454	1635	1435	702	557	433
$[\text{Zn}(\text{Tsk})_2][\text{Zn}(\text{Tart})_2]$	3178	800	3367	1645	1485	648	572	503

Foydalanilgan adabiyotlar

- 1.Nuralieva G.A., Umirzokova O.T., Alieva M.Z. 3d-metall salitsilatlarini tiosemikarbazid bilan kompleks birikmalarini o'rganish// Zamonaviy kimyoning dolzarb muammolari // Buxoro. 4-5 dekabr. – 2020. – B.357-358.
- 2.Nuraliyeva G.A., Umirzakova O., Torambetov B., Rasulov B, Ashurov J, Kadirova Sh. Synthesis, crystal structure and Hirshfeld analysis of a novel supramolecular compound $[\text{Co}(\text{tsc})_3]_2[\text{Co}(\text{cit})_2](\text{NO}_3)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ // Acta Cryst.– 2025. –E 81. – P. 231-234 (Scopus, Q3).
- 3.Umirzoqova O.T., Alieva M.Z., Jovliev B.E., Nuralieva G.A. Tiosemikarbazid va karbon kislotalarning d-metallari bilan geteroligandli kompleks birikmalarini infraqizil spektroskopiya asosida o'rganish // O'zMU Toshkent, Vestnik. – 2022. –№3. –B.412-414.

MAHALLIY XOMASHYOLARDA QOLIB KETGAN ISHCHI ERITMA 5-NITRO-2-ATSETILAMINOBENZAMIDAZOLLARNI QAYTA ISHLASH

X.Sh. Nabiyeva, F.B. Igitov, S.S. Saidov, A.Sh. Abdurazakov, T.M. Mo'minova,
D.T. Bobodo'stova

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti. Alisher Navoiy ko'chasi. 32-uy
e-mail: nabiyevoxurshida31@gmail.com*

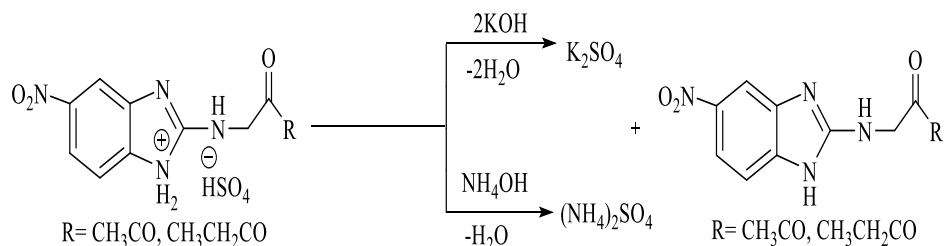
Annotatsiya This study addresses neutralization and characterization of waste synthesis of 5-nitro-2-acetylaminobenzimidazoles. Nitric and sulfuric acids were treated with ammonia and potassium hydroxide to form stable ammonium and potassium salts. Analytical results confirmed highly efficient pH adjustment and nitrogen and potassium contents, meeting regulatory standards and enabling safe reuse or disposal.

Keywords: 5-nitro-2-acetylaminobenzimidazole, Ammonia, Nitric acid, potassium hydroxide, state standard.

Kimyo sanoatida murakkab organik birikmalarni sintez qilish jarayonida hosil bo'ladigan chiqindilarni zararsizlantirish va ularning tarkibini aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Nitrat va sulfat kislotalar ishtirokidagi reaksiyalardan so'ng hosil bo'ladigan aralashmalarni neytrallash hamda ularning mineral tarkibini aniqlash dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Ushbu ilmiy ishda qo'yilgan maqsadlardan biri — mahalliy xomashyodan foydalangan holda qishloq xo'jaligi uchun yuqori pestitsid faollikka ega birikmalarni yuqori unum bilan olish va ularni ishlab chiqarish texnologiyasini amaliyotga tatbiq etishdan iborat. Shu maqsadda atsetamizol antigelmint preparati muz sirka va propion kislotalar ishtirokida atsillash reaksiyalariga kiritildi (Nabiyeva X.Sh. va boshq., 2025). Olingan atsil hosilalarini nitrolash orqali yuqori gerbitsid faollikka ega 5-nitro-2-propionamidobenzimidazol sintez qilindi. Shuningdek, ishchi eritmada nitro mahsulotlarning sulfotuzlari hosil bo'lishi kuzatildi. Keyinchalik ular kaliy va ammoniy gidroksidlari yordamida utilizatsiya qilinib, mineral o'g'itlar uchun xomashyo olindi.

5-nitro-2-atsetilaminobenzimidazolni olishda hosil bo'lgan nitro birikma muzga solinib, cho'kma filtrlandi. Ishchi eritmada qolgan 5-nitro-2-atsetilaminobenzimidazolning sulfotuzini olish jarayonida hosil bo'lgan nitrat va sulfat kislotalar aralashmasi 20% li ammiak eritmasi va kaliy gidroksidi yordamida neytrallandi hamda hosil bo'lgan mahsulot tarkibi mavjud standart usullar asosida tahlil qilindi.



Hosil bo'lgan mineral tuzlar nisbatan barqaror bo'lib, nazorat ostida qayta foydalanilishi yoki xavfsiz utilizatsiya qilinishi mumkin. Jarayon ekzotermik bo'lib, sovuq sharoitda olib boriladi. Ekologik qayta ishlashning texnologik bosqichlarida olingan kaliy va ammoniyli tuzlar tarkibi davlat standarti 30181.3-94 bo'yicha tahlil qilindi va mineral tarkibidagi azot miqdori aniqlandi. Natijada nitrat shaklidagi azot miqdori 23% ekanligi belgilandi. Olingan kaliyli mineral o'g'it tarkibidagi kaliy miqdori davlat standarti 20851.3-93 bo'yicha aniqlanib, uning massa ulushi 37% ekanligi qayd etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Nabiyeva X.Sh. et al. Synthesis of 2-aminobenzimidazole and 5-nitro 2-acetylaminobenzimidazole Sustainable Development and Green Economy Forum Proceedings Journal.-2025 C.169

1H-BENZOTRIAZOL-1-METANOLNING KOBALT (II) XLORID BILAN KOMPLEKS BIRIKMASI SINTEZI VA IQ-SPEKTROSKOPIK TADQIQOTI

Omonqulov J.E., Karimboyev M.F., Tohirova N.O., Aliyeva G.K.

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti

e-mail: alievaguloy@gmail.com

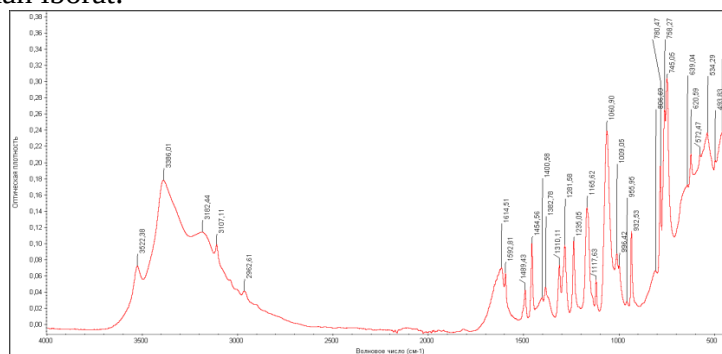
Annotatsiya: Ushbu ishda 1H-benzotriazol-1-metanolning kobalt (II) xlorid bilan yangi kompleks birikmasi sintez qilindi va uning tuzilishi IQ-spektroskopiya usuli yordamida tadqiq etildi. Spekttr tahlil natijalari ligandning metall markazi bilan triazol halqasidagi azot va gidroksil guruhidagi kislorod atomlari orqali bidentat-xelatlovchi usulda bog'lanishini ko'rsatdi. Markaziy atom atrofida ichki sferadagi xlor ionlari ishtirokida barqaror oktaedrik geometrik konfiguratsiya hosil bo'lishi aniqlandi.

Tayanch so'zlar: 1H-benzotriazol-1-metanol, kobalt (II) xlorid, kompleks birikma, IQ-spektroskopiya, bidentat koordinatsiya, oktaedrik konfiguratsiya, metal-ligand bog'i.

Zamonaviy koordinatsion va bionoorganik kimyoning ustuvor vazifalaridan biri – polifunksional xossaga ega bo'lgan yangi kompleks birikmalarini maqsadli sintez qilish hisoblanadi. Ushbu yo'nalishda getrotsiklik birikmalar, xususan, benzotriazol va uning hosilalari o'zining raqobatdosh koordinatsiyalanish imkoniyatlari bilan alohida o'rin tutadi. Benzotriazol hosilalari sanoatda samarali korroziya ingibitorlari, qishloq xo'jaligida kuchli fungitsidlar va tibbiyotda keng spektrli farmakologik agentlar sifatida namoyon bo'ladi.

Biroq, ushbu ligandlarning biologik faolligi va selektivligini oshirishda oraliq metallari bilan hosil qilgan komplekslarining o'rni beqiyosdir. Metallokomplekslar ko'pincha fermentativ jarayonlarda model ob'ekt bo'lib xizmat qiladi va o'ziga xos magnit, katalitik hamda lyuminescent xususiyatlarni namoyon etadi. 1H-benzotriazol-1-metanol ligandining kobalt (II) xlorid bilan hosil qilgan birikmalarida metal-ligand bog'lanish tabiatini, ligandning bidentat yoki polidentatlik xususiyatini hamda stereokimyoviy tuzilishini IQ-spektroskopik usulda tadqiq etish, nafaqat fundamental kimyo uchun, balki yuqori texnologik sohalar va farmatsevtika uchun intellektual materiallar dizaynini yaratishda dolzarb amaliy ahamiyat kasb etadi.

Ishdan maqsad 1H-benzotriazol-1-metanol (BTM) ligandining CoCl_2 tuzi bilan yangi kompleks birikmasini sintez qilish va IQ-spektroskopiya usuli yordamida uning koordinatsion markazlarini aniqlashdan iborat.



Rasm. 1H-benzotriazol-1-metanolning kobalt(II) xlorid bilan kompleks birikmasining IQ-spektri

Sintez qilingan kompleksning tuzilishi IQ-spektri yordamida o'rganilganda spektrda bir qator xarakterli yutilish chiziqlari aniqlandi. Gidroksil (-OH) guruhi 3522 cm^{-1} va 3386 cm^{-1} sohalarida keng va intensiv yutilish chiziqlari kuzatildi. Bu erkin liganddagi gidroksil guruhlarining kompleks tarkibida saqlanib qolganligini, biroq metall bilan koordinatsiyalanish hisobiga siljiganligini Benzotriazol halqasidagi $\text{C}=\text{N}$ va $\text{N}=\text{N}$ bog'lariga tegishli tebranishlar 1614 cm^{-1} va 1592 cm^{-1} sohalarida namoyon bo'ldi. Erkin ligand bilan solishtirilganda ushbu chiziqlarning past chastotali sohaga siljishi, koordinatsiyaning triazol halqasidagi azot atomi

(asosan N3) orqali amalga oshganligini tasdiqlaydi. $1454\text{--}1235\text{ cm}^{-1}$ oralig'idagi intensiv chiziqlar benzol halqasining tebranishlariga tegishli bo'lib, 1060 cm^{-1} va 1009 cm^{-1} dagi chiziqlar C-O bog'ining valent tebranishlarini ifodalaydi. Spektrning quyi chastotali 456 cm^{-1} va 434 cm^{-1} sohasida ($780\text{--}434\text{ cm}^{-1}$) yangi yutilish chiziqlarining paydo bo'lishi, Co-N va Co-O bog'lari hosil bo'lganligini ko'rsatadi.

IQ-spektroskopik tahlillar natijasida BTM ligandi kobalt (II) xlorid bilan bidentat-xelatlovchi holda bog'lanishi aniqlandi. Koordinatsiya triazol halqasidagi azot va metanol guruhidagi kislorod atomlari ishtirokida amalga oshib, xlor ionlari bilan birgalikda markaziy atom atrofida barqaror oktaedrik konfiguratsiyani hosil qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. -М.: Мир.-1971. -С.318.
2. Накамото К. ИК-спектры неорганических и координационных соединений. -М.: Мир. - 1996. -С.204.

AZKAMAR ISHQORIY YER BENTONITI ASOSIDA OLINADIGAN POLIMER KOMPOZITSİYALARNING TADQIQOTI

B.D.Ergasheva, U.J.Mirzakulov, M.A.Mahkamov.

O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahri.

mr.mirzakulov@bk.ru

Abstract. Polymer composition were synthesized based on local bentonite soil. The dependence of the synthesized polymer composition on the nature of solvent and separation agent was studied. The sorption properties of the obtained polymer gels, the high amount of cheap storage, and the difference between other sorption gels were studied. The results of the studies showed that the local bentonite soil with alkaline content showed high efficiency in extracting composite gels from the remaining bentonite soils.

Key words: *Polymer composition, azkamar natural bentonite, composition gel, swelling level, swelling kinetics.*

Yangi kompozitsion materiallar olish, ularning xossalari o'rganish va turli sohalarda qo'llash kompozitsion materiallar sohasidagi muhim vazifalardan biri bo'lib kelmoqda. Aynan bentonit gilmoyalaridan foydalanish yuqori disperslik, suvda bo'kish qobiliyati, ion almashinish xususiyati va yuqori bog'lovchilik qobiliyatiga ega hisoblanadi. Sababi sanoatda burg'ilash eritmalarini tayyorlashda, texnologik eritmalar (Ca^{2+}), (Mg^{2+}), (Cu^{2+}) ionlarini ajratib olishda qo'llanilishi, bundan tashqari qishloq xo'jaligida o'g'itlar samaradorligini oshirish va tuproq namligini saqlash uchun gidrogellar sifatida ishlatilishi mumkin (Kabdarakhmanova va boshq., 2025). Azkamar ishqoriy yer bentoniti asosida sintez qilinadigan polimer kompozitsiyalar o'zining yuqori faolligi va arzon mahalliy xomashyo asosida tayyorlanishi bilan yuqori samaradorlikka ega hisoblanadi.

Olib borilayotgan ilmiy tadqiqot ishlari shuni ko'rsatmoqdaki polimerlar tarkibiga turli xil faol to'ldiruvchilarning kiritilishi nafaqat ularning fizik-kimyoviy xossalari maqsadli ravishda o'zgartirish imkonini beradi, shuningdek ularda yangi xossalarning ham namoyon bo'lishiga olib kelishi mumkin. Polimer kompozitsiyalar olishda mahalliy bentonit gilmoyalaridan foydalanish katta istiqbolga ega. Bentonit gilmoyalarini qo'llashdan maqsad bezarar, disperslik darajasi juda kichik, yuqori adsorbsion qobiliyatli, suvli eritmalarida yaxshi bo'kadigan arzon polimer kompozitsiyalar yaratish hisoblanadi (Nurmunira Muhammad va Sumi Siddiqua, 2019).

Ilmiy tadqiqot ishimizda Azkamar bentonit turi boshqa bentonit turlariga qaraganda qanday sorbsion xususiyatlarini namoyon qilishini maqsad qilib qo'yganmiz. Polimer kompozitsiyalar sintez qilishda tarkibida bentonit gilmoyalari massa jihatdan (massa bo'yicha 50-70%), choklovchi vosita (massa bo'yicha 2%), ni tashkil etadi, ularning konsentratsiyasi hosil bo'layotgan kompozitsiyalarga turlicha ta'sir qilishi o'rganilmoqda. Sintez qilingan polimer kompozitsiyalarning asosiy

tavsiflaridan biri bu ularning suvni yuqori yutish darajasi va tezligi hisoblanadi. Kompozitsion materiallarning suvni yutishi va ion almashinish xususiyati eritma tabiati va muhitiga va kompozitsiya tarkibidagi bentonit gilmoyasining miqdoriga hamda suvli eritmada pH qiymatiga qanday bog'liqligi o'rganilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kabdarakhmanova S.K., Kerimkulova A.Z., Nauryzova S.Z., Kadiran Aryp. Bentonite-Bentonite-Based Composites in Medicine: Synthesis, Characterization, and Applications//Journal of composites science-2025.№9. p.310.
2. Nurmunira Muhammad, Sumi Siddiqua. Stabilization of silty sand using bentonite-magnesium-alkalinization: Applied Clay Science-2019 №183.p.105325.

Mg^{2+}/Fe^{3+} ҚАТЛАМЛИ ҚЎШ ГИДРОКСИДЛАР АСОСИДАГИ КОМПОЗИТЛАР СИНТЕЗИ

Юсупов М.М.¹, Голубев Р.А.², Вохидова Н.Р.¹, Критченков А.С.²

¹Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Полимерлар кимёси ва физикаси институти, 100128, Тошкент шаҳри, А. Қодирий кўчаси, 7^Б уй

²Беларусь Миллий Фанлар академияси Техник акустика институти, 220023, Витебск, пр. Людникова

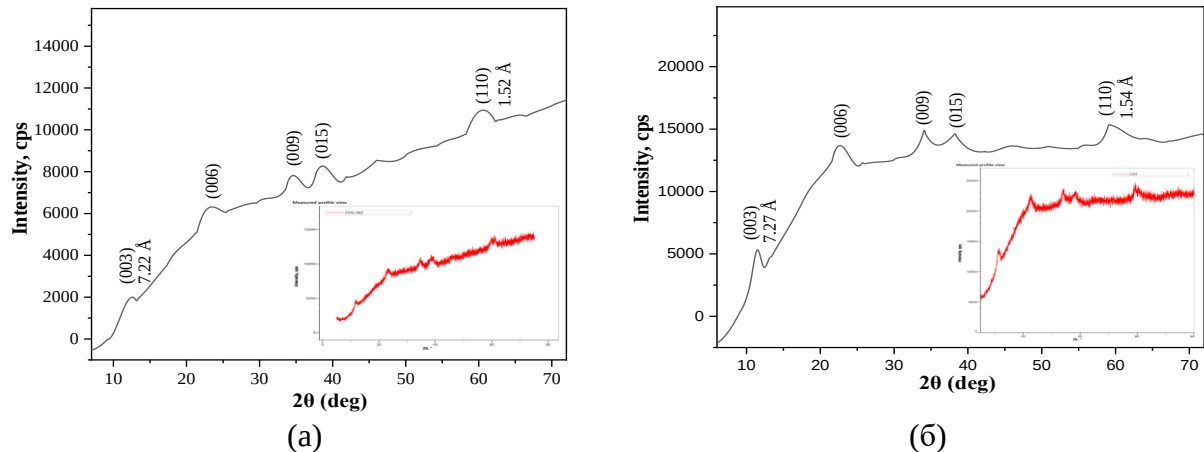
E-mail:eisenmannyusupov@gmail.com

Abstract: The year-on-year growth in the global population and the number of manufacturing enterprises is increasing the demand for the secondary treatment of industrial wastewater. Consequently, it is crucial to develop technology for producing sorbents from low-cost organic and inorganic materials. These sorbents must possess superior physical and mechanical properties, high efficiency, and a long service life to purify technogenic water from the textile, petrochemical, and metallurgical industries of dyes and heavy metal ions.

Keywords: co-precipitation, ultrasonic vibration, layered double hydroxide (LDH), Mg^{2+}/Fe^{3+} , XRD, Brunauer-Emmett-Teller (BET).

Ҳозирги вақтда умумий формуласи $[M_x^{2+}M_y^{3+}(OH)_{2x+2y}]An_{y/n} \cdot zH_2O$ бўлган анионли гил тупроқ ёки гидроталкитга ўхшаш бирикмалар деб аталадиган қатламли қўш гидроксидлар (ҚҚГ) ноорганик моддаларнинг алоҳида синфига ажратилади. Ушбу бирикмаларнинг токсик эмаслиги ва экологик тозаллиги, катион-анион таркибини ўзгартириш орқали физик-кимёвий хусусиятларни ўзгартириш имконияти ҚҚГни турли соҳаларда қўллаш имконини беради [1]. Юқори анион алмашинув қобилиятига, катта солиштирма юзага ва яхши ғовакликка эга бўлган ҚҚГ асосидаги композитлар катализ, сорбция, тиббиёт каби соҳаларда кенг қўлланилади [2-3].

Шундан келиб чиқиб, биргаликда чўктириш усулида $Mg^{2+}/Fe^{3+}=3:1$ моль нисбатларида ультратовуш ёрдамида янги модификацияланган Mg^{2+}/Fe^{3+} қатламли қўшгидроксидлар олинди [4]. Композитларнинг қатламли структура ҳосил қилганлиги рентгенфазавий таҳлили ёрдамида аниқланди (1-расм). Mg^{2+}/Fe^{3+} намунасининг дифрактограммасида, одатда, ҚҚГ тузилмаси учун хос бўлган аниқ ва интенсив дифракцион чўққилар кузатилди.



1-расм. Қатламли қўш гидроксид намуналарининг дифрактограммаси: (а) $\text{Mg}^{2+}/\text{Fe}^{3+}:\text{Cl}_2$; (б) $\text{Mg}^{2+}/\text{Fe}^{3+}:\text{NO}_3$

Асосий рефлекслар паст бурчак соҳасида жойлашган (003), (006) ва (009) текисликларга тегишли бўлиб, улар қатламли тузилманинг юқори даражада шаклланганлигини кўрсатади. $\text{Mg}^{2+}/\text{Fe}^{3+}:\text{Cl}_2$ дифрактограммасида $2\theta \approx 12.23^\circ$ атрофидаги (003) чўққиси қатламлараро масофа (*d-spacing*) ҳақида маълумот беради ҳамда интеркаляцияланган анионлар ва сув молекулалари мавжудлигини тасдиқлайди. 2θ юқори бурчак соҳасида жойлашган (015), (018), (110) ва (113) рефлекслари эса кристалл панжаранинг уч ўлчамли тартибланганлигини ифодалайди, (110) чўққиси асосида панжара параметри “а” ҳисобланади ва у металл-катионлар орасидаги масофани тавсифлайди. $\text{Mg}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ҚҚГ намуналарининг “а” параметри мос равишда 3.04-3.08 Å оралиғида бўлиб, бу Mg^{2+} ва Fe^{3+} ионларининг октаэдрик жойлашувига мос келади. Синтез қилинган ҚҚГ ларнинг капилляр-ғовакли структураси параметрлари сорбция изотермалари (БЭТ) усули ёрдамида ҳисоблаб ўрганилди [5].

Ҳозирда олинган композитларга хитозаннинг интеркаляциялашиш хоссалари ўрганилмоқда.

Мазкур тадқиқот ЎзР ФА ПКФИ FL-8824063254-сонли Ўзбекистон-Беларусь қўшма фундаментал лойиҳаси доирасида бажарилди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Shahad A. Raheem, Ahmed A. Mohammed, Synthesis, characterization, and applications of layered double hydroxides nanocomposites for the adsorption of organic and inorganic contaminants from an aqueous solution: An overview, Results in Surfaces and Interfaces, Volume 18, 2025, 100386, ISSN 2666-8459, <https://doi.org/10.1016/j.rsufi.2024.100386>.
2. Farhan, A., Khalid, A., Maqsood, N., Iftexhar, S., Muhammad Adeel Sharif, H., Qi, F., Sillanpää, M., Bilal Asif, M. Progress in layered double hydroxides (LDHs): Synthesis and application in adsorption, catalysis and photoreduction, Science of The Total Environment, Volume 912, 2024, 169160, ISSN 0048-9697,
3. Dutta, G., Borgohain, X., Kalita, B., Bharali, P., Md. Rashid, H., Facile synthesis of MgFe-layered double hydroxides (LDHs) for adsorptive removal of malachite green dye from water, Surfaces and Interfaces, V.72, 2025, 106930, ISSN 2468-0230,
4. Юсупов М.М., Голубев Р.А., Вохи́дова Н.Р., Критченков А.С. Сорбционные свойства композитов на основе хитозана и слоистых двойных гидроксидов // Qo‘qon DPI Ilmiy xabarlari. 2026. №4. С.1191-1199. DOI:<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i04.174>.
5. Vohidova N.R., Xudoyberdiyev Sh.Sh., Khushvaktov S.Y., Yusupov M.M. Xitozan va qatlamli qo‘sh gidroksidlar asosida yangi polimer sorbentlar sintezi va xossalari. Buxdu Ilmiy axboroti. 2026. № 4. b.219-225.

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОКОМПОЗИТОВ
ПОЛИПРОПИЛЕН-ОРГАНОГЛИНА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ
МАЛЕИНИЗИРОВАННЫМИ СОПОЛИМЕРАМИ**

Каримова Г.Ш., Бозорова Н.Х., Гафуров Д.Н.

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии
nayimabazarova23@mail.ru

Аннотация. Изучено влияние органоглины на межмолекулярные и межфазные взаимодействия, а также на физико-механические свойства наноккомпозитов на основе блок-полипропилена. Впервые показана эффективность совместного применения органоимодифицированного монтмориллонита навоийского происхождения и малеинизированного сополимера для целенаправленного регулирования межфазных взаимодействий в системе «полимер–наполнитель».

Ключевые слова: полипропилен, органоглина, малеинизированный сополимер, модуль упругости, ударная вязкость по Изоду, температура изгиба под нагрузкой, межфазные взаимодействия и микрофотография.

В последние десятилетия наблюдается устойчивый рост интереса к созданию полимерных материалов на основе многокомпонентных систем, включая смеси полимеров и нанонаполненные композиции. Это обусловлено необходимостью получения материалов с заданным комплексом эксплуатационных свойств (прочность, ударная вязкость, термостабильность, барьерные характеристики), которые не могут быть достигнуты при использовании индивидуальных полимеров. Кроме того, фундаментальные основы формирования структуры и свойств наполненных полимеров подробно рассмотрены в классических работах, где показана роль межфазных взаимодействий и дисперсности наполнителя [1, 4]. Современные исследования подтверждают, что одним из наиболее эффективных подходов к модификации свойств полимеров является введение нанодисперсных наполнителей, в частности слоистых силикатов (органоглин), обладающих высокой удельной поверхностью и способностью к формированию интеркаляционных и эксфолиированных структур [2, 3, 5].

В качестве полимерной матрицы использовали блок сополимер пропилена с этиленом марки J-350 (СП «Uz-KorGasChemical») с показателем текучести расплава (ПТР) 10 г/10 мин при 230 °С (по ГОСТ 11645-73).

В качестве наполнителя применяли мелкодисперсный монтмориллонит Навоийского месторождения (Республика Узбекистан) (далее — органоглина). Исходный материал измельчали в шаровой мельнице в течение 12 часов до получения фракции размером 1–2 мкм, после чего модифицировали 10%-ными четвертичными аммониевыми солями в водной среде.

В качестве модифицирующей добавки использовали малеинизированный сополимер пропилена с этиленом (марка J-350), характеризующийся содержанием привитого малеинового ангидрида 10 мас.% и показателем текучести расплава (ПТР) 12 г/10 мин (при 230 °С, по ГОСТ 11645-73).

Компаундирование проводили в лабораторном двухшнековом экструдере при температуре 200–230 °С и частоте вращения шнеков 80 об/мин. Перед экструзией компоненты предварительно смешивали вручную в течение 15 минут, после чего загружали в экструдер. Образцы для испытаний изготавливали методом литья под давлением в соответствии с ГОСТ 11262-2017 и ГОСТ 4647-2015.

Поверхность монтмориллонита характеризуется развитой микронеоднородностью (неровности, микротрещины, химическая неоднородность), что существенно влияет на процессы смачивания расплавом полипропилена и формирование надмолекулярной структуры наноккомпозита. Контакт полимерного расплава с поверхностью наполнителя не

является полным даже при высокой текучести, а такие параметры, как краевой угол смачивания и вязкость расплава, определяют кинетику заполнения пор и микрошероховатостей. Неполное смачивание приводит к нарушению кристаллизации макромолекул и повышенной дефектности структуры нанокompозитов[5].

Поскольку МАПП преимущественно локализуется в межфазных областях, его эффективное воздействие на структуру и свойства системы достигается при невысоких концентрациях. Для оценки влияния МАПП на свойства и межфазное взаимодействие в системе ПП/органоглинананокompозиты получали методом расплавного смешения при содержании органоглины 3, 5 и 7 мас.% и фиксированном содержании МАПП 5мас.%. Особенности физико-механических свойств полученных нанокompозитов представлены в таблице №1.

Таблица 1

Физико-механические свойства нанокompозитов на основе ПП

Наименование	ПП J350	ПП +5% органоглина	ПП +3%органоглина +5% МАПП	ПП +5%органоглина +5% МАПП	ПП +7%органоглина +5% МАПП
Плотность, г/см ³	0,9	0,93	0,92	0,93	0,94
Показатель текучести расплава, г/10мин	10	9	9	8	7
Прочность при растяжении, МПа	25	27	27	28	28
Удлинение, %	100	60	91	86	84
Модуль при изгибе, МПа	1280	1400	1510	1600	1630
Температура изгиба под нагрузкой при 1,8 МПа, °С	45	50	50	52	52

Наблюдаемый нами эффект роста прочности и модуля упругости при введении в ПП органоглины вероятно обусловлен высоким адгезионным взаимодействием между макромолекулами блок-полипропилена, МАПП и органоглиной, формируя устойчивый межфазный слой и снижая межфазное натяжение [7].

Как видно из рисунка 1, ударная прочность нанокompозитов возрастает с увеличением содержания органоглины в диапазоне 3–7 мас.% при введении 5 мас.% МАПП в полимерную матрицу. При температуре +23 °С наблюдается относительное изменение показателей на 5%, 5%, 14% и 11% соответственно, тогда как при –30 °С соответствующие изменения составляют 4%, 18%, 33% и 29%.

Из результатов, приведенных в таблице №1 также следует, что при добавлении органоглины наблюдается значительное увеличение модуля упругости при изгибе на 9%, 19%, 25% и 27%. А прочность при растяжении на 8%, 8%, 12% и 12%. Наблюдаемый эффект повышения прочности и модуля упругости при введении в полипропилен (ПП) органоглины и МАПП, по-видимому, обусловлен усилением адгезионного взаимодействия между макромолекулами МАПП и органоглиной.

Факт подтверждает, что функциональные группы малеинового ангидрида химически присоединены к цепям блок-полипропилена, что усиливает механические свойства нанокompозитов по сравнению с ПП/органоглиной. Модифицированные цепи эффективнее передают внутренние напряжения от матрицы к частицам органоглины за счёт улучшенной межфазной адгезии и развитого интерфейса. Функциональные группы МАПП формируют дополнительные физико-химические взаимодействия с поверхностью

монтмориллонита, обеспечивая прочный захват макромолекул, равномерное распределение частиц и снижение их агрегации.

Данные явления, на наш взгляд приводит к формированию более однородной структуры нанокомпозита, снижению концентрации точечных напряжений и повышению устойчивости материала к различным механическим воздействиям. В совокупности указанные факторы обеспечивают рост модуля упругости, предела текучести и других физико-механических характеристик, полученного нанокомпозита.

Также наблюдается значительное увеличение теплостойкости при содержании 5 масс. % органоглины, 5 масс. % МАПП, приводящее к увеличению теплостойкости при нагрузке 1,8 МПа на 11%, 11%, 15% и 15%, соответственно.

Согласно данным работы [9], для полученных нами нанокомпозитов прогнозируется снижение коэффициента термического расширения, и температура тепловой деформации нанокомпозитов увеличивается при равномерном распределении органоглины с МАПП, повышая механическую устойчивость. С ростом температуры и содержания наполнителя наблюдается снижение теплопроводности из-за изменений кристалличности, морфологии и формирования межфазных слоёв.

Полученные результаты, свидетельствуют о том, что существует пороговая концентрация минеральных частиц, при которой органоимодифицированный ММТ способен распределиться на наномерном уровне в полимере, с помощью МАПП, образуя нанокомпозит эксфолиированной структуры. Большие концентрации органоглины приводят к формированию интеркалиированной структуры даже при добавлении МАПП. Введение 5% МАПП способствует сохранению относительного удлинения при разрыве на уровне исходного полиолефина. При введении 5 и 7 масс. % органоглины относительное удлинение нанокомпозитов снижается незначительно, до 10-16%. Это позволяет предположить, что МАПП может выступать в качестве эластичного мостика, за счет чего сохраняются высокие значения относительного удлинения при разрыве. Ударная вязкость по Изоду с/н при +23°C увеличивается на 4%, 14%, 15% и при -30°C на 18%, 33%, 30% соответственно, что объясняется, увеличением степени рассеяния энергии пластической деформации и интенсивное соединение частиц.

Разработка нанокомпозитов на основе природной органоглины и малеинизированного сополимера полипропилена показала высокую перспективность для улучшения физических, механических и теплофизических свойств блок-полипропилена.

Впервые установлено, что целенаправленное управление межфазными взаимодействиями позволяет эффективно контролировать надмолекулярную структуру, обеспечивая оптимизацию кристалличности и морфологии полимерной матрицы, что подтверждается повышением теплостойкости полученного нанокомпозита.

Список литературы:

1. Соттикулов Э.С., Тураев Э.Р., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Исследование влияния нанонаполнителей на структуру и свойства полипропилена // Композиционные материалы. – Ташкент, 2017. – № 4. – С. 34–36.
2. Хаширова С.Ю. Полимеры, содержащие гуанидин, и нанокомпозиты на их основе: дис. ... д-ра техн. наук. – Нальчик, 2009. – 135 с.
3. Zaman H.U., Khan R.A. Preparation and characterization of polypropylene/organo-muscovite clay nanocomposites by melt extrusion // Journal of Science and Engineering (Bangladesh). – 2022. – Vol. 3, No. 1. – P. 23–34. – DOI: 10.22034/advjse22031023.
4. Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров. – М.: Химия, 1991. – С. 235–264.
5. Chukwunonso A., Emmanuel R., Tamba J. Synthesis and characterisation of polypropylene nanocomposites for food packaging material // Materials Today: Proceedings. – 2021. – Vol. 38, Part 2. – P. 1197–1202. –

ИЗУЧЕНИЕ ГОРЮЧЕСТИ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛПРОПИЛЕНА И СОЕДИНЕНИЙ БОРА

Бозорова Н.Х. Каримова Г.Ш., Гафуров Д.Н.,

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

nayimabazarova23@mail.ru

Ключевые слова. компаунд матераилы, полиолефины, слоисто силикатных нано композитов, деформация, бор, термический свойства, полипропилен, полиэтилен, полиамид.

Аннотация. На сегодняшний день во многих странах мира ведутся исследования по улучшению свойств композиционных полимерных материалов и разработке их технологий путем модификации промышленных, крупнотоннажных полимеров микро и нано размерными реакционно-активными минеральными модификаторами, введения дисперсных частиц, высокомолекулярных поверхностно-активных веществ.

Развитие современной техники невозможно без применения пластических масс, в особенности полимерных материалов с пониженной горючестью. Пожары, обусловленные воспламенением и горением полимерных материалов, ежегодно наносят большой вред. Во многих странах мира приняты специальные постановления об ограничении использования горючих полимерных материалов в строительстве промышленных и гражданских сооружений, при проектировании и создании транспортных средств, в электротехнике, электронике, производстве товаров бытового назначения.

Как показали наши исследования, горение исходного ПП сопровождается достаточно сильным капанием расплава материала. В отличие от них композиты, содержащие B_2O_3 , H_3BO_3 , $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, смесь на основе $ZnO:H_3BO_3$ горят значительно медленнее, без образования капель расплава полимера и дыма. Последнее обстоятельство играет важную роль в предотвращении попадания вредных продуктов разложения полимерных материалов в окружающую природную среду. Увеличение линейной скорости выгорания и отсутствие капель расплава в композитах ПП + B_2O_3 очевидно связано с образованием оксидной стекловидной пленки на поверхности полимерного материала. Образование этой корки можно объяснить исходя из известного факта [1], что при прогреве полимерных материалов, содержащих борный ангидрид, последний способен образовывать оксидную стекловидную пленку. Это образование в свою очередь снижает, во-первых, выход горючих продуктов в газовую фазу, во-вторых, уменьшает поток горючих газов к пламени. В свою очередь эти обстоятельства препятствуют распространению пламени, снижая тем самым скорость горения материала. Действительно, углерод, остающийся в твердой фазе, мог бы попасть в пламя и окислиться до углекислого газа с большим тепловым эффектом. Конечно, в большом пожаре этим все дело и кончится и никакой пользы от образования кокса мы не получим разве, что снижение выбросов загрязняющих веществ. Но следует заметить, что в данном случае опасность исходит от слабых источников зажигания, поэтому эффект от образования кокса так важен. При этом размер и форма частиц B_2O_3 также играют существенную роль в замедлении горения. В частности, высокодисперсные частицы B_2O_3 , которые использованы в работе, обладая пластинчатой формой, по своей эффективности превосходят частицы с не пластинчатой формой. Это связано с равномерным распределением частиц в поверхностной зоне полимерной матрицы. В свою очередь такое расположение частиц B_2O_3 при горении полимера приводит к образованию оксидной стекловидной пленки в поверхностной зоне, которая способствует охлаждению поверхностных слоев материала, т.е. температура поверхности борсодержащего полимерного материала при горении ниже температуры пламени. Последнее обстоятельство приводит к большим тепловым потерям и скорость горения материала становится малой. Кроме того, следует отметить, что оксидная стекловидная пленка на основе борного ангидрида будет препятствовать переходу различных активных частиц из

материала в пламенную зону, тем самым, снижая горючесть данного материала. В результате этого композиты остывают раньше, чем превращаются в газообразные продукты горения.

В работе в качестве борсодержащего антипирена использовали также натрий тетра борнокислый (бура) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Применение в качестве антипирена для ПП десяти водного тетра бората натрия приводит к некоторому увеличению линейной скорости выгорания полимера (рис.1).

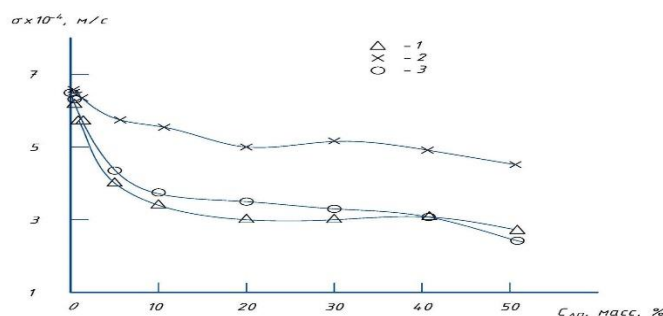
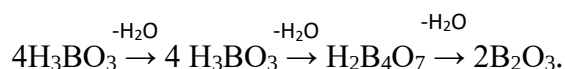


Рис. 1. Концентрационная зависимость линейной скорости выгорания композитов ПП + АП. В качестве антипиренов использованы: B_2O_3 (1); H_3BO_3 (2); $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (3)

H_3BO_3 связано со свойствами H_3BO_3 . Как известно [2; с 1-4], борная кислота при высоких температурах вначале переходит в метаборную, а затем в тетра борную кислоту и, наконец, в борный ангидрид:



При этом, как видно, на каждой стадии происходит выделение молекулы воды. Интересные результаты получены при использовании смеси на основе H_3BO_3 и ZnO . При этом предполагалось, что при их совместном присутствии в полимерных образцах приведет к понижению горючести. Эти предположения подтверждают результаты определения скорости горения образцов, содержащих данную смесь (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики огнестойкости композитов на основе ПП и ZnO : H_3BO_3

Образцы	ПП исх.	ПП + $\text{ZnO}:\text{H}_3\text{BO}_3$ (1:1)	ПП + $\text{ZnO}:\text{H}_3\text{BO}_3$ (2:1)	ПП + $\text{ZnO}:\text{H}_3\text{BO}_3$ (3:1)
v , м/с	$6,7 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-4}$	гаснет ч/з 10 сек	гаснет ч/з 10 сек
КО, %	0	30	32	36
КИ, %	17,4	31	33	35

Как видно из таблицы, найдены достаточно оптимальные соотношения этих соединений. При этом такое поведение смеси H_3BO_3 и ZnO , очевидно, связано с возможностью протекания между ними химической реакции с образованием бората цинка по схеме:



Образование бората цинка по реакции подтверждается тем обстоятельством, что при экструдировании ПП, содержащего данную смесь, экструдаты получают шероховатыми. Очевидно, такой характер поверхности экструдатов связана с выделением воды в процессе высокотемпературной переработки композитов. В свою очередь, образующийся в результате реакции борат цинка весьма эффективно подавляет горение материала. Это связано с образованием прочной коксовой корки на поверхности полимера.

Положительным фактом при получении композитов пониженной горючести с использованием соединения бора является то, что с увеличением содержания B_2O_3 , H_3BO_3 , $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ несколько повышается температура пиролиза, которая, как известно, изменяется симбатно температуре воспламенения.

Таким образом, проведенные нами исследования позволяют сделать вывод, что введение B_2O_3 и H_3BO_3 в полимеры (ПП) позволяют получить композиты, обладающие повышенной огнестойкостью по сравнению с исходными материалами.

Исходя из рассмотренных ранее результатов можно предположить, что наиболее огнестойкими являются композиции, где в качестве антипирена применяют смесь ZnO : H_3BO_3 , B_2O_3 , H_3BO_3 т.к. для них характерны лучшие результаты по КИ, КО, линейной скорости выгорания.

Нами была также сделана попытка найти синергическую смесь для повышения огнестойкости ПП. Синергизм повышения огнестойкости полимерных материалов определяют как явление неаддитивного усиления огнезащитного действия смеси антипиренов по сравнению с действием индивидуальных добавок.

Исходя из результатов испытаний исследуемых антипиренов, можно предположить, что борсодержащие соединения являются эффективными антипиренами для полиолефинов и сложных полиэфинов, во втором случае — это оксид бора. Это можно объяснить тем, что при введении данных соединений в полимерную матрицу уменьшается температура поверхности материала, преобладают процессы, обратные разложению, или процессы, способствующие образованию кокса.

Список литературы.

1. Alternative perspectives on “quasi-crystallinity”: non-uniformity and nanocomposites. *Materials Letters*. 1986; 4(8-9) ср.323-328.
2. Schmidt D, Shah D, Giannelis EP. 2. New advances in polymer/layered silicate nanocomposites. *Current Opinion in Solid State & Materials Science*. 2002; 6(3):pp.205-212.
3. Gleiter H. 3. Materials with ultrafine microstructures: retrospectives and perspectives. *Nanostructured Materials*. 1992; 1(1): pp.1-19.
4. Бозорова Н.Х., Тураев Э.Р., Джалилов А.Т. Модификация полиамида ацетатами металлов// *Universum: Технические науки: электронный научный журнал* 2020 № 3 (72).
5. Тожиев П.Ж., Нормуродов Б.А., Тураев Х.Х., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. Изучение физико- механических свойств высоконаполненных полиэтиленовых композиций// *Universum: Химическая технология: электронный научный журнал* 2018 № 2 (47). С. 62-65.

ВЛИЯНИЕ ПЕНОГАСИТЕЛЯ EG1951E НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Эшдавлатова Гулрух Эшмаматовна

Каршинский государственный технический университет, (PhD), доцент

E-mail: eshdavlatovagulrux@gmail.com

ORCID: 0009-0006-4133-2767

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования и промышленной апробации нового пеногасящего реагента EG1951E на основе ЭО-ПО-ПДМС, предназначенного для повышения эффективности процессов очистки природного газа от кислых компонентов в аминовых системах. Установлено, что применение разработанной композиции приводит к существенному снижению интенсивности и устойчивости пенообразования в растворах диэтаноламина. Показано, что за счёт амфифильных свойств ЭО-ПО блок-сополимеров и выраженного снижения поверхностного натяжения под действием ПДМС достигается быстрое разрушение пенных плёнок и стабилизация гидродинамического режима колонных аппаратов.

Ключевые слова: пеногаситель, диэтаноламин, пенообразование, абсорбция, газоочистка.

Процесс пенообразования связан с накоплением в составе аминных растворов поверхностно-активных веществ, термостойких солей, механических примесей и продуктов разложения, которые образуют стабильную пленку вокруг газовых пузырьков. В результате длительное хранение слоя пены негативно влияет на стабильность технологического процесса [1]. Поэтому эффективный контроль пенообразования и его быстрое подавление являются важными факторами обеспечения надежной работы газоочистных устройств.

В последние годы широко изучаются пеногасящие композиции на основе силиконов и полиэфирных соединений. В частности, блок-сополимеры, состоящие из алкиленоксидных сегментов (ЭО-ПО) и фрагментов полидиметилсилоксана (ПДМС), характеризуются оптимальным сочетанием поверхностно-активных свойств. В то время как сегменты ЭО обеспечивают гидрофильность и совместимость с раствором, сегменты ПО контролируют амфифильный баланс, а ПДМС быстро разрушает пенную пленку благодаря низкому поверхностному натяжению и высокой гидрофобности. Совместное действие этих компонентов может создавать синергетический эффект и значительно снижать интенсивность пенообразования [2]. В то же время эффективность композиций на основе ЭО-ПО-ПДМС в среде аминных абсорбентов, их термостойкость, свойства длительного действия и оптимальная дозировка изучены недостаточно глубоко.

В ходе промышленных испытаний разработанной новой пеногасящей композиции EG1951E на основе ЭО-ПО-ПДМС её технологическая эффективность оценивалась по ряду ключевых показателей: снижению интенсивности пенообразования, повышению стабильности работы абсорбционных и регенерационных установок, а также уменьшению энергетических затрат [3]. В промышленных условиях после введения реагента EG1951E в аминовые растворы было установлено существенное снижение высоты и устойчивости образующейся пены [4]. В абсорбционных и регенерационных колоннах улучшилось разделение газо-жидкостных фаз: пузырьки газа быстрее разрушались, а устойчивость пенного слоя значительно снижалась. Это объясняется амфифильной природой ЭО-ПО блок-сополимеров и способностью ПДМС резко снижать поверхностное натяжение системы. В результате пенные плёнки теряют механическую прочность и быстро разрушаются. Снижение пенообразования оказало прямое положительное влияние на эффективность работы абсорбционных аппаратов. Восстановилось равномерное распределение газового потока по сечению колонны, уменьшился унос жидкости, увеличился эффективный рабочий объём аппарата. Это позволило обеспечить стабильное извлечение кислых компонентов из природного газа. Кроме того, уменьшение перепада давления способствовало повышению гидравлической устойчивости колонны. В зоне регенерации положительное влияние реагента EG1951E также проявилось весьма заметно. При высокотемпературной десорбции газов из аминового раствора интенсивность пенообразования существенно снизилась, что обеспечило более быстрое и полное разделение паровой и жидкой фаз. Это, в свою очередь, повысило качество регенерированного раствора диэтанолamina (ДЭА) и обеспечило стабильность его абсорбционной способности в последующих циклах.

Снижение пенообразования также оказало положительное влияние на энергопотребление процесса. Уменьшение гидравлических сопротивлений в абсорберах и регенераторах привело к снижению нагрузки на насосное и компрессорное оборудование. В регенерационной секции улучшение теплообмена позволило снизить расход пара. В результате общее энергопотребление аминовой циркуляционной системы сократилось, что повысило экономическую эффективность технологического процесса. Дополнительно установлено, что эффективность пеногасителя напрямую зависит от концентрации

активного компонента в рабочем растворе. С учётом известного расхода абсорбента в газоочистных установках становится возможным предварительное дозирование оптимального количества пеногасителя для предотвращения пенообразования. Это обеспечивает более точное управление процессом и предотвращает аварийные режимы работы оборудования. Следует отметить, что применение EG1951E способствует не только подавлению пенообразования, но и повышению надёжности и долговечности технологического оборудования. Снижение уноса аминного раствора уменьшает коррозионные риски, снижает потери реагента и уменьшает нагрузку на системы очистки газа и сточных вод. Кроме того, стабилизация гидродинамического режима колонн способствует снижению вибраций и износа внутренних устройств аппаратов.

По результатам сравнительного анализа установлено, что использование EG1951E позволяет снизить высоту пены в среднем на 60-80 %, уменьшить перепад давления в колоннах на 10-15 %, а также сократить удельный расход энергии на 8-12 %. Данные показатели подтверждают высокую технологическую эффективность разработанного реагента.

Таким образом, применение пеногасителя EG1951E в промышленных условиях обеспечивает комплексное улучшение работы установок очистки природного газа: эффективное подавление пенообразования, стабилизацию режимов абсорбции и регенерации, снижение энергозатрат и повышение общей экономической эффективности процесса. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности широкого внедрения данного реагента в аминных системах очистки природного газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Аджиев А.Ю., Борушко-Горняк Ю.Н., Монахов Н.В., Мельчин В.В. Новые материалы для очистки этаноламинных растворов / Газовая промышленность. - 2003. - №12. - С. 60-62.
- 2.Эшдавлатова Г.Э., Камолов Л.С., Бобилова Ч.Х. Определение содержания термостабильных солей в растворе алканолamina / O'zbekiston milliy universiteti xabarleri, 2026,
- 3.Эшдавлатова Г.Э., Сафарова Г.Э. Исследование пенообразующих свойств реагента EG1951E в растворах ДЭА / Qardu xabarleri. Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal. 2026 1/1. 70-75
- 4.Eshdavlatova G.E., Ismoilova X.Dj. Alkanolamin eritmasida issiqqa bardoshli tuzlar miqdorini aniqlash / NamDU ilmiy axborotnomasi. [2026-3] ISSN:2181-1458. 213-217 b.

XITOZAN ASOSIDAGI PLYONKALAR: XUSUSIYATLARI, AFZALLIKLARI, KAMCHILIKLARI VA AMALIY AHAMIYATI

Z.A.Otaxanova, D.M.Sattarova

Namangan davlat universiteti, O'zbekiston

otaxanovazulayho67@gmail.com

Abstract: In this work, the formation mechanism, physicochemical properties and practical application possibilities of chitosan-based films were analyzed. The dependence of the properties of chitosan films on molecular weight, degree of deacetylation and solution properties was shown. Also, their advantages and existing disadvantages were highlighted, and directions for improving properties were identified.

Keywords: Chitosan, biomaterial, film, biodegradation, antibacterial activity, polymer properties, solution casting method.

Xitozan — xitinning deatsetillanishi natijasida olinadigan tabiiy kationli polisaxarid bo'lib, u o'zining biologik moslik, biologik parchalanish va toksik emasligi bilan ilmiy hamda amaliy sohalarida keng e'tibor qozongan biomaterial hisoblanadi (Younes I., Rinaudo M. 2015). So'nggi yillarda xitozan asosidagi plyonkalar biologik va funksional materiallar sifatida tibbiyot, farmasevtika, oziq-ovqat sanoati hamda ekologik qadoqlash tizimlarida istiqbolli yo'nalish sifatida o'rganilmoqda (Fatullayeva S va boshq. 2022). Xitozan plyonkalarining hosil bo'lish jarayoni uning molekulyar tuzilishi va eritma holatidagi xossalari bilan chambarchas bog'liqdir. Avvalo,

molekulyar massa polimer zanjirlarining uzunligini belgilaydi: yuqori molekulyar massali xitozanlarda zanjirlar uzun bo'lib, ular o'zaro ko'proq chirmashadi va mustahkamroq, zichroq plyonka hosil qiladi. Past molekulyar massali xitozan esa qisqa zanjirlar tufayli kamroq o'zaro ta'sirlashadi, natijada hosil bo'lgan plyonka mexanik jihatdan nisbatan zaif bo'ladi (Mutasher S. va boshq. 2022).

Deatsetillanish darajasi esa xitozan tarkibidagi erkin amin guruhlar ($-NH_2$) miqdorini belgilaydi. Ushbu guruhlar protonlanib ($-NH_3^+$) kationli xususiyat beradi va polimer zanjirlari orasida elektrostatik hamda vodorod bog'lanishlar hosil bo'lishiga imkon yaratadi (Younes I., Rinaudo M. 2015). Deatsetillanish darajasi yuqori bo'lsa, o'zaro ta'sir kuchayadi va natijada plyonka strukturasining zichligi hamda barqarorligi ortadi (Mutasher S. va boshq. 2022).

Bundan tashqari, xitozan zanjirlari orasida hosil bo'ladigan vodorod bog'lanishlari plyonkaning ichki tuzilishini mustahkamlovchi asosiy omillardan biridir. Ushbu bog'lanishlar polimer zanjirlarini bir-biriga yaqinlashtirib, yarim kristall struktura shakllanishiga olib keladi va plyonkaning mexanik xossalari hamda barqarorligini oshiradi (Mutasher S. va boshq. 2022).

Shuningdek, polimer eritmasining reologik xossalari (qovushqoqlik, oquvchanlik) ham muhim rol o'ynaydi. Qovushqoqligi yuqori bo'lgan eritmalarda polimer zanjirlari zich joylashadi va quritish jarayonida bir tekis, silliq plyonka hosil bo'ladi. Aksincha, past qovushqoqlikda plyonka notekis, nuqsonli yoki yupqa bo'lishi mumkin. Natijada, ushbu omillarning o'zaro uyg'unligi xitozan plyonkasining mexanik mustahkamligi, elastikligi, o'tkazuvchanligi va umumiy sifatini belgilaydi (Lewandowska K., Szulc M. 2022).

Xitozan plyonkalari odatda eritma quyish (solution casting) usuli orqali olinadi. Bu usulda xitozan avvalo suyultirilgan organik kislotalarda (ko'pincha sirka kislotasida) eritilib, bir jinsli polimer eritmasi hosil qilinadi. Hosil bo'lgan eritma mexanik aralashtirish orqali havo pufakchalaridan tozalanadi, so'ngra tekis yuzaga (masalan, Petri idishi yoki shisha plastinka) quyiladi (Muñoz-Tebar N. va boshq. 2023), (Madian G.N. va boshq. 2023).

Bundan tashqari, eritma quyish usulida hosil bo'lgan plyonkaning qalinligi va sirt morfologiyasi eritmaning konsentratsiyasi, qovushqoqligi hamda quyilgan hajmga bog'liq bo'ladi. Sekin quritish sharoitida polimer zanjirlari yaxshiroq tartiblanib, silliq va zich plyonka hosil bo'ladi, tez quritishda esa amorf va nisbatan g'ovak tuzilma yuzaga kelishi mumkin. Adabiyotlarda qayd etilishicha, xitozan plyonkalari aynan shu usul orqali olinganda yaxshi mexanik xossalarga, shaffoflikka va bir tekis tuzilishga ega bo'ladi, bu esa ularni biomaterial sifatida keng qo'llash imkonini beradi (Muñoz-Tebar N. va boshq. 2023). Xitozan asosidagi plyonkalar bir qator muhim afzalliklarga ega. Ular antibakterial faollikka ega bo'lib, bakteriyalar va zamburug'larning rivojlanishini cheklaydi, shuningdek, kislorod va gazlar o'tkazuvchanligini kamaytiruvchi yaxshi to'siq xossalarini namoyon etadi. Bundan tashqari, xitozan biologik faol moddalar, dorivor birikmalar va nanomateriallar bilan yaxshi moslashib, ularni tashuvchi tizim sifatida qo'llash imkonini beradi. Shu sababli bunday plyonkalar yara bitishini tezlashtiruvchi materiallar, dori yetkazib berish tizimlari hamda biologik parchalanadigan qadoqlash materiallari sifatida katta ahamiyatga ega (Muñoz-Tebar N. va boshq. 2023), (Madian G.N. va boshq. 2023).

Biroq xitozan plyonkalarining ayrim cheklovlari ham mavjud. Jumladan, nam muhitda mexanik mustahkamlikning pasayishi, suvga sezgirlik, neytral va ishqoriy muhitlarda eruvchanlikning cheklanganligi hamda molekulyar tuzilishga bog'liq mo'rtlik kabi kamchiliklar ularning sanoat miqyosida keng qo'llanilishini cheklaydi. Shu sababli ularning xossalarini yaxshilash uchun kimyoviy modifikatsiya, boshqa polimerlar bilan aralashtirish hamda nanoto'ldiruvchilar qo'shish kabi yondashuvlar qo'llanilmoqda (Madian G.N. va boshq. 2023).

Xulosa qilib aytganda, xitozan asosidagi plyonkalar tabiiy kelib chiqishga ega bo'lgan, ekologik xavfsiz va yuqori funksional xossalarga ega istiqbolli biomateriallar hisoblanadi. Ularning hosil bo'lishi va yakuniy xossalari molekulyar massa, deatsetillanish darajasi, zanjirlararo o'zaro ta'sirlar hamda eritma xossalari kabi omillarning murakkab o'zaro bog'liqligi

bilan belgilanadi. Eritma quyish usuli orqali olinadigan xitozan plyonkalari bir tekis tuzilishga, yaxshi mexanik va barqaror xossalarga ega bo'lishi bilan ajralib turadi.

Xitozan plyonkalarining antibakterial faolligi, biologik parchalanish qobiliyati va biologik mosligi ularni tibbiyot, farmatsevtika va oziq-ovqat sanoatida keng qo'llash imkonini beradi. Shu bilan birga, mavjud kamchiliklar, xususan nam muhitga sezgirlik va mexanik mustahkamlikning yetarli emasligi ularni modifikatsiyalash zaruratini yuzaga keltiradi.

Kelgusida xitozan asosidagi plyonkalarining xossalarini yaxshilash, ularni boshqa polimerlar va nanomateriallar bilan kombinatsiyalash hamda yangi texnologik yondashuvlarni qo'llash orqali ularning amaliy qo'llanish sohaslarini yanada kengaytirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Fatullayeva S., Tagiyev D., Zeynalov N. va boshq. Recent advances of chitosan-based polymers in biomedical applications and environmental protection // *Journal of Polymer 2. Research*. – 2022. – Vol. 29. Page: 259. 1-19.
3. Lewandowska K., Szulc M. Rheological and Film-Forming Properties of Chitosan Composites // *International Journal of Molecular Science*. – 2022. – Vol. 23. 8763
5. Mutasher S., Al-Lami H., Al-Lami H. The effect of different molecular weight chitosan on the physical and mechanical properties of plasticized films // *European Journal of chemistry*. – 2022. – Vol. 13.4. – Page: 460-467.
6. Madian G.N., El-Ashmanty B.A., Abdel-Rahim H.K. Improvement of Chitosan Films Properties by Blending with Cellulose, Honey and Curcumin // *Polymers*. – 2023. 15. 2587
7. Muñoz-Tebar N., Pérez-Álvarez J., Fernández-López J., Viuda-Martos M. Chitosan Edible Films and Coatings with Added Bioactive Compounds: Antibacterial and Antioxidant
8. Properties and Their Application to Food Products: A Review // *Polymers*. – 2023. – Vol. 15.
9. Younes I., Rinaudo M. Chitin and Chitosan Preparation from Marine Sources. Structure, Properties and Applications // *Marine Drugs*. – 2015. – Vol. 13. – P. 1133-1174.

MAYDA DISPERS VOLLASTONIT ASOSIDAGI OLINGAN KOMPOZIT POLIMER MATERIALLARNING SANOATDA QO'LLANILISH

N.O. Umirova¹, F.A. Lapasova², M.T. Xatamova³, B.A. Yusupov⁴

Guliston davlat universiteti, O'zbekiston

kuchkarova_nilufar79@mail.ru

Abstract: Development of an effective resource-saving technology for the production of fine-dispersed wollastonite powders and their use in the production of composite polymer materials with high physical-mechanical and operational properties, as well as the development of new compositions of expensive imported composite polymer materials used in other industries.

Key words: wollastonite, polyvinyl chloride, filler, strength, temperature, density, wear, synthetic materials, ceramics, paint and varnish, thermal insulation, porcelain.

Zamonaviy dunyoda ko'plab sohalarda tabiiy materiallarning o'rnini ularga nisbatan arzonroq va xossalari jihatidan xilma-xil bo'lgan sintetik materiallar egalladi. Sintetik materiallarning yana bir muhim ustunligi — yangi materiallar va ularni olish texnologiyalarini yaratish imkoniyatidir. Bu esa xom ashyo materiallarini tanlash, ularning xom ashyo aralashmasidagi nisbatlarini (kompozitsiya), shuningdek texnologik parametrlarni o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Bunday yondashuv sintetik materiallarning xossalarini ma'lum ekspluatatsion sharoitlarga mos ravishda optimallashtirishga, shuningdek yangi texnologik va ishlatish xususiyatlariga ega materiallarni yaratish orqali ularning qo'llanilish sohasini kengaytirishga imkon beradi. Texnologiyalarni rivojlantirishning keyingi bosqichi kompozitsion

materiallar yoki kompozitlar bo'lib, ular ikki yoki undan ortiq komponentlardan tashkil topgan materiallar hisoblanadi. Bu materiallarda komponentlardan biri matrisa yoki bog'lovchi deb ataladi va u uzluksiz fazani tashkil qiladi; boshqa komponentlar esa shu fazada taqsimlangan to'ldiruvchilar (napolnitellar) hisoblanadi.

Qoytosh koni keramik, lak-bo'yoq, issiqlik izolyatsiyasi, chinni, qog'oz, rezina, plastmassa va boshqa sanoat tarmoqlari uchun volastonit xomashyosini o'zlashtirishga mo'ljallangan yirik va iqtisodiy jihatdan istiqbolli obyektlardan biridir. Qoytosh konida volastonit konsentratining katta qismi qazib olinadi va eksport qilinadi. Volastonit konsentratini samarali qazib olinishi va eksport qilinishini tashkil etish uchun, avvalo, volastonit rudalarining mineralogik, kimyoviy, strukturaviy va teksturaviy xususiyatlarini o'rganish, shuningdek ruda turlarining fazodagi joylashish qonuniyatlarini aniqlash zarur.

Zamonaviy polimer kompozitsion materiallarning afzalliklari ularning yuqori mustahkamligi, kichik og'irligi, texnologikligi, agressiv ekspluatatsion muhitlarga chidamliligi va uzoq muddat xizmat qilishidir. Bularning barchasi qurilish sanoatida ushbu materiallarga jiddiy e'tibor qaratishni taqozo etadi - ularni qo'llashning mumkin bo'lgan istiqbollari aniq. Shu bilan birga, bu materiallar bir qator o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, ular qo'yilgan vazifaga qarab ham kamchiliklar, ham afzalliklar sifatida namoyon bo'lishi mumkin - kichik zarbiy qovushqoqlik, mo'rt sinish, yuqori solishtirma mustahkamlik, yuqori deformatsiyalanuvchanlik, material va konstruksiyani loyihalash jarayonini uyg'unlashtirish.

Mahalliy mineral resurslarni qayta ishlash orqali turli maqsadlarga mo'ljallangan ekologik toza, resurstejamkor kompozitsion materiallar, ayniqsa polimer materiallarni yaratish ustuvor ahamiyat kasb etmoqda.

Ushbu vazifalarni hal etish yo'llaridan biri ko'p funksiyali kompozitsion polimer materiallar uchun tozalangan (turli aralashmalardan boyitilgan) yuqori sifatli ingrediyentlar olish maqsadida mahalliy mineral xomashyoni qayta ishlashning yangi samarali texnologiyalarini ishlab chiqishdan iborat.

Ingredientlarning asosiy vazifasi — kompozitsion polimer va lak-bo'yoq materiallarining xossalarini hamda tayyor mahsulotlarning sifat ko'rsatkichlarini kerakli yo'nalishda o'zgartirishdir. Chunki ingredientlar kompozitsion polimer material xossalarining shakllanishida hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Polimer kompozitsion material uchun ingredient tanlashda birinchi navbatda uning zarrachalarining o'lchami va ularning taqsimlanishi, shuningdek zarrachalar shakli va ularning qadoqlanish xususiyatlari hisobga olinadi.

Vollastonit konsentratlariga nisbatan talablar ularning qo'llanilish sohasiga bog'liq. Masalan, keramika ishlab chiqarishda ishlatiladigan vollastonit konsentratlari uchun asosiy talab — temir oksidlarining juda kam miqdori. Uzoqdagi mamlakatlarda vollastonit konsentratlarining sifati temir va titan oksidlari, oltingugurt, fosfor miqdori, shuningdek, refrakterlik va issiqlik o'tkazuvchanligi bilan belgilanadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, mahalliy mineral xomashyodan olinadigan deyarli barcha dispers materiallar, odatda, turli aralashmalarni, shu jumladan metall oksidlarini o'z ichiga oladi, bu esa ushbu materiallarni kompozitsion polimer materiallar ishlab chiqarishda qo'llash imkoniyatini keskin cheklaydi, shuningdek, ularning dispersligi kerakli darajaga yetmaydi. Shu bilan birga, yuqorida ta'kidlanganidek, kompozitsion polimer materiallar ingrediyentlarining sifatiga yuqori talablar qo'yiladi. Masalan, vollastonit xomashyosiga texnik shartlarga muvofiq talablar qo'yiladi, ular quyida kompozitsion polimer materiallar uchun keltirilgan.

Vollastonit xomashyolariga qo'yiladigan talablar texnik shartlarga muvofiq materiallarga:

1. Linoleum ishlab chiqarish uchun:

rudadagi vollastonit miqdori -	kamida	35-50%;
MnO miqdori, ko'pi bilan -		0,3%;
fraksiyaning yirikligi 0,44 mm gacha -		80%.

2. Rangli bo'yoqlarni ishlab chiqarish uchun:

konsentratdagi vollastonit miqdori 90% dan kam bo'lmazligi;

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{MnO}$ miqdori, ko'pi bilan - 0,3%;

fraksiyaning yirikligi - 0,44 mm gacha - 80%.

Yuqori sifatli kompozitsion polimer materiallar va qoplamalar ishlab chiqarish uchun mahalliy mineral xomashyolardan mayda dispersli mineral ingrediyentlardan, ayniqsa vollastonitlar sifatini yaxshilash va olishda foydalanish juda samarali hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Vandtrilt R.T. (США) Добыча //Стратегические потребления волластонита // Ресурсы мира, 1990. - № 11. - С.12-17
2. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфляна И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. - М.: Химия, 2000. - С.172-189.
3. Шуляк В.А., Сиваченко Л.А. Классификация способов разрушения и диспергирования твердых тел и дисперсных сред //Матер. НТ совещания стран содружества «Технологические проблемы измельчения и механоактивации». - Могилев, 1993. - С.260

ПОЛУЧЕНИЕ УПРОЧЁННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЫ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.М. Жураев

Каршинский государственный технический университет. Узбекистан.

e-mail: asror_djorayev@mail.ru

Аннотация. В работе на основании экспериментальных и эксплуатационных показателей исследованы элементэпоксидных композиции и покрытия на основе, обладающие высокими антифрикционными и защитными свойствами. В результаты эксплуатационных испытаний на износостойкость экспериментальных металл-полимерных композиций установлено, что износостойкость экспериментальных композитных материалов в 5-8 раз выше чем заводских аналогов.

Ключевые слова: элемент эпоксидные, металл-полимерные, антифрикционные, антикоррозийные, износостойкость, трение.

За последние годы для восстановления и изготовления деталей машин находят все большее применение антифрикционные и антикоррозионные материалы на основе эпоксидно-диановых смол (Каримов, 2009). Особое место при формировании надежных износостойких эпоксидных покрытий занимает введение в композицию соответствующих наполнителей. Исследования физико-механических и антифрикционных свойств эпоксидных композиций нашли достаточное отражение в литературе (Айбиндер и Андреева, 1970).

В связи с этим нами проведено комплексное исследование по выбору элемент эпоксидных композиций для конкретных условий эксплуатации. Анализ существующих научных данных в области химии полимеров сводятся к тому, что эпоксидные полимеры следует применять в смеси с другими ингредиентами.

Результаты предварительных исследований показали, что, введя в эпоксидные составы поликомпонентные минеральные наполнители, можно получить композицию с заранее заданными свойствами. Известно, что, степень структурирования полимерной системы зависит не только от величины связи полимера, наполнителя и удельной поверхности последнего, но и от содержания наполнителя в композиции.

Первоочередной задачей настоящего исследования явился выбор наиболее износостойких эпоксидных покрытия, работающего в условиях абразивной среды без смазки. Был составлен и испытан ряд эпоксидных композиций, включающих в себя различные наполнители.

Испытания проводились на модернизированной машине трения МИ-ИМ при заданном режиме. Заданными режимами явилось - комнатная температура, скорость перемещения $V = 0,09$ м/сек, $P = 15$ кН/м², без смазки в абразивной среде с размерами частиц до 50 мкм, длительность испытания 2 ч.

Предварительное изучение характера и степени износостойкости в абразивной среде без смазки позволило нам произвести выбор составов, удовлетворяющих условиям работы. Это позволило проводить дальнейшие работы по разработке технологии изготовления новых металл-полимерных изделий.

Использованная литература

1. Айбиндер С.Б., Андреева Н.Г. Влияние наполнителя на антифрикционные свойства полиэтилена. БДНТП им. Ф.Э.Дзержинского. – Б., 1970

2. Каримов Н.К. Известия АН РТ. Отд. физ.-мат., хим., геол. И техн. Наук, 2009, №1(134), с.78-81.

METFORMIN-LOADED MICRONEEDLES BASED ON CMC/HPMC

***Burkhonova Kh.I., Yunusov Kh.E.**

¹*Institute of Polymer Chemistry and Physics, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, 700128, Tashkent, Uzbekistan, A. Qodiriy St., 7 "b" polymer@academy.uz*

**e-mail: xurshida_26@icloud.com*

Abstract. Metformin-loaded dissolving microneedles based on CMC/HPMC polymers were successfully fabricated using a micromolding technique. The optimized formulation exhibited suitable rheological behavior, sufficient mechanical strength, controlled swelling, and sustained drug release over 72 h, demonstrating the potential of CMC/HPMC microneedles for transdermal metformin delivery.

Key words. Microneedles; Metformin; HPMC; CMC; Transdermal

In recent years, transdermal drug delivery systems in the pharmaceutical field have undergone significant advancements. Microneedles, especially those made from dissolvable polymers, have been widely used for effective drug delivery through the skin. Recent review studies have demonstrated that dissolving microneedles provide painless administration, improved patient compliance, and controlled drug release while minimizing gastrointestinal side effects associated with oral therapy.

The purpose of this study is to investigate the transdermal delivery characteristics of metformin from Na-CMC and HPMC polymer-based microneedles. This study presents the rheological properties, mechanical strength, swelling, and in vitro drug release of these formulations.

Na-CMC and HPMC polymers were prepared in 2%, 4%, and 5% concentrations and fabricated using the micromolding method. Metformin HCl (2 mg and 5 mg per patch) was loaded into each patch. The rheological properties, mechanical strength, swelling behavior, and in vitro drug release were analyzed.

In vitro drug release experiments revealed that metformin was gradually released from the microneedles. 2 mg metformin-loaded patches released 55% of the drug over 72 hours, while 5 mg metformin-loaded patches also released 55%. Specifically, 1.1 mg was released from the 2 mg formulation, and 2.75 mg from the 5 mg formulation. Both formulations showed rapid initial release, followed by a slower phase. These results indicate the influence of the polymer matrix on drug release and its controlled nature.

Swelling results showed that the 2% of CMC and 4% of HPMC blend exhibited the highest swelling characteristics, which contributed to effective control of drug release.

Regarding the rheological properties, the 4% of HPMC solution exhibited the highest viscosity, providing structural stability for microneedle formation. CMC in concentration of 2% showed lower viscosity, enhancing the flowability of the solution.

The results show that the CMC/HPMC blend is the optimal formulation for microneedle fabrication. Similar shear-thinning behavior and viscosity-dependent mold filling characteristics have been previously reported for cellulose-based microneedle formulations. The combination 2% of CMC and 4% of HPMC provided the best balance between flowability and structural integrity. The in vitro release rate and duration of drug release from the metformin-loaded microneedles were dependent on the polymer concentration and composition, with higher concentration patches (5 mg) exhibiting slower release profiles.

Rheological analysis revealed that high viscosity (4% of HPMC) systems are effective for microneedle formation, but may hinder the complete filling of the mold. CMC 2% provided good flowability but lacked sufficient structural stability. Therefore, the 2% of CMC and 4% of HPMC blend was selected as the most optimal polymer system because it ensures both drug release stability and efficiency.

The results demonstrated that the CMC/HPMC blend is the most suitable polymer system for microneedle fabrication. These systems ensure controlled drug release, structural stability, and good mechanical strength. Metformin-loaded microneedles can release the drug effectively over 72 hours, making them highly suitable for transdermal drug delivery systems.

This scientific research was conducted as part of the 2026 scientific research program titled "The Scientific Basis for the Activation of Natural Biopolymers and Their Derivatives" at the Institute of Polymer Chemistry and Physics, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

REFERENCE

Donnelly R.F., Singh T.R.R., Garland M.J. Hydrogel-forming microneedles: innovative materials for transdermal drug delivery. *Advanced Functional Materials*. 2012, 22, 4879–4890.

Filimon A., et al. Rheological behavior of cellulose derivative polymer systems for biomedical applications. *Polymers*. 2023, 15, 1625.

Korsmeyer R.W., Gurny R., Doelker E., Buri P., Peppas N.A. Mechanisms of solute release from porous hydrophilic polymers. *International Journal of Pharmaceutics*. 1983, 15(1), 25–35.

Larrañeta E., Lutton R.E.M., Woolfson A.D., Donnelly R.F. Microneedle arrays as transdermal and intradermal drug delivery systems: Materials science, manufacture and commercial development. *Materials Science and Engineering R*. 2016, 104, 1–32.

Tsuboko Y., Sakoda H., Okamoto Y., Nomura Y., Yamamoto E. Mechanical characterization of individual needles in microneedle arrays: factors affecting compression test results. *Pharmaceutics*. 2024, 16(11), 1480.

Zn(II) VA Ni(II) TUZLARINING 2-(1H-BENZOTRIAZOL-1-il) SIRKA KISLOTASI BILAN KOMPLEKSLARINI SEM-EDX METODI YORDAMIDA O'RGANISH VA SPEKTROSKOPIK TAHLILI

N.O. Toirova, K.Z. Raximova, D.S. Raxmonova, G.K. Aliyeva,

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU umumiy va noorganik kimyo kafedrası

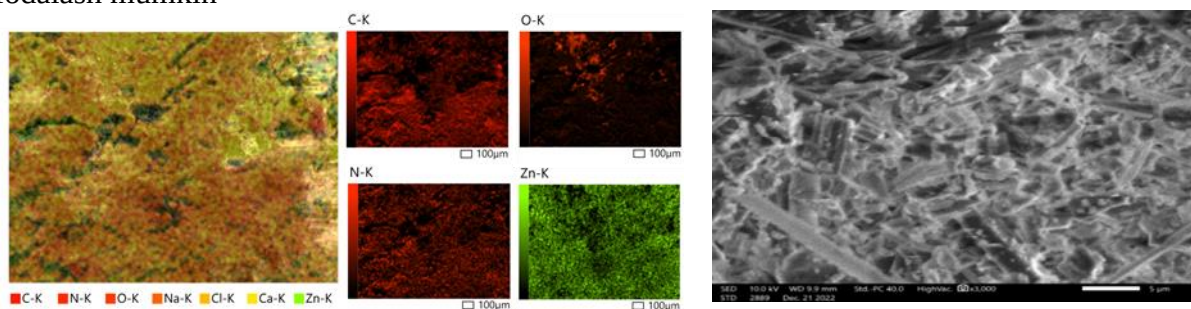
e-mail: toiromanavruza7@gmail.com +998974620091

Abstract: Scanning Electron Microscopy (SEM) is a premier technique for material analysis. By bombarding surfaces with electron beams, it generates secondary electrons and X-rays. Collecting these low-energy electrons produces detailed topographic images. SEM is highly valued for its exceptional resolution, high magnification, image clarity, and ease of data interpretation.

Keywords: Zn (II) chloride and Ni (II) acetate salts, ligand, 2-(1H-benzotriazol-1-yl)acetic acid (L), scanning electron microscopy.

Sintez qilingan ligand va komplekslardagi elementlarning miqdorini (kislorod, uglerod, azot va metall elementlari) skanerlovchi elektron mikroskop va energiya-dispersion (SEM-EDX) analiz usuli yordamida analiz qilindi.

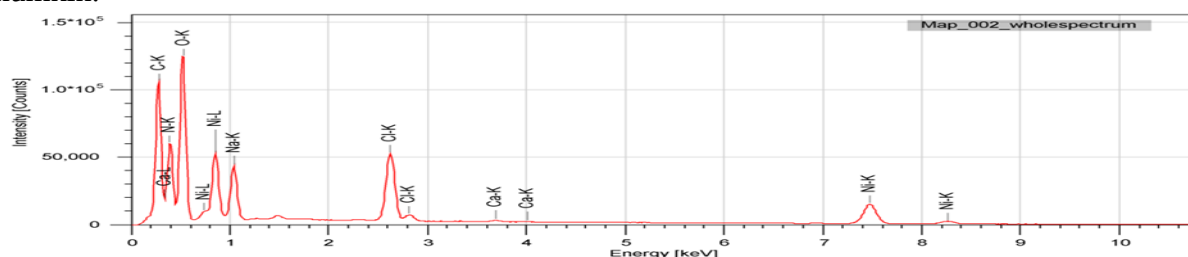
O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida rux xloridining L bilan kompleksidagi elementlarning miqdori tahlil qilindi. Analizdan olingan ma'lumotlarda kompleks tarkibidagi Zn, O, C va N elementlarining massaga nisbatan foiz konsentratsiyalari Zn-5,66 %, C-35,68%, N-20,3 %, O-27,16 % miqdorda ekanligini ko'rsatadi (1-rasm), bu esa $\text{ZnC}_{16}\text{H}_{16}\text{N}_3\text{O}_5$ tarkibli Brutto formulaga to'g'ri keladi. Keltirilgan brutto formulaga asoslanib kompleks tarkibini $[\text{ZnL}_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ tarzida ifodalash mumkin



1-rasm. $[\text{ZnL}_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ kompleks birikmaning mikrostrukturasi a) va b)

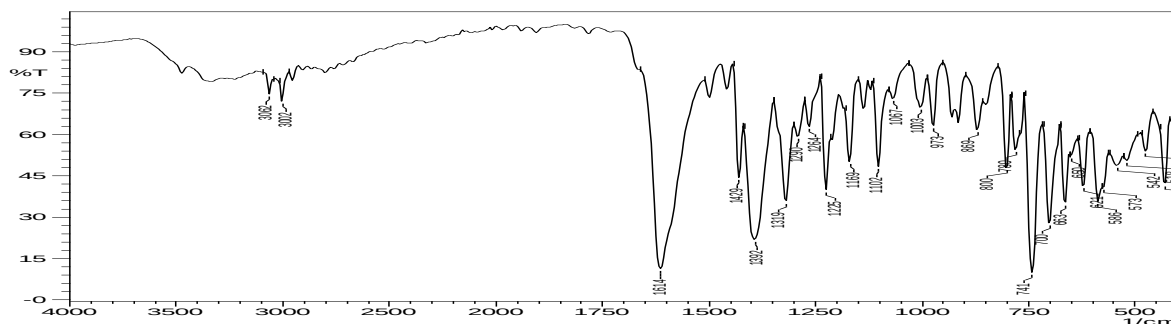
EDX natijalari d).

SEM-EDX metodiga ko'ra nikel xloridining L bilan kompleksidagi Ni, C, N, O elementlarining massaga nisbatan foiz konsentratsiyalari tegishli ravishda Ni-5,61%, C-27,08 %, N-24 %, O-35,22 % ni tashkil etdi (2-rasm). Bu esa $\text{NiC}_{16}\text{H}_{16}\text{N}_3\text{O}_5$ Brutto formulaga to'g'ri keladi. Keltirilgan formulaga asoslanib, kompleksning tarkibini $[\text{NiL}_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ formulasi bilan ifodalash mumkin.



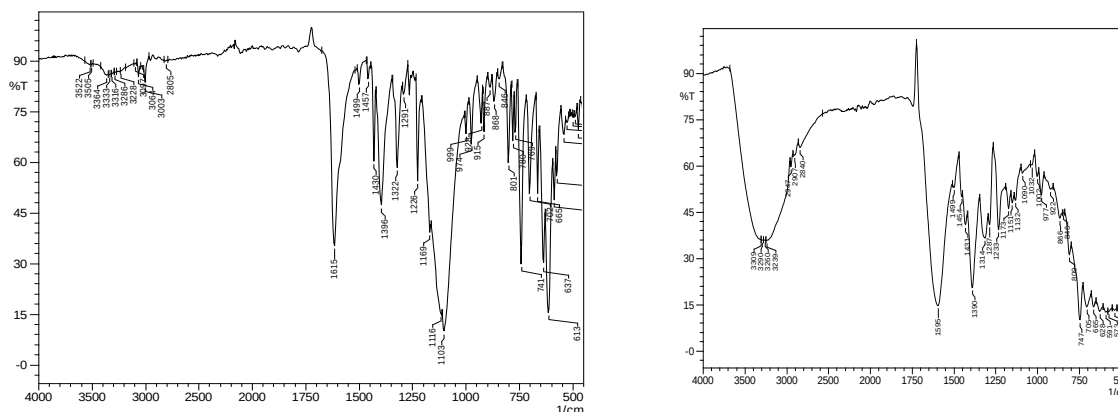
2-rasm. $[\text{NiL}_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ kompleks birikmaning mikrostrukturasi a) va b) EDX natijalari d).

SEM-EDX natijasida olingan ma'lumotlar tahlil qilinganda na'munalarning haqiqiy tarkibini ifodalovchi elementlarga mos keladigan cho'qqilarni ko'rsatadigan spektrlardan iboratligi aniqlandi. Barcha tahlil qilingan komplekslarda elementlar tarkibining foiz miqdorlari solishtirildi va natijalar bir-biriga mos kelishi aniqlandi.



3-rasm. 2-(1H-benzotriazol-1-il) sirka kislotasi (L) ning IQ-spektri

L (3-rasm) va uning Zn(II), Ni(II) tuzlari bilan kompleks birikmalarining (4-rasm) IQ-spektrlarini taqqoslash shuni ko'rsatadiki, 603 cm^{-1} , 602 cm^{-1} , 591 cm^{-1} , 560 cm^{-1} sohalarda IQ-spektrlarda O-M bog'iga tegishli bo'lgan va ligand spektrlarida mavjud bo'lmagan yutilish chiziqlarining kuzatilishi 2-(1H-benzotriazol-1-il) sirka kislotasining karboksil guruhidagi kislorod atomi bilan markaziy atom ion bog'lanish hosil qilganligi bilan izohlanadi. 455-482 cm^{-1} sohalarda IQ-spektrlarida N-M bog'iga tegishli bo'lgan, ligand spektrida uchramaydigan yutilish chiziqlarining kuzatilishi geterosiklik ligand 2-(1H-benzotriazol-1-il) sirka kislotasining triazol halqasidagi azot atomi orqali markaziy atomga koordinatsiyaga uchraganligini ko'rsatadi (1-jadval)



4-rasm. $[\text{ZnL}_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ va $[\text{NiL}_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ komplekslarining IQ-spektrlari

Ligand va uning asosidagi komplekslarning IQ-spektrlaridagi asosiy tebranishlar (cm^{-1})

Birikma	$\nu(\text{C}-\text{H})$	$\sigma(\text{C}-\text{H})$	$\nu(\text{C}=\text{C})$	ν $\text{C}=\text{O}$	$\nu \text{C}-\text{N}$	$\nu \text{N}-\text{N}$	$\nu \text{N}=\text{N}$	$\nu \text{O}-\text{M}$	N-M
L	3062	973	1500	1614	1264	1067	1457	-	
$[\text{NiL}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$	2947	977	1454	1595	1287	1090	1499	591	463
$[\text{ZnL}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$	3064	974	1457	1615	1261	1103	1499	560	465

Demak, komplekslarda ligand 2-(1H-benzotriazol-1-il) sirka kislotasining karboksil guruhidagi kislorod atomi bilan markaziy atom ion bog', azot atomi hamda suv molekulasini bilan koordinatsion bog' orqali bog'lanishidan dalolat beradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Jimoh, T. A., Oyewale, A. O., Ibrahim, H., Habila, J. D., & Arthur, D. E. (2022). Biological evaluation and docking study of synthesized derivatives of benzotriazole and benzimidazole as antibacterial agents. *Chemistry Africa*, 5(3), 509-523.
2. Labbozzetta, M.; Barreca, M.; Spanò, V.; Raimondi, M.V.; Poma, P.; Notarbartolo, M.; Barraja, P.; Montalbano, A. Novel Insights on [1,2]Oxazolo[5,4- e]Isoindoles on Multidrug Resistant Acute Myeloid Leukemia Cell Line. *Drug Dev. Res.* **2022**, *83*, 1331–13341.
3. Cisar, J.S.; Pietsch, C.; DeRatt, L.G.; Jacoby, E.; Kazmi, F.; Keohane, C.; Legenski, K.; Matico, R.; Shaffer, P.; Simonnet, Y.; et al. N-Heterocyclic 3-Pyridyl Carboxamide Inhibitors of DHODH for the Treatment of Acute Myelogenous Leukemia. *J. Med. Chem.* **2022**, *65*, 11241–11256.

RAGOSINNING SUVDA ERUVCHAN SUPRAMOLEKULYAR KOMPLEKSLARI SINTEZI

Abdushukurova X.K., Omonova G.Sh., Qurbonova B.X.

Guliston davlat universiteti, 120100. Guliston, 4 mavze, abdushukurovahilola@gmail.com

Abstract Supramolecular complexes of ragosin, a gossypol derivative, with the salt of glycyrrhizic acid were synthesized in 1:4 and 1:15 ratios. IR spectroscopy analysis indicated that intermolecular hydrogen bonds led to increased stability and water solubility. These results provide an important scientific basis for enhancing the biological efficacy of ragosin and creating new low-toxicity pharmaceutical preparations.

Keywords: ragosin, glycyrrhizic acid, monoammonium salt, supramolecular complex, physicochemical properties.

Keyingi ming yilliklar davomida qizilmiya an'anaviy Xitoy retseptlarining aksariyatida tarkibiy qism sifatida qo'llanilgan. Bu o'simlik ildizidan glitsirrizin kislotasi ajratib olinadi. Ushbu moddaning gepatit virusi, herpes virusi va og'ir o'tkir respirator sindromli koronavirus 2 (SARS-CoV-2) kabi viruslarga qarshi keng doiradagi antiviral faolligi o'rganilgan [1]. Gossypolning shiff asoslari bilan bir qancha birikmalar olingan bolib, ushbu hosilalarning ba'zilar asosida dori vositalari ham yaratilgan: masalan, Ragosin virusli gepatit kasalliklarini davolashda tavsiya etiladi hamda interferon induktori ham hisoblanadi [2,3]. Ragosinning glitsirrizin kislotasi va uning tuzlari bilan suvda eruvchan supramolekulyar komplekslari olingan [4,5]. Shuni e'tiborga olgan holda ushbu tadqiqot ishida ragosinning glitsirrizin kislotasi monoammoniyli tuzi bilan hosil qilgan supramolekulyar komplekslarini olish va ularning tuzilishlarini IQ- spektroskopiya usulida tadqiq qilishni maqsad qildik.

Olingan natijalar va ularning tahlili

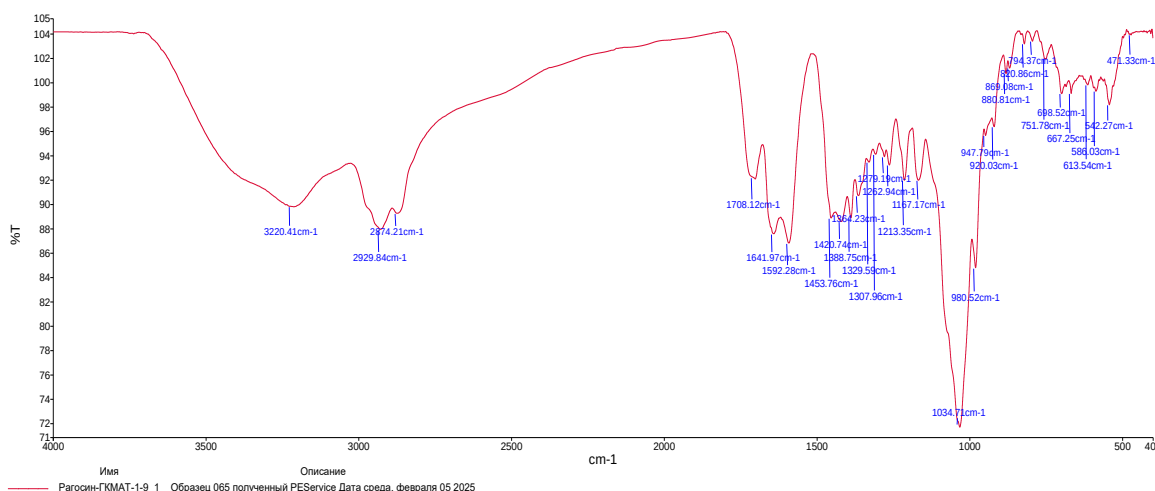
Ragosinning GKMAT bilan 1:9 nisbatlarda supramolekulyar komplekslari 1-sxemaga asosan suv-spirt sistemasida olindi. Olingan supramolekulyar kompleks birikmalarnig ayrim fizik-kimyoviy va spektral xususiyatlari 1-jadvalda keltirilgan.

№	Sintez qilingan komplekslar	Mol nisbatlar	Eruvchanligi	Suyuqlanish harorati °C (parchalanishi bilan)	Rf	1-jadval
						Reaksiya unumi %
1	Ragosin		Atseton, xloroform, geksan	218-220	0.7*	72.46
2	Ragosin:GKMAT	1:9	Suv, spirt	186-188	0.5**	87.91

Eslatma: *sistema (geksan:atseton 2:1), **sistema (spirt:suv 1:1)

1- jadval: Ragosinning GKMAT bilan 1:9 nisbatdagi supramolekulyar komplekslari ayrim fizik-kimyoviy kattaliklari

1-jadval ma'lumotlariga ko'ra, olingan barcha supramolekulyar komplekslar suvda va suv:spirt (50/50) aralashmasida yaxshi eriydi. Bu ularning boshlang'ich Ragosinga nisbatan yuqori biologik ta'sirchanlikka ega bo'lishi mumkinligini bildiradi. Komplekslar geksan:atseton tizimida $R_f = 0,5-0,7$ oralig'ida aniqlangan. Ularning suyuqlanish harorati 180–220 °C oralig'ida parchalanish bilan kechadi. Komplekslarning unumi 78–88% ni tashkil etib, saponinning tozalik darajasi 92–94% ga teng. Olingan yangi supramolekulyar komplekslarning tuzilishini aniqlash va reagentlar bilan o'zaro ta'sir natijasida hosil bo'lgan yangi bog'lanishlarni aniqlash uchun IQ-spektroskopiya usulidan foydalanildi.



1-rasm. Ragosin:GKMAT bilan 1:9 supramolekular kompleksi IQ spektri

1-rasmda keltirilgan Ragosin va GKMAT (1:9) supramolekulyar kompleksining IQ-spektri tahlil qilindi. GKMAT molekulasidagi OH guruhlarining valent tebranishlari 3376 cm^{-1} da kuzatilgan bo'lsa, kompleksda vodorod bog'lanishi tufayli bu cho'qqi 3220 cm^{-1} sohada keng yelka ko'rinishida siljigan. CH_3 va CH_2 guruhlarining valent tebranishlari $2930\text{--}2874\text{ cm}^{-1}$ oralig'ida saqlangan. Karboksil guruhining $\text{C}=\text{O}$ valent tebranishi 1642 cm^{-1} da, aglikon qismidagi C-11 dagi $\text{C}=\text{O}$ tebranishi esa 1708 cm^{-1} da namoyon bo'lgan. CH_3 , CH_2 va CH guruhlarining deformatsion tebranishlari 1454 , 1421 va 1388 cm^{-1} da, C-O-C va C-OH bog'larining tebranishlari 1167 cm^{-1} da, $(=\text{CH})$ guruhining deformatsion tebranishi esa 981 cm^{-1} da kuzatilgan.

Birinchi marta gossipolning Shiff asosi - Ragosin bilan GKMAT ining 1:9 molyar nisbatdagi supramolekulyar kompleksi olindi. Olingan supramolekulyar kompleksning ayrim fizik-kimyoviy va spektral xarakteristikasi tahlili asosida komplekslarning muvofiqlashtiruvchi kuchlari sifatida molekulararo vodorod bog'lari ishtirok etishi ko'rsatib berildi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Zuo J. et al. A review of the antiviral activities of glycyrrhizic acid, glycyrrhetic acid and glycyrrhetic acid monoglucuronide //Pharmaceuticals. – 2023. – T. 16. – №. 5. – S. 641. [MDPI full text] [PubMed]
2. Sayitkulov A.M., Vinogradova N.A., Ziyaev Kh.L. et al. Gossypol-based interferon inducer. // In the book: scientific works of the Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after N.F. Gamaleya RAMN. Interferon-92. - P. 149-153.
3. Yershov F.I., Sayitkulov A.M., Tazulakhova E.B., Sadikov A.S. New inducer of interferon, activated during oral administration.//Questions of virology. - T., 1986. - No. 3. - P. 335-338.
4. Abdushukurova Kh.K., Rejepov K.J., Esanov R.S., Matchanov A.D. Obtaining supramolecular complexes of 1,1',6,6'-tetrahydroxy-5,5'-diisopropyl-3,3'-dimethyl-7,7'-dioxo-8,8'-dimethin-[4," 4 "'-diimino- (1," 1 "'-diphenyl2," 2 "' , 3,"3 "'-tetramethyl-5,"5 "'-dipirazolone)]-2,2'-dinaphthalene with glycyrrhizic acid. No1/2023 Uzbek Scientific and Technical and Production Journal. Compositional materials. Tashkent - 2023. P. 25
5. Abdushukurova Kh.K., Matchanov A.D., Certain physicochemical parameters of supramolecular complexes of Ragosin with the monoammonium salt of glycyrrhizic acid / Bulletin of Gulistan State University. 2025 / 4 (120) "University" Publishing House, Gulistan - 2025. P 41-45

1,2,4-TRIAZOLE DERIVATIVES AND 6-AMINO-1,3-DIMETHYL-5-NITROSOPYRIMIDINE-2,4-DIONE AND HIRSCHFELD SURFACE ANALYSIS OF INTERMOLECULAR INTERACTION EFFECTS

¹ Kh.B.Tursunov, ¹ Kh.Kh.Turayev, ¹ Kh.R.Tillayev, ² J.M.Ashurov

¹ Termez State University, ² Institute of Bioorganic Chemistry of the UzResFA

E-mail: xurshidnurtursunov@gmail.com

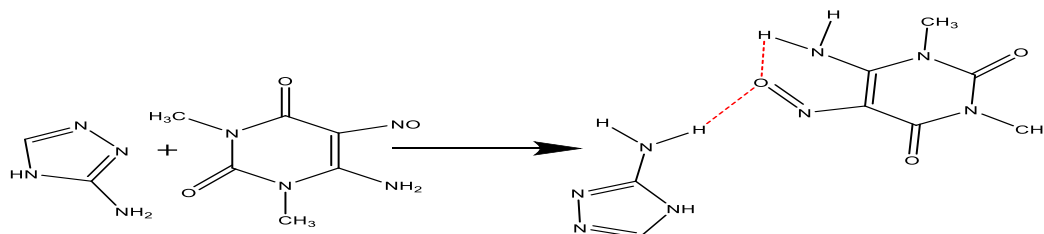
Abstract. In this work, a new cocrystal was synthesized based on 6-amino-1,3-dimethyl-5-nitrosopyrimidine-2,4(1H,3H)-dione and 1H-1,2,4-triazol-5-amine. The crystal structure of the resulting cocrystal was determined by X-ray diffraction (XRD), and intermolecular interactions were evaluated by Hirshfeld surface analysis. The results showed that the combined effect of hydrogen bonds and dispersion forces dominates the crystal packing.

Keywords: cocrystal, triazole, pyrimidine derivative, XRD, Hirshfeld surface analysis, intermolecular interactions.

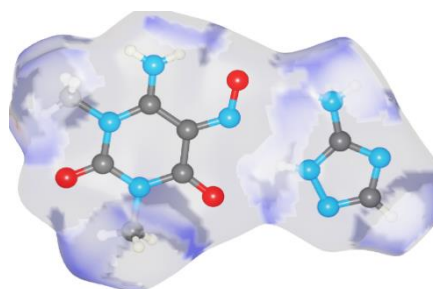
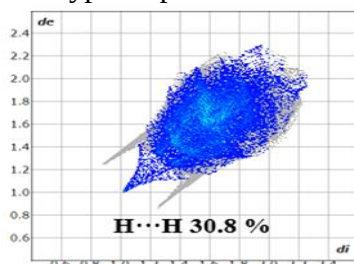
In recent years, nitrogen and oxygen donor heterocyclic compounds have been widely studied in chemistry and materials science. In particular, 1,2,4-triazole and pyrimidine derivatives are of great importance in scientific research due to their high reactivity and ability to be modified with various functional groups. Although these fragments have been studied separately in the literature, the crystal structure and intermolecular interactions of the systems formed as a result of their combination in one molecule have not been sufficiently elucidated. In modern crystallography, Hirshfeld surface analysis is an effective tool for determining intermolecular contacts and provides a deep understanding of the crystal packing mechanism. Therefore, in this work, a new compound based on nitrosopyrimidine and triazole fragments was synthesized, and its crystal structure and intermolecular interactions were studied in a comprehensive manner.

The crystal structure of the synthesized compound was determined by X-ray structural analysis, and crystallographic parameters, molecular geometry, bond lengths and angles were characterized. Intermolecular interactions were studied by Hirshfeld surface analysis using the CrystalExplorer program and quantified based on fingerprint diagrams.

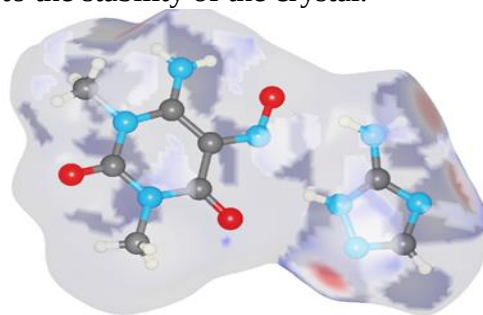
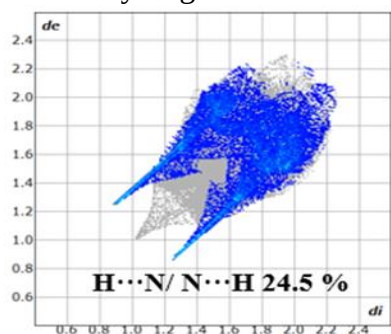
XRD analysis showed that the obtained compound has a clear crystalline structure.



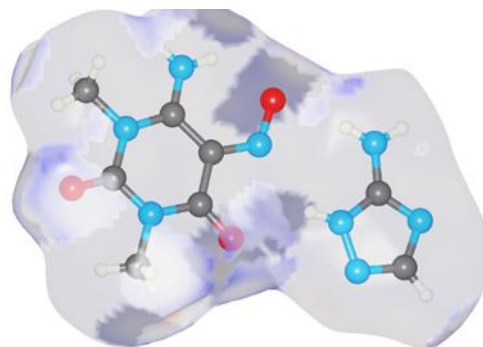
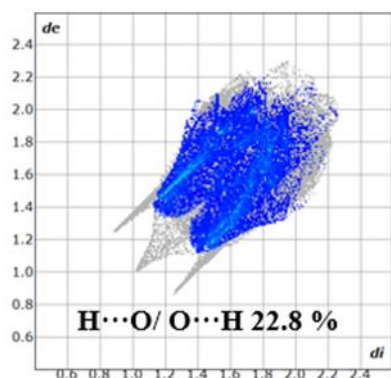
The nitrogen and oxygen atoms present in the molecule act as donor centers and tend to form hydrogen bonds in the crystal lattice. The molecules are stabilized within the crystal structure by mutual hydrogen bonds and weak dispersion forces. According to the results of Hirshfeld surface analysis, intermolecular interactions in the crystal structure of the obtained compound are formed by various contacts. The largest share is **H···H contacts (30.8%)**, which indicates that van der Waals-type dispersion forces between molecules dominate in the crystal lattice.



This result indicates that the molecules are densely packed and that the close-range contacts between hydrogen atoms contribute significantly to the stability of the crystal.

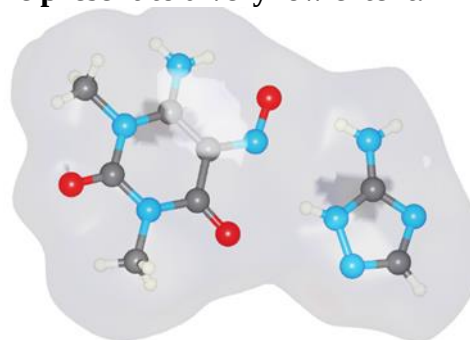
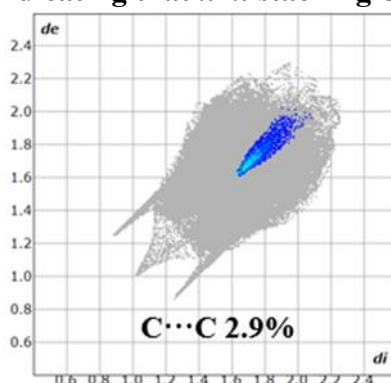


Also, **H...N/N...H contacts** account for 24.5%, indicating that hydrogen bonds formed by nitrogen atoms play an important role in the formation of the crystal structure. These contacts create directional interactions between molecules, ensuring the ordered structure of the crystal lattice.



In addition, **H...O/O...H contacts** account for 22.8%, confirming the presence of hydrogen bonds involving oxygen atoms. These interactions are considered to be one of the main factors providing additional stability to the crystal structure.

From the contacts with a lower proportion, **C...C interactions (2.9%) were detected, indicating that π - π stacking-type interactions are present to a very low extent.**



In summary, a novel multicomponent cocrystal based on 6-amino-1,3-dimethyl-5-nitrosopyrimidine-2,4(1H,3H)-dione and 1H-1,2,4-triazol-5-amine was successfully synthesized and characterized. The precise crystal structure of the resulting compound was established using single-crystal X-ray diffraction, confirming the formation of a well-defined

supramolekular architecture. The study placed a particular emphasis on the quantitative evaluation of intermolecular interactions through **Hirshfeld surface analysis**. This computational approach allowed for a detailed visualization and mapping of the contact types within the crystal lattice, highlighting the significant role of classical hydrogen bonding ($N-H\cdots N$ and $N-H\cdots O$) as well as $\pi\cdots\pi$ stacking interactions. The 2D fingerprint plots further quantified the contribution of each individual contact, revealing that these non-covalent forces are the primary drivers of the structural stability and packing efficiency. The findings of this research offer a deeper insight into the crystal engineering and packing mechanisms of pyrimidine-based derivatives. By identifying the specific supramolecular synthons responsible for the assembly of these molecules, this work contributes valuable data to the field of material science and pharmaceutical design. Ultimately, the results provide a robust foundation for the future development of new cocrystals with predictable physicochemical properties and enhanced functional performance.

References

1. **Dhanalakshmi, V., & Gunasekaran, S.** (2024). "Synthesis, XRD, and Hirshfeld surface analysis of novel pyrimidine-based co-crystals for pharmaceutical applications." *Journal of Molecular Structure*, 1298, 137045.
2. **Kaur, R., & Singh, P.** (2023). "Exploration of intermolecular interactions in triazole-pyrimidine hybrid crystals: Insights from X-ray diffraction and Hirshfeld surface studies." *CrystEngComm*, 25(14), 2110-2125.
3. **Spackman, P. R., & Thomas, S. P.** (2024). "Modern computational tools in crystal engineering: Evolution of Hirshfeld surface analysis and fingerprint plots." *Crystallography Reviews*, 30(2), 85-112.
4. **Wang, L., Zhang, Y., & Liu, H.** (2023). "Structural characterization and hydrogen-bonding patterns in 1,2,4-triazole co-crystals: A combined experimental and Hirshfeld surface study." *Journal of Chemical Crystallography*, 53(3), 341-355.

TABIIY POLIMERLAR ASOSIDAGI BIOPARCHALANUVCHI INTERPOLIMER KOMPLEKSLAR: CHIQINDISIZ TEXNOLOGIYA SARI

Samandarova Sadoqat Baxodir qizi, Qutlimuratov Nurbek Matkarimovich

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Annotation: This thesis examines the scientific foundations for obtaining biodegradable interpolymer complexes (IPCs) from polysaccharides and proteins. The study analyzes complex formation mechanisms via electrostatic interactions and hydrogen bonding. These green materials offer sustainable solutions for agriculture, medicine, and packaging, serving as a key step toward zero-waste technologies.

Keywords: Biopolymers, chitosan, polyelectrolyte complexes, biodegradation, green chemistry, sustainable materials, macromolecular design.

Hozirgi kunda dunyoda har yili 400 million tonnadan ortiq plastik ishlab chiqarilmoqda, ularning atigi 10% dan kamrog'i qayta ishlanadi. Polietilen, polipropilen kabi sintetik polimerlarning tabiatda parchalanishi uchun yuzlab yillar talab etilishi ekologik inqirozni yuzaga keltirmoqda. Shu bois, "yashil kimyo" tamoyillariga muvofiq, tabiatda to'liq parchalana oladigan materiallar yaratish — zamonaviy materialshunoslikning ustuvor vazifasidir.

Interpolimer komplekslar hosil qilish uchun xomashyo sifatida quyidagi tabiiy makromolekulalar katta qiziqish uyg'otmoqda:

Xitozan: Qisqichbaqasimonlar qobig'idan olinadigan kationli polielektrolit;

Kraxmal va Sellyuloza: Eng ko'p tarqalgan, qayta tiklanuvchi o'simlik manbalari;

Natriy-karboksimetilsellyuloza (Na-KMS): Manfiy zaryadlangan anion polimer;

Pektin va Alginatlar: Meva va dengiz o'tlaridan olinadigan biopolimerlar.

Ushbu polimerlarning afzalligi shundaki, ular nafaqat bioparchalanuvchan, balki biotibbiyotda qo'llash uchun zarur bo'lgan toksik bo'lmagan xususiyatga ham ega.

IPKlar ikki xil komplementar (bir-birini to'ldiruvchi) polimerlarning molekulalararo o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi. Tabiiy polimerlar ishtirokida bu jarayon asosan quyidagicha kechadi:

Elektrostatik ta'sir: Masalan, musbat zaryadlangan xitozan va manfiy zaryadlangan Na-KMS aralashtirilganda, ionli bog'lar hisobiga barqaror polielektrolit kompleks (PEK) hosil bo'ladi

Vodorod bog'lanishi: Polimerlar tarkibidagi gidroksil (-OH) va karboksil (-COOH) guruhlar orasidagi bog'lanishlar.

Gidrofob o'zaro ta'sirlar: Bu komplekslarning suvli muhitdagi barqarorligini ta'minlaydi.

Ushbu jarayonlarning o'ziga xosligi shundaki, kompleks hosil qilish orqali biz polimerning fizik-kimyoviy xossalarini (mustahkamligi, suvda eruvchanligi, gaz o'tkazuvchanligi) kimyoviy modifikatsiya qilmasdan, "yumshoq" usullar bilan boshqarishimiz mumkin.

Tabiiy IPKlar "aylanma iqtisodiyot" (circular economy) modeliga to'liq mos keladi:

Qishloq xo'jaligida: IPK asosidagi kapsulalar mineral o'g'itlar va pestitsidlarning tuproqda sekin, me'yor bilan ajralishini ta'minlaydi. Bu tuproq ifloslanishini kamaytiradi va hosildorlikni oshiradi.

Ekologik qadoqlashdan maqsad: polietilen plyonkalar o'rmini bosuvchi, oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash muddatini uzaytiruvchi bioplyonkalar yaratish.

Bunday plyonkalar ishlatilgandan so'ng tuproqda kompost holatida 2-6 oy ichida to'liq parchalanadi. Laboratoriya sharoitida olingan IPK plyonkalari 45 kun ichida 85-90% gacha massa yo'qotadi (Kaliyeva A. J., 2022). Bu xususiyat materialni qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat sanoati uchun samarali natija berishini anglatadi.

Oqova suvlarni tozalash: Tabiiy polielektrolit komplekslari og'ir metall ionlari va organik bo'yoqlarni bog'lab oluvchi samarali, ekologik toza flokulyantlar va sorbentlar hisoblanadi.

Tabiiy polimerlar asosidagi IPKlarni keng sanoat miqyosida qo'llashda ba'zi to'siqlar mavjud: Gidrofillik: Tabiiy polimerlar suvga o'ta sezgir, bu esa nam muhitda materialning mustahkamligini kamaytiradi. Yechim sifatida IPK tarkibiga nano-to'ldiruvchilar (masalan, nanokristallik selluloza) kiritish orqali gibrid tizimlar yaratish taklif etilmoqda.

Tabiiy polimerlar asosidagi bioparchalanuvchi interpolimer komplekslar kimyosi — bu nafaqat ilm-fanning nazariy yo'nalishi, balki global ekologik inqirozdan chiqishning amaliy yo'lidir. IPKlarning ko'p funksiyaliligi va ularni olishda organik erituvchilardan foydalanmaslik ("suvli muhit kimyosi") ularni chiqindisiz texnologiyalarning poydevoriga aylantiradi. Kelajakda ushbu komplekslarni gen muhandisligi mahsulotlari bilan uyg'unlashtirish orqali o'z-o'zini tiklovchi va bioaktiv materiallar yaratish imkoniyati mavjud.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Kaliyeva A. J., et al. Biodegradable Polymers and IPCs: Progress and Perspectives. Journal of Polymer Science, Vol. 14, pp. 45-58, (2022).
2. Rashidova S. Sh. Nanopolimerlar va ularning biologik faolligi. Toshkent: "Fan" nashriyoti, (2018).
3. UNESCO Report. Global Plastic Pollution and Bio-based Solutions.(2023)

СТРУКТУРНЫЕ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ХИТОЗАНОВЫХ ПЛЕНОК

Д.М.Саттарова¹, Н. М. Тажибаева², М.Р.Кодирханов¹

Наманганский государственный педагогический институт, Наманган, Узбекистан

Наманганский государственный университет, Наманган, Узбекистан

e-mail: iminova_d@mail.ru

Abstract. In this study, film samples based on chitosan *Bombyx mori* in acetic acid at different ratios with polyvinyl alcohol and Ag were obtained by casting, and the structural and moisture adsorption properties of the obtained films were investigated. Thermal analysis and X-ray diffraction analysis of the films were carried out. The sorption properties of the film materials in relation to water vapor were determined using the gravimetric method.

Key words: chitosan, polyvinyl alcohol, film, moisture retention, crystallinity

Плѐнки на основе хитозана являются биоразлагаемыми, биосовместимыми и полукристаллическими материалами, обладающими высокой способностью связывать воду и небольшие молекулы благодаря наличию аминогрупп и гидроксильных групп. Обычно они характеризуются отличной способностью к плѐнкообразованию, высокой прочностью на растяжение и эффективными газобарьерными свойствами.

Хитозан является хорошим плѐнкообразующим полимером, однако чистые плѐнки из хитозана хрупкие, поэтому для улучшения механических свойств необходимы пластификаторы. Тем не менее, добавление пластификаторов может влиять на другие функциональные свойства, такие как сорбция влаги.

Смешивание хитозана с синтетическими полимерами является удобным методом получения синтетических биоразлагаемых полимеров, обладающих разнообразными свойствами, такими как хорошее водопоглощение и улучшенные механические свойства (например, синтетические биоразлагаемые полимеры, используемые в качестве biomaterialов, имеют прочность на разрыв от 16 до 50 МПа и модуль упругости от 400 до 3000 МПа) при сохранении биоразлагаемости (Israel Engelberg and Joachim Kohn, 1991).

Плѐнки на основе хитозана являются перспективной инновацией в области активной упаковки пищевых продуктов, поскольку обладают антиоксидантными и антимикробными свойствами. Эти плѐнки получили признание благодаря способности продлевать срок хранения скоропортящихся пищевых продуктов. Покрытия из хитозана эффективно сохраняют фрукты и овощи, а также поддерживают высокие качественные характеристики свежих продуктов (Congde Qiao and etc, 2021).

Целью данной работы было получение плѐнок на основе хитозана *Bombyx mori* с Mw равной 70 и 125 кДа со степенью деацетилирования 71 и 80 в уксусной кислоте в разном соотношении с поливиниловым спиртом (ПВС) 50:50, 60:40 и 75:25) и Ag методом литья, а также исследованы структурные и влагоадсорбционные свойства полученных плѐнок.

Хитозан, полученный из *Bombyx mori* (куколок шелкопряда, Узбекистан), поливиниловый спирт (Mw-50 кДа, Япония) и уксусная кислота (УК) от Beijing Chem. Works (Beijing SHJI) использовались в работе. Рентгенодифракционный анализ пленок проводился с использованием рентгеновского дифрактометра Rikagu, MiniFlex 600, Yaponiya.

Рентгенодифракционные спектры образцов плѐнок показали характерный широкий дифракционный пик вблизи $2\theta \approx 19-20^\circ$, соответствующий полукристаллической природе матриц ПВС и хитозана. Плѐнка из чистого ПВС демонстрировала самый резкий дифракционный пик, указывающий на более высокую кристалличность, в то время как плѐнка чистого хитозана показал более широкий пик, характерный для аморфной структуры. В смешанных плѐнках интенсивность пика увеличивалась с увеличением содержания ПВА из-за усиления межмолекулярных водородных связей и структурного упорядочения. Добавление Ag привело к расширению пика и незначительному снижению кристалличности, что указывает на взаимодействие между частицами Ag и полимерной матрицей. Отсутствуют ярко выраженные пики металлического серебра, что говорит о том что Ag может быть хорошо диспергирован.

Термический анализ плёнок проводили на приборе Shimadzu DTG-60 в атмосфере аргона. Термограмма пленки из ХЗ/ПВС (75/25) продемонстрировала значительно большую начальную потерю веса (54,62%) по сравнению с чистым хитозаном (18,02%) и ПВА (47,65%), что указывает на улучшенное удержание влаги благодаря сильным водородным связям в смешанной матрице.

Более того, основной пик деградации сместился с 297,26 °C (хитозан) и 232,30 °C (ПВА) до 177,94 °C, что свидетельствует о снижении термической стабильности и увеличении аморфности композита. Наличие единственного доминирующего пика деградации подтверждает образование межмолекулярных взаимодействий между компонентами.

Определение сорбционных свойств плёночных материалов по отношению к парам воды проводили весовым методом. Образцы выдерживали в эксикаторах с определённым значением относительной влажности воздуха. 100%-ная влажность создавалась насыщенными парами воды при 20 - 22°C. Для изучения процесса сорбции паров воды во времени образцы помещали в закрытые и взвешенные заранее бюксы, затем взвешивали через определённые промежутки времени с помощью электронных весов с точностью до 0,0001 г. Сорбционную ёмкость рассчитывали по формуле:

$$S = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\%$$

где m – масса исходного образца, термостатированного в эксикаторе с концентрированной H_2SO_4 (или в термошкафу в течение 1 часа при $T=120^\circ C$) до постоянной массы, г; m_1 – масса образца увлажнённого в эксикаторе с определённой относительной влажностью до постоянной массы, г. Показатели сорбционной емкости полученных плёночных материалов, полученных из растворов ХЗ и ПВС составляют до 60 %, что свидетельствует об их высокой способности поглощать влагу.

В результате анализа рентгенодифрактограмм образцов плёнок показала, что плёнка чистого ПВС продемонстрировала более высокую кристалличность, а плёнка чистого хитозана показала более широкий пик, характерный для аморфной структуры. В плёнках смеси ХЗ/ПВС интенсивность пика увеличивалась с увеличением содержания ПВА из-за усиления межмолекулярных водородных связей и структурного упорядочения. Добавление Ag привело к расширению пика и незначительному снижению кристалличности, что указывает на взаимодействие между частицами Ag и полимерной матрицей. Термограмма пленки из ХЗ/ПВС (75/25) продемонстрировала значительно большую начальную потерю веса (54,62%) по сравнению с чистым хитозаном (18,02%) и ПВА (47,65%), что указывает на улучшенное удержание влаги благодаря сильным водородным связям в смешанной матрице. Сорбционная ёмкость плёнок на основе смеси ХЗ/ПВС найдена выше по сравнению с плёнками из чистого хитозана. Было выявлено, что сорбционная ёмкость зависит от степени деацетилирования хитозана, молекулярной массы, соотношения хитозан/ПВС. С повышением содержания ПВС в плёнке наблюдалось повышение водопоглощения.

Список использованной литературы:

1. Israel Engelberg, Joachim Kohn. Physico-mechanical properties of degradable polymers used in medical applications: A comparative study, *Biomaterials*, 12, 1991, P. 292-
2. Congde Qiao, Xianguang Ma, Xujie Wang, Libin Liu. Structure and properties of chitosan films: Effect of the type of solvent acid. *Food science and technology*, 135, 2021, P

ADGEZIV POLIMER QOPLAMALAR BILAN ISHLOV BERILGAN QO'Y TERILARINING MUSTAHKAMLIK XOSSALARINI TADQIQ ETISH

G.T.Sattorova¹, Sh.Sh.Shoyimov², K.R.Xo'jaqulov^{1*}

¹Buxoro davlat texnika universiteti. Buxoro viloyati O'zbekiston

²Osiyo xalqaro universiteti, Buxoro viloyati O'zbekiston

*e-mail: zehniddin2012@mail.ru

Annotatsiya: In this study, the physicommechanical properties of sheepskins treated with acrylate–collagen-based adhesive coatings were investigated. Compositions with different ratios were comparatively analyzed. The optimal N-6 formulation showed the highest strength, attributed to effective interaction between the polymer coating and dermal fibers, leading to enhanced structural integrity.

Kalit so'zlar: sheepskin, adhesive coating, acrylates, collagen, relative elongation, tensile strength, optimal composition.

Ma'lumki qoplama plyonka ustki kiyimlarni qoplash maqsadida tayyorlangan bo'lib,ustki kiyimlar turli tashqi ta'sirlarga uchrashi kuzatiladi.Qoplama plyonkaga qo'yilgan talablardan asosiysi bu suv o'tkazmasligi, kimyoviy va mexanik ta'sirlarlarga shu bilan birga ishqalanishga va cho'zilishga chidamli bo'lishi talab qilinadi. Qoplama plyonkaning asosiy tarkibi akril emulsiyaga asoslangan bo'lib, qo'shimcha sifatida butilakrilat qo'shilgan, bu esa polimerlanish jarayonini tezlashishiga va qoplamaning elastikligini oshirishni ta'minlaydi. Kompozitsiya tarkibiga silikon kauchuk emulsiyasini qo'shilishi plyonkadagi adgeziyani kuchayishiga va mo'ynadagi namlikka va suvga nisbatan barqarorlikka sabab bo'ladi. Qoplama plyonka tarkibida glutar aldegidni qo'shilishi plyonkani teri to'qimasi tarkibidagi NH₂ guruhleri bilan choklanib imin guruhi hosil bo'lishiga olib keladi.

Ushbu ishda sintez qilingan adgeziv qoplamalar bilan ishlov berilgan teri namunalarining cho'zilishga chidamlilik xossasini aniqlash maqsadida olib borilgan sinov natijalari bayon qilingan. Sinovda turli nisbatlarda olingan qoplama plyonkalarining mo'yna xom ashyosiga qollanilganda materialning fizik-mexanik ta'sirlarga chidamliligi o'rganildi. Namunalarning fizik-mexanik xossalari, xususan, nisiy cho'zilish va uzilishdagi mustahkamlik ko'rsatkichlari SHIMADZU EZ-LX 500 N (Yaponiya) universal sinov mashinasida GOST 938.11-69 talablariga muvofiq aniqlandi. Uskunaning yuklama o'lchash diapazoni 500 N gacha bo'lib, sinovlar xona haroratida (20±2 °C), havoning nisbiy namligi 65 ± 5% va namunani cho'zish tezligi doimiyligi ta'minlangan holda o'tkazildi. Dastlab har bir namunadan 4 tadan kengligi 25 mm, uzunligi 220 mm o'lchab olindi va cho'zilish, uzulish (yorilish) mashinasiga o'rnatilganda ishchi qismi kengligi 20 mm, ishchi qismi uzunligi 100 mm da joylashtirilib namunalar tekshirildi va natijalar har bir namuna uchun 3 tadan sinov qilindi va eng yaxshi ko'rsatgichga ega qiymat quyidagi 1-jadvalda keltirildi.

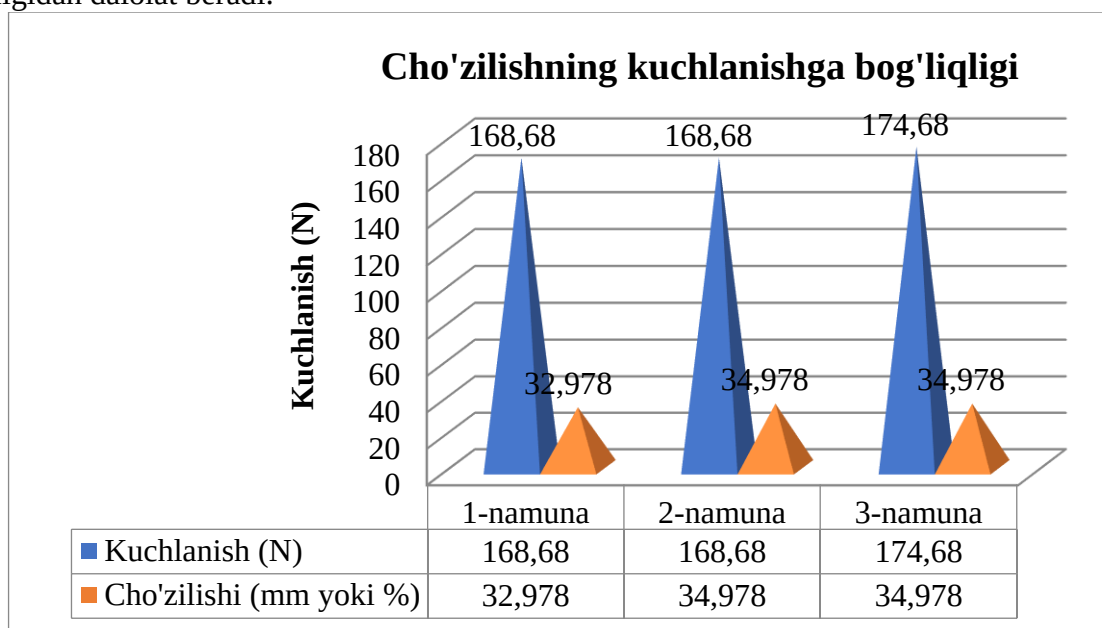
Adgeziv plyonka bilan ishlov berilgan teri namunalarining cho'zilishdagi mustaxkamligi namunalar eniga cho'zilganda

1-jadval

Namunalar (eniga)	Kengligi mm	Uzunligi mm	Kuchlanish N	Cho'zilishi
1	20	100	168,68	32,978
2	20	100	168,68	34,978
3	20	100	174,68	34,978

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki keltirilgan natijalar qoplama plyonkasini uzulish (yorilish)ga chidamliligi 1-2 chi namunalarning cho'zilishga bo'lgan mustaxkamlik chegarasi N-6 tarkibli

adheziv qoplama bilan ishlov berilgan 3chi namunaga nisbatan birmuncha past ko'rsatgichga ega ekanligidan dalolat beradi.



1-rasm. Namunalarni eni yo'nalishida cho'zilishga bo'lgan mustaxkamlik chegaraviy o'zgarishi

O'tkazilgan sinov natijalari shuni ko'rsatdiki, eniga yo'nalishda 3-namuna eng yuqori mustaxkamlik ko'rsatkichini namoyon etdi. Ushbu namunaning uzilishdagi kuchlanishi 174,68 N ni tashkil etib, bu 1 va 2-namunalarga nisbatan taxminan 3,5% ga yuqori. Shu bilan birga, 2 va 3-namunalarning cho'zilish ko'rsatkichlari bir xil (34,978) bo'lishiga qaramay, 3-namunaning ko'proq yuklamaga (kuchlanishga) bardosh berishi undagi polimer qoplamaning teri tolalari bilan o'zaro mustahkam bog'langanligini tasdiqlaydi. Quyidagi 1-rasmda cho'zilishdagi mustaxkamlik chegarasini aniqlash ko'rsatkichlari ya'ni cho'zilishning kuchlanishga bog'liqlik dinamikasi keltirilgan.

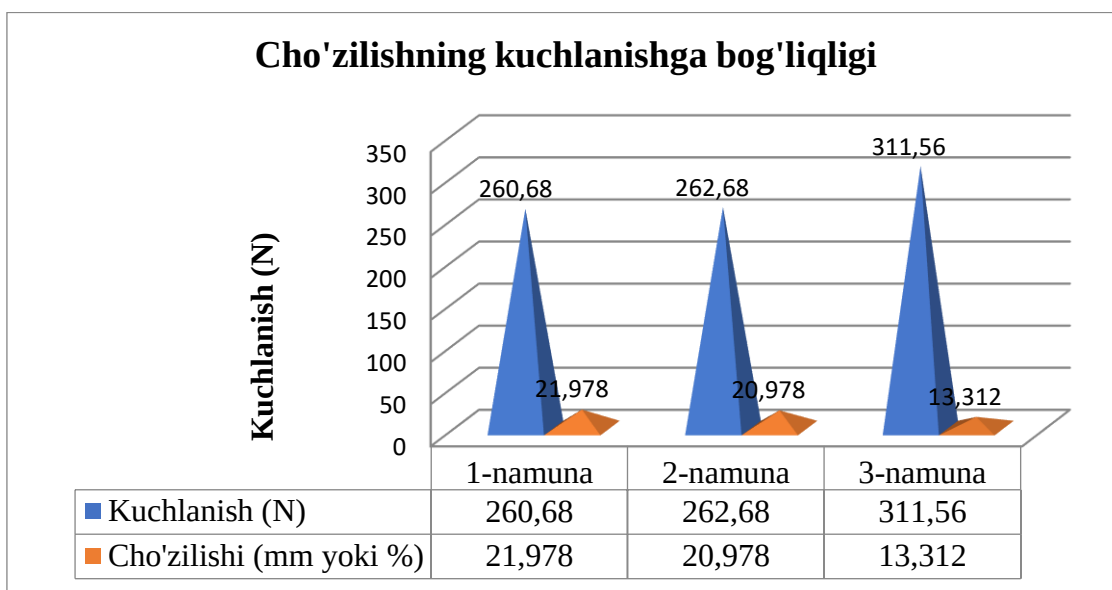
Keyingi sinov ishlari xuddi shu o'lchamda namunalar qirqib olinib namunalar bo'yi yo'nalishi bo'yicha amalga oshirildi. Har bir namuna bo'yicha 3 tadan sinov ishlari amalga oshirildi va eng yaxshi natijalar 2-jadvalga kiritildi.

Adheziv plyonka bilan ishlov berilgan teri namunalarining cho'zilishdagi mustaxkamligi namunalar bo'yiga cho'zilganda

2-jadval

Namunalar (bo'yiga)	Kengligi mm	Uzunligi mm	Kuchlanish N	Cho'zilishi
1	20	100	260,68	21,978
2	20	100	262,68	20,978
3	20	100	311,56	13,312

2-jadvaldan ko'rinib turibdiki keltirilgan natijalar qoplama plyonkasini uzulish (yorilish)ga chidamliligi 1-2 chi namunalarning cho'zilishga bo'lgan mustaxkamlik chegarasi N-6 tarkibli adheziv qoplama bilan ishlov berilgan 3chi namunaga nisbatan ancha past ko'rsatgichga ega ekanligidan dalolat beradi. Quyidagi 2-rasmda cho'zilishdagi mustaxkamlik chegarasini aniqlash ko'rsatkichlari ya'ni cho'zilishning kuchlanishga bog'liqlik dinamikasi keltirilgan.



2-rasm. Namunalrni bo'yi yo'nalishida cho'zilishga bo'lgan mustahkamlik chegaraviy o'zgarishi

2-rasmdan ko'rinib turibdiki, 3-namunada mustahkamlikning eng yuqori qiymati (311,56 N) qayd etilgan bo'lsa, nisbiy cho'zilish ko'rsatkichi eng past (13,312 mm) qiymatni tashkil etdi. Bu esa optimal tarkibdagi adgeziv qoplamaning teri strukturasi chuqur kirib borishi va tolalarni bir-biri bilan mustahkam bog'lashi hisobiga namunaning qattiqligi ortganini isbotlaydi.

Xulosa qilib aytganda akrilat-kollagen asosidagi adgeziv polimer qoplamalar bilan ishlov berilgan qo'y terilarining fizik-mexanik xossalarini tadqiq etish natijasida bir nechta muhim fikrlarni bildirish mumkin. Mustahkamlik ko'rsatkichlarini aniqlashda SHIMADZU EZ-LX universal sinov mashinasida o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, optimal tarkibdagi kompozitsiya bilan ishlov berilgan namunalarning bo'yiga yo'nalishdagi maksimal kuchlanishi 311,56 N ni tashkil etib, boshqa namunalarga nisbatan sezilarli yuqori mustahkamlik namoyish etdi. Anizotropiya va elastiklik bo'yicha namunalarning eniga yo'nalishdagi cho'zilishi (34,978 mm) bo'yiga yo'nalishdagi ko'rsatkichdan ancha yuqori ekanligi aniqlandi. Bu esa polimer qoplamaning terining tabiiy elastikligini saqlab qolish xususiyatiga ega ekanligidan dalolat beradi. Texnologik jixatdan optimal polimer kompozitsiyasi bilan ishlov berish qo'y terilarining strukturaviy mustahkamligini oshirib, ularning ekspluatatsion xossalarini yaxshilash imkonini beradi. Bu esa ushbu qoplamalarni tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishda samarali qo'llash mumkinligini tasdiqlaydi.

ADABIYOTLAR

1. Sattorova, G. T. (2023). Termoplast polimerlarning reologik xossalari va ularni o'rganish usullari. *Science and Education*, 4(4), 503-508.
2. Yusupova D.N; Sattorova G. T; Shoyimov Sh.Sh; Farmonov F.F. Structure and properties of films based on protein preservative polymer. Vol. 13 No. 5 (2025): FARS International Journal of Education, Social Science & Humanities.402-408.
3. Sattorova G.T., Shoyimov Sh.Sh., Xo'jaqulov K.R.// Adgezion kompozitsion plyonkali qoplamalarning olinishi va xossalari //“Development of science” ilmiy jurnali 2025/oktabr 10 Volume/1 205-211 b.
4. H.T.Avezov1 M.J.Ro'ziyeva2 Kollogen oqsilini olinish usullari.

SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF CHITOSAN *BOMBYX MORI* AND N-SUCCINYLCITOSAN

Mamasaliyev U.M., Vokhidova N.R., Rashidova S.Sh.

*Institute of Polymers Chemistry and Physics of Scientific Academy of Uzbekistan, 100128
Tashkent, A. Kadyri str., 7^b*

Abstract

The structural characteristics of CS chitosan and its N-SCS derivatives were analyzed using ^{13}C NMR spectroscopy. The spectra of the modified samples showed additional signals in the range of 30.482–40.012 ppm, which correspond to the methylene carbons of the succinyl groups. Furthermore, new downfield signals at 159.022–163.22 ppm were observed and attributed to the carbons in the amide and carboxyl groups, confirming successful chemical modification.

Keywords: Chitosan *Bombyx mori*, N-succinylchitosan

Chitosan (CS) is a biopolymer containing glucosamine and N-acetylglucosamine, a product of N-deacetylation of chitin and the most common natural polymer after cellulose (Pakizeh and others, 2021). Due to the formation of strong intermolecular hydrogen bonds, CS exhibits poor solubility in physiological solvents, which constrains its widespread utilization.

The chemical modification of chitosan through the introduction of succinyl groups into its side chains yields a water-soluble derivative, N-succinylchitosan (N-SCS). N-SCS is a biocompatible, biodegradable, and pH-responsive polymer similar to CS. The high density of electron-donating functional groups ($-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, and $-\text{COOH}$) within its macromolecular structure enhances its biological activity (Srimai and others, 2024). These functional groups also facilitate covalent bonding with other molecules, thereby increasing the hydrophilicity of the resulting nanocomposites.

NMR Spectroscopic Analysis of N-SCS

Samples of N-succinylchitosan were synthesised and their structure confirmed using NMR spectroscopy (Li and others, 2020). The ^{13}C -NMR spectrum of CS exhibits characteristic signals corresponding to the glucosamine units within the polysaccharide backbone. The resonance signal at 98.520 ppm is attributed to the C1 carbon atom, confirming the presence of β -(1 $\rightarrow$ 4)-glycosidic linkages between the glucosamine units.

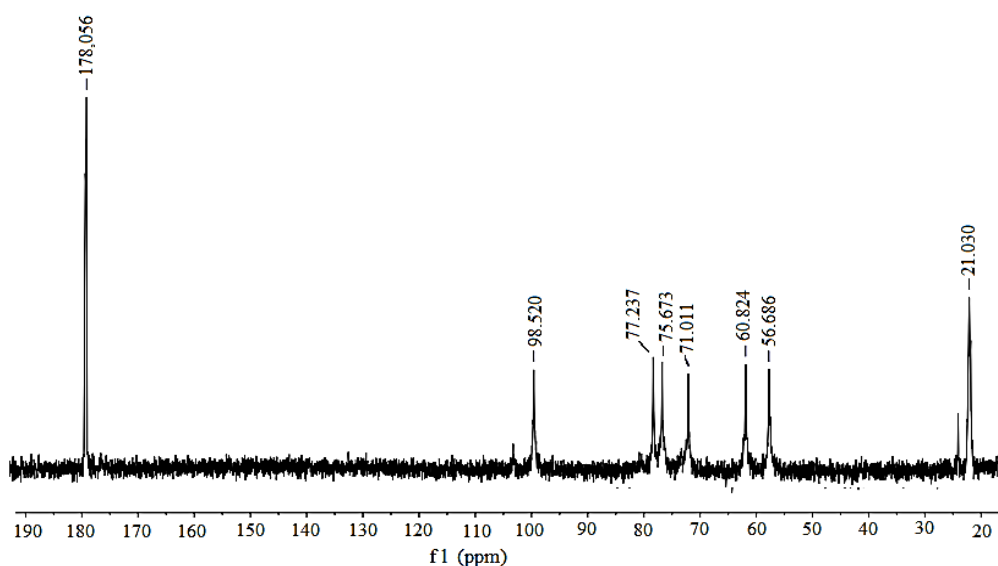


Figure 1. ^{13}C -NMR Spectrum of CS

The signals observed at 77,237; 75,673, and 71,011 ppm are assigned to the C3, C4, and C5 carbon atoms, respectively, reflecting the internal structure of the pyranose ring in the polymer

chain. The relative intensities of these signals can be attributed to the amorphous nature of the polymer and the presence of intermolecular and intramolecular hydrogen bonding.

The resonance signal at 60.824 ppm is assigned to the C6 carbon atom corresponding to the $-\text{CH}_2\text{OH}$ group. Meanwhile, the signal observed at 56.686 ppm is attributed to the C2 carbon bearing the amino group ($-\text{NH}_2$).

The ^{13}C -NMR spectrum of N-SCS exhibits characteristic resonance signals corresponding to the glucopyranose backbone. The signal at 99.011 ppm is assigned to the C1 carbon atom, confirming the preservation of β -(1 $\rightarrow$ 4)-glycosidic linkages. The peaks observed at 78.032; 75.846 and 71.211 ppm are attributed to the C3, C4, and C5 carbon atoms, reflecting the internal structure of the glucopyranose ring. Furthermore, the resonance signal at 61.002 ppm corresponds to the C6 carbon atom associated with the $-\text{CH}_2\text{OH}$ group.

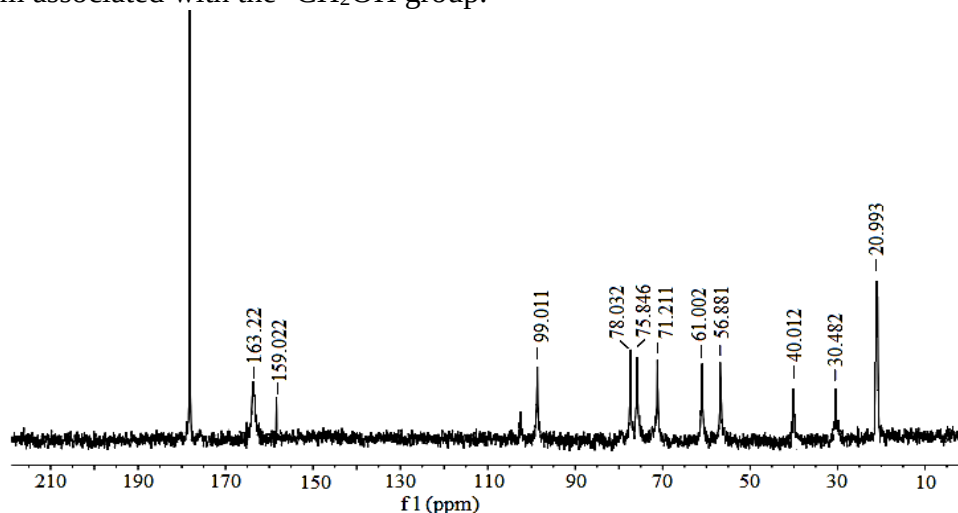


Figure 2. ^{13}C -NMR Spectrum of N-SCS

The resonance signal at 56.881 ppm is assigned to the C2 carbon atom bearing the amino group. The peaks observed at 30.482 and 40.012 ppm are attributed to the methylene carbons ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$) of the succinyl moiety. The signals appearing at 159.022 and 163.22 ppm correspond to the amide and carboxyl carbonyl carbons, respectively, confirming that the succinyl groups are covalently grafted onto the chitosan backbone.

The hydrodynamic radii measured in solution were approximately 260 nm for N-SCS and 111.3 nm for nano-N-SCS. The ^{13}C NMR results confirm that the appearance of new peaks in the regions 30.482–40.012 ppm and 159.022–163.22 ppm indicates the attachment of succinyl groups. The signals of the carbonyl groups in the downfield regions confirm the formation of covalent amide bonds at the C2 amino position, demonstrating the successful synthesis of N-succinylchitosan derivatives.

References

1. Pakizeh M., Moradi A., Ghassemi T. Chemical extraction and modification of chitin and chitosan from shrimp shells. *European Polymer Journal*. 2021 159: 1-17. doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2021.110709
2. Srimai Ch., Sukmongkolwongs W., Manokruang K., Worajittiphon, P., Molloy R., Mahomed A., Somsunan R. Enhancement of Poly(vinyl alcohol) Hydrogel Properties by N-Succinyl Chitosan and Mesona chinensis Extract for Use as Wound Dressings. *European Polymer Journal*. 2024. http://dx.doi.org/10.1016/j.eurpolymj. 2024.113212
3. Li A., Q Xue, Y Ye, P Gong, M Deng, B Jiang Study on TEMPO-mediated oxidation of N-succinyl chitosan and the water retention property. *Molecules*. 2020 25:4698. https://doi.org/10.3390/molecules252046987

СИНТЕЗ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Ш.Ш. Худойбердиев¹, Н.Р. Вохидова²

¹Бухарский государственный университет, Узбекистан, г.

e-mail:s.s.xudoyberdiyev@buxdu.uz

²Институт химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан, г.

Ташкент, noira_vokhidova@yahoo.de

Annotation. Recently, researches on the preparation of three-component interpolyelectrolyte complexes (IPEC) of chitosan with polyanions and polyampholytes have been carried out. The presence of a surface charge in the macromolecule of three-component IPEC can effectively immobilize oppositely charged particles. In this regard, three-component polyelectrolyte complexes are used for targeted drug delivery. Nowadays, the study of the fundamental principles of obtaining three-component IPEC and the creation of preparations based on them is of fundamental and applied interest.

Keywords: chitosan *Bombyx mori*, Na-CMC, collagen, three-component interpolyelectrolyte complexes

Образование полиэлектrolитных комплексов (ПЭК) происходит в присутствии двух или более противоположно заряженных поликатионов, полианионов или полиамфолитов, в котором взаимокompенсируются внутренние и внешние заряды. Комплексообразование является одним из наиболее эффективных методов модификации свойств полимеров, где взаимодействием лиофилизующих и блокирующих агентов формируются бинарные, послойные коллоидные дисперсии и/или пленки (Roy J at al, 2018). Исследовано влияние температуры сушки (25 и 45°C) на физические свойства различных форм композиционных пленок желатин/КМЦ/ХЗ (80:20:0÷60:30:10). Соотношение компонентов желатин/КМЦ/ХЗ=60:30:10 масс. оказалось наиболее подходящим для получения пищевой упаковки из-за его высокой паропроницаемости и скорости биоразложения (Jahit I.S. at al, 2016). Получены трехкомпонентные стехиометрические интерполиэлектrolитные комплексы (ИПЭК) путем последовательного смешения 0,25% раствора пектина и ХЗ, а также 1% раствора трипсина в массовом соотношении 2:1:2 и использованы в качестве носителя биологически активных веществ с пролонгирующими эффектами (Черно Н.К. и др, 2010). Получение бинарных комплексов ХЗ/Na-КМЦ осуществлено при pH=6,3 в среде ацетатного буфера. Ранее нами получены стехиометрические (Q0) и нестехиометрические ((Q-), (Q+)) ИПЭК на основе ХЗ/Na-КМЦ, согласно (Вохидова Н.Р. и др., 2019). В настоящей работе получены трехкомпонентные комплексы на основе бинарных ИПЭК ХЗ/Na-КМЦ (Q0, Q- и Q+). При pH=6,3 и интенсивном перемешивании на магнитной мешалке растворы ИПЭК ХЗ/Na-КМЦ=1:0,50 масс. (1), ХЗ/Na-КМЦ=1:0,37 масс. (2) и ХЗ/Na-КМЦ=1:0,75 (3) масс. оттитрованы с 0,05%-ным раствором коллагена (рис.1). Как видно из рис.1 (линия 1) раствор, содержащий ХЗ/Na-КМЦ=1:0,50 масс. (Q0) оттитрован 0,05%-ным раствором коллагена и выявлено, что при ХЗ/Na-КМЦ/коллаген=1:0,50:0,08 массовом соотношении образуется трехкомпонентный комплекс, в котором свободные положительные заряды коллагена взаимодействуют с поверхностью ИПЭК посредством Н-связей, так как сумма зарядов на поверхности бинарного комплекса равна нулю.

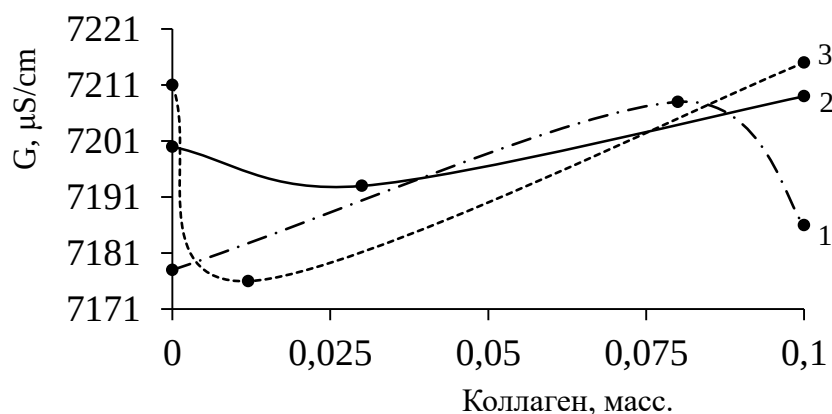


Рис. 1. Влияние коллагена на электропроводимость раствора ИПЭК ХЗ/Na-КМЦ при pH=6,3: 1) ХЗ/Na-КМЦ=1:0,50 м. 2) ХЗ/Na-КМЦ=1:0,37 масс. 3) ХЗ/Na-КМЦ=1:0,75 масс.

Согласно изменений электропроводимости раствора, содержащего ХЗ/Na-КМЦ=1:0,37 масс. (Q+) при титровании его с раствором коллагена (рис. 1, линия 2), для полной компенсации поверхностных положительных зарядов ИПЭК макромолекулы взаимодействуют в следующем соотношении: ХЗ/Na-КМЦ/коллаген=1:0,37:0,03 масс. Также в результате титрования раствора ИПЭК ХЗ/Na/КМЦ=1:0,75 масс. (Q-) с 0,05%-ным раствором коллагена (рис. 1, линия 3) выявлено, что для полной компенсации отрицательных зарядов бинарного комплекса необходимо 0,01 масс. коллагена.

*Исследование размерных характеристик частиц синтезированных образцов
трехкомпонентных комплексов ХЗ/Na-КМЦ/коллаген*

Размерные характеристики макромолекул ХЗ, Na-КМЦ, коллагена и трехкомпонентных комплексов на их основе исследованы в растворах на приборе DLS.

Таблица 1

Влияние соотношений макромолекул на размер частиц трехкомпонентных комплексов
ХЗ/Na-КМЦ/коллаген

№	Образцы (масс. соотн.)	d, нм	d, мкм
1	ХЗ	129 (12%)	19 (88%)
2	Na-КМЦ	111 (36%)	30 (64%)
3	Коллаген	100 (15%)	23 (85%)
4	ХЗ/Na-КМЦ=1:0,37	540 (90%)	16 (10%)
5	ХЗ/Na-КМЦ=1:0,50	107 (93%)	9 (7%)
6	ХЗ/Na-КМЦ=1:0,75	138 (85%)	32 (15%)
7	ХЗ/Na-КМЦ/коллаген=1:0,37:0,03	119 (95%)	33 (5%)
8	ХЗ/Na-КМЦ/коллаген=1:0,50:0,08	98 (88%)	26 (12%)
9	ХЗ/Na-КМЦ/коллаген=1:0,75:0,01	132 (29%)	140 (71%)

Как иллюстрируют результаты, 64-88% частиц исходных макромолекул имеют микронный размер, а только 12-36% частиц являются наноразмерными. Однако при получении трехкомпонентных ИПЭК, в основном, наблюдается уменьшение размера частиц. Как свидетельствуют полученные данные, при получении бинарных ИПЭК ХЗ/Na-КМЦ, уменьшение размера частиц имеет экстремальный характер, то есть образуются 85-93% наночастиц полиэлектролитных комплексов. Возможно, это связано с компактизацией полимерной упаковки за счет взаимодействия противоположно заряженных макроионов. Следовательно, формируются относительно мелкие частицы от 88 до 95% в диапазоне 98-119 нм соответственно. Дальнейшее введение коллагена в систему приводит к укрупнению размера частиц ИПЭК при ХЗ/Na-КМЦ/коллаген=1:0,75:0,01 масс. Это свидетельствует, что при этом соотношении из-за наличия поверхностного заряда происходит агрегация частиц ИПЭК.

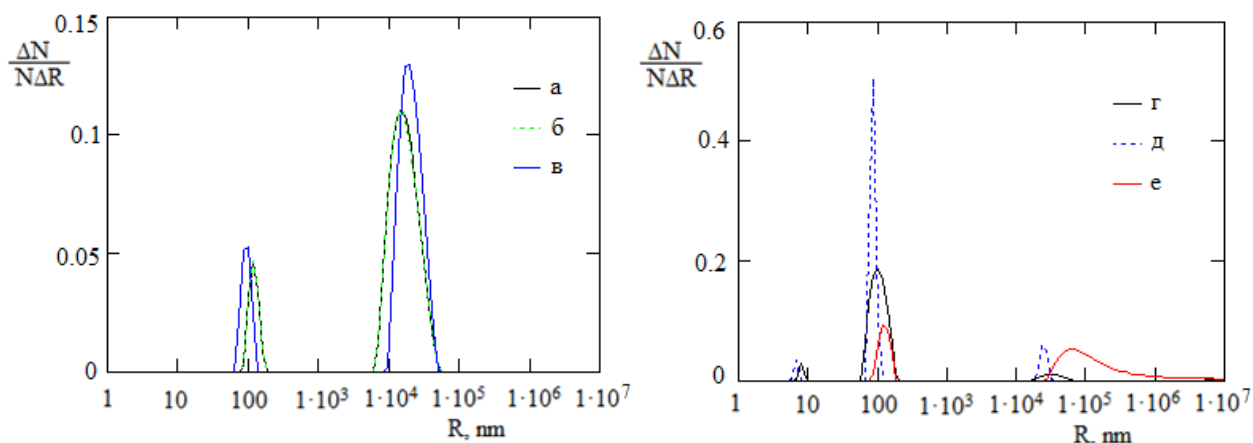


Рис. 2. Распределение частиц в растворах: а) ХЗ; б) Na-КМЦ; в) коллаген; г) ХЗ/Na-КМЦ/коллаген=1:0,50:0,08 масс.; д) ХЗ/Na-КМЦ/коллаген=1:0,37:0,03 масс.; е) ХЗ/Na-КМЦ/коллаген=1:0,75:0,01 масс.

Следует отметить, что образование трехкомпонентных ИПЭК приводит к уплотнению упаковки и соответственно размер уменьшается в несколько раз, чем диаметр частиц исходных полимеров. Отраднo, что в трехкомпонентных ИПЭК приблизительно 70-95% частиц находятся в нанодиапазоне. Именно этот факт представляет прикладное значение в получении эффективных полимерных носителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Roy J. at al. Chitosan-carboxymethylcellulose-based polyelectrolyte complexation and microcapsule shell formulation. International journal of molecular sciences. 2018.- 19 (9), 2521.
2. Jahit I.S. at al. Preparation and physical properties of gelatin/CMC/chitosan composite films as affected by drying temperature. International Food Research Journal. 2016.- 23(3):1068-1074
3. Черно Н.К. и др. Интерполиэлектrolитный комплекс хитозан-пектин как матрица для иммобилизации трипсина // Біопроцеси, біотехнологія харчових продуктів, БАР. 2010. - №4(13) С. 40-43.
4. . Вохидова Н.Р., Худойбердиев Ш.Ш., Панова И.Г., Ярославов А.А., Рашидова С.Ш. «О получении интерполиэлектrolитных комплексов хитозана *Bombyx mori*» // Узбекский химический журнал–Ташкент. 2019.-№3.-С. 62-67.

ИНТЕРПОЛИМЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПРОЛОНГАТОРЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ
ПРЕПАРАТОВ¹Инагамов С.Я., ²Асроров У.А., ³Ярбеков А.Э., Мухамедов Г.И.¹Ташкентский фармацевтический институт, г.Ташкент., РеспубликаУзбекистан, E-mail: sabitjan1957@mail.ru, тел.: +99894 662-96-07²Ташкентский педагогический университет имени Низами, г.Ташкент³Туринский политехнический университет в Ташкенте,⁴Чирчикский Государственный педагогический университет, г.Чирчик, Узбекистан

Abstract: In this paper, the formation of an interpolymer complex based on sodium carboxymethylcellulose and polyacrylamide, which can be used as a base in the preparation of mild drugs of various types with prolonged effects, is studied. The reaction mixtures were prepared by mixing concentrated solutions of Na-CMC and PAA and studied by potentiometry, viscometry, and IR spectroscopy.

Key words: sodium-carboxymethylcellulose, polyacrylamide, interpolymer complex, polyelectrolyte, potentiometric titration, viscometry, IR spectroscopy.

В данной работе изучено образование ПЭК на основе натрий-карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) и полиакриламида (ПАА), которую можно использовать как основу при приготовлении мягких лекарственных препаратов различного типа с пролонгированными действиями.

В качестве основного объекта исследования использовали очищенную Натрийкарбоксиметилцеллюлозу (Na-КМЦ) - ГОСТ 5.588-79 и ОСТ 6-05-386-80, продукт Наманганского химического завода, полученную методом гетерогенной твердофазной этерификации сульфитной древесной целлюлозы монохлоруксусной кислотой (МХУК) следующего строения (рис.1):

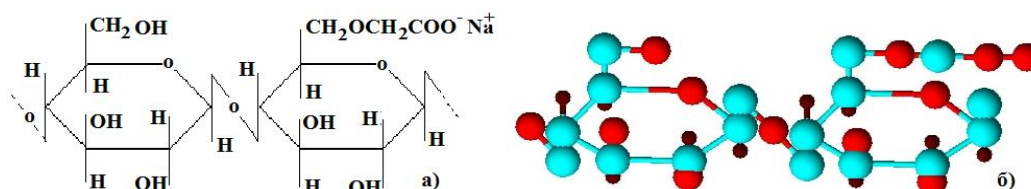


Рис.1. Химическая формула (а) и модельное строение Na-КМЦ (б).

Степень замещения (СЗ) 70 и полимеризации (СП) 450. повторно очищали от низкомолекулярных солей по методике, приведенной в работе [3,4].

Na-КМЦ – слабая поликислота, константа диссоциации ее зависит от СЗ. При изменении СЗ от 10 до 80 константа диссоциации изменяется от $5,25 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-5}$ [3,4]. На практике в основном КМЦ используется в виде Na- соли.

Второй компонент полиэлектролитного комплекса – это полиакриламид, продукт Навийского химического завода по TSh 6.1 - 00203849-64:1997. Полиакриламид - полиэлектролит, полученный на основе полимеризации акриламида, содержащего в своем составе элемент азот, который имеет линейно-разветвленную структуру (рис.2). Полиакриламид представляет собой твердое аморфное вещество без запаха, имеющее беловато-желтый цвет, молекулярная масса которого равна 10^4 - 10^7 (в зависимости от условий получения). Плотность полиакриламида при комнатной температуре (22-24°C) составляет около 1,302 г/см³. Температура разложения составляет около 190°C. Полиакриламид - это

полиэлектrolит, обладающий гигроскопическими свойствами, безвредный, при растворении в воде образует мягкий гель.

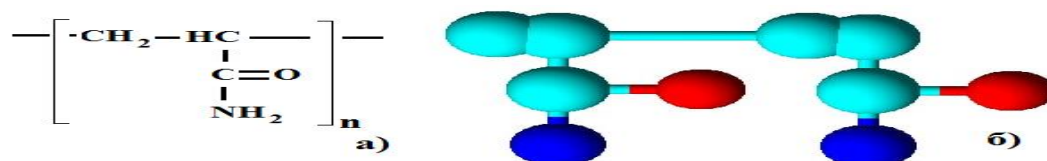


Рис.2. Химическая формула (а) и модельное строение ПАА (б).

Реакционные смеси готовили при смешивании концентрированных ($C=0,1$ осн.моль/л) растворов Na-КМЦ и ПАА в определенных технологических условиях и в определенных соотношениях компонентов (Рис.3.). рН растворов электролитов и их смесей проводили на рН-метре «210 Benchtop pH/mV meter» с использованием комбинированных электродов. Точность измерения рН–0,01 ед. рН. Перед измерением прибор настраивали по стандартным растворам. Титрование проводили при постоянном перемешивании и при температуре 22–24°C.

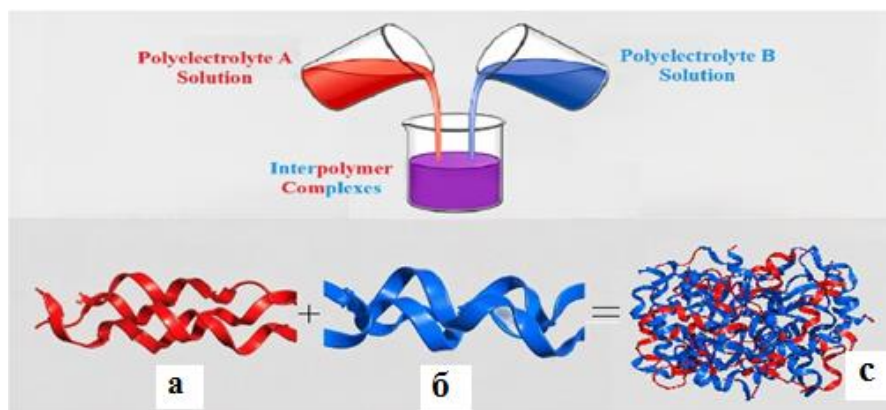


Рис. 3. Схема образования интерполимерного комплекса на основе Na-КМЦ и полиакриламида

Приготовленную основу контролировали с изучением вязкости растворов основы, в зависимости от времени, рН, стабильности к центрифугированию и термостатированию при низких (–5°C) и высоких (+40°C) температурах и консистенции. Предлагаемый состав используют в качестве основы для мягких лекарственных препаратов наружного применения при приготовлении мазей, кремов, паст, гелей и линиментов с пролонгированными действиями. Данная основа обладает совокупностью новых свойств, а именно изменение соотношения компонентов в установленных пределах варьировать консистентные свойства и биодоступность. Появляется устойчивость при длительном хранении, в результате чего основа не требует дополнительного введения консервантов.

Следует отметить, что при смешении растворов Na-КМЦ и полиакриламида в нейтральных средах происходит образование полиэлектролитного комплекса в результате ионного связывания между карбоксиланионом Na-КМЦ (COO^-) и аминными группами (NH_2^+) полиакриламида, что способствует улучшению механической прочности и вязкости в стехиометрическом составе. Полиэлектролитный комплекс стабилизированный ионными связями между карбоксилатанионами Na-КМЦ и аминогруппами полиакриламида, которые можно представить по схеме (рис.4).

Предлагаемый нами состав имеет преимущество по сравнению других известных основ: во-первых, предлагаемый состав получен на основе более дешевых и доступных,

крупнотоннажных полимеров, выпускаемых промышленностью, во-вторых, состав обладает более высокой водостойкостью, механической прочностью и оптимальной вязкостью и показателю pH, которые определяли при комнатной температуре ($T=293\text{ K}$).

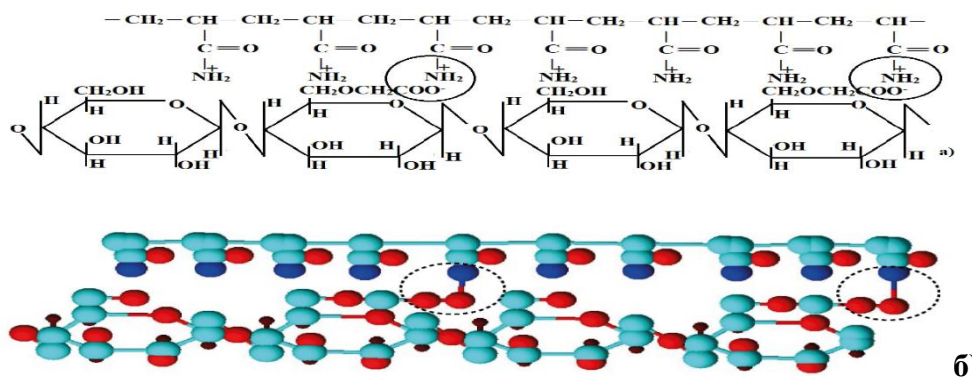


Рис.4. Химическая формула (а) и модельное строение полиэлектrolитного комплекса полученного на основе Na-КМЦ и ПАА (б). Заштрихованная область показывает образование ионной связи между Na-КМЦ и ПАА.

Экспериментальные данные по исследованию взаимодействия растворов Na-КМЦ и полиакриламида в нейтральных средах показали, что при смешении растворов наблюдаются изменения pH растворов полиэлектrolитного комплекса по сравнению с исходными компонентами. Следует отметить, что исходные компоненты полиэлектrolитного комплекса имеют pH в области нейтрального значения. Первоначальное добавление полиакриламида в раствор Na-КМЦ приводит к незначительному изменению показателя pH до эквимолярного состава. Дальнейшее увеличение доли раствора полиакриламида приводит к резкому повышению pH раствора полиэлектrolитного комплекса. Резкий излом зависимости pH растворов от соотношения компонентов соответствует эквимолярному составу взаимодействующих компонентов. Эти данные подтверждаются данными по изучению электрической проводимости, вязкости растворов ПЭК на основе Na-КМЦ : ПАА от соотношения компонентов.

Таким образом, получен новый состав мажорной основы для мягких лекарственных препаратов который можно приготовить лекарственные препараты с пролонгированными действиями на базе натрийкарбоксиметилцеллюлозы и полиакриламида стабилизированный ионными связями между карбоксилат анионом Na-КМЦ и амидными группами полиакриламида.

Список использованной литературы:

1. Inagamov S.Ya., Mukhamedov G.I. Structure and physical-mechanical properties of interpolymeric complexes based on sodiumcarboxymethylcellulose //«Journal of Applied Polymer Science». 2011. -V. 122, №3. - P.1749-1757.
2. Петропавловский Г.А. Гидрофильные частично замещенные эфиры целлюлозы и их модификация путем химического сшивания.- Ленинград, - 1988.- С.118.
3. Абрамова Л. И., Байбурдов Т. А., Григорян Э. П. и др. Полиакриламид. – М.: Химия, 1992. - 192 с.
4. Инагамов С.Я., Мухамедов Г.И. Интерполимерные комплексы в фармации. Ташкент. Изд. “Университет”, 2019 г. 202 с.

ИНТЕРПОЛИМЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИСАХАРИДА НАТРИЙКАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ И КАРБОПОЛА НОВЫЙ НОСИТЕЛЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

¹Инагамов С.Я., ¹Емгиров О.Т., ²Эшматов А., ²Мухамедов Г.И.

¹Ташкентский фармацевтический институт, г.Ташкент., Республика

Узбекистан, E-mail: sabitjan1957@mail.ru, тел.: +99894 662-96-07

²Чирчикский Государственный педагогический университет, г.Чирчик, Узбекистан.

Abstract: The structure and properties of interpolymer complexes based on sodium carboxymethyl cellulose with a linear carbopol are studied. Interpolymer complexes were obtained by mixing aqueous solutions of Na-CMC-carbopol components in various ratios of components and the pH of the medium. The structure of the obtained products was determined using IR spectroscopy methods. IR spectroscopic data have shown that the interpolymer complexes on Na-CMC-carbopol are stabilized due to cooperative hydrogen bonding. These data are confirmed by experimental data from viscometry and X-ray diffraction analysis.

Keywords: sodium carboxymethylcellulose, carbopol, interpolymer complex, films, structure, properties, viscosity, IR spectroscopy, hydrogen bonding.

Большую значимость в решении ряда практически важных задач приобретает создание нового класса высокоэффективных материалов, отвечающих современным требованиям научно-технического прогресса. В частности, к ним следует отнести поликомплексы (ПК) и интерполимерные комплексы (ИПК), которые обладают уникальными свойствами. Они находят всё более широкое применение в фармации в качестве загустителей, стабилизаторов суспензий, пролонгатора действия лекарственных веществ, пленкообразователя для капсул и таблеток, а также как основы для мягких лекарственных препаратов и др [1]. В этом аспекте весьма интересными, перспективными являются ИПК на основе производных целлюлозы – полисахарида Na-карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) и линейного карбопола.

В связи с вышеизложенными данная работа посвящена исследованию структуры и свойств интерполимерных комплексов (ИПК) полученных на основе натрийкарбоксиметилцеллюлозы и карбопола.

В качестве основного объекта исследования использовали очищенную натрийкарбоксиметилцеллюлозу (Na-КМЦ) - продукт Наманганского химического завода, полученную методом гетерогенной твердофазной этерификации сульфитной древесной целлюлозы монохлоруксусной кислотой (МХУК) со степенью замещения 70 и полимеризации 450 следующего строения (рис.1):

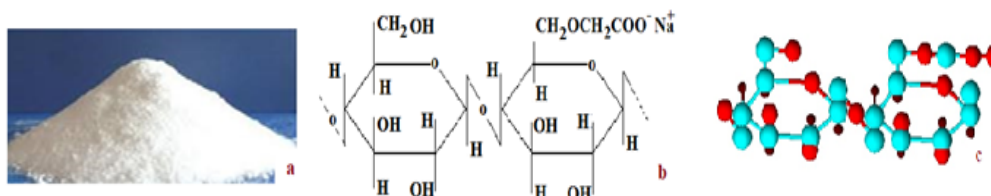


Рис.1. Порошок (а), химическая структурная формула (b)
и модельная структурная формула Na-КМЦ (с).

Второй компонент ИПК это карбопол – белый, порошкообразный полимер, полученный при полимеризации акриловой кислоты. Карбопол нерастворяется в неполярных органических растворителях, но в воде и в полярных растворителях сильно набухают и образуют гель. ИПК полученные на основе Na-КМЦ и карбопола изучены методом ИК-спектроскопии и рентгеноструктурного анализа. ИК-спектры в интервале 400-

4000 cm^{-1} регистрировали на спектрофотометрах “Specord –75 IR” (Карл Цейсс) и UR-20 (ГДР). Образцы для ИК- спектроскопии готовили в виде таблеток с KBr, плёнок на пластинке KRS –5 и плёнок толщиной 8-12 мкм, полученных по вышеуказанной методике. Пленки на пластинке KRS-5 получали испарением растворителя (воды) при комнатной температуре (22-24 $^{\circ}\text{C}$) [1,2].

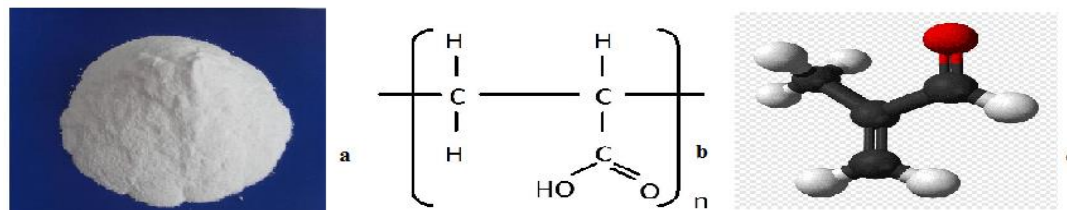


Рис.2. Порошок (а), химическая структурная формула (b) и модельная структурная формула карбопола (с).

Показатель pH 0,2 % ного раствора Карбопола имеет 3,5. С помощью органических растворов можно изменять pH раствора в пределах от 5 до 10. ИК-спектроскопические данные показали, что в структуре Карбопола имеются от 50 % до 68,5 % карбоксильные группы. Кроме карбоксильной группы в составе структуры карбопола имеются такие функциональные группы, имеющие полосы поглощения 2960 cm^{-1} , 1720 cm^{-1} , 1455 cm^{-1} , 1415 cm^{-1} , 1250 cm^{-1} , 1175 cm^{-1} , 800 cm^{-1} . Самими активными, интенсивными полосами являются 1720 cm^{-1} , который относится к карбоксильным группам карбопола. При смешении водных растворов Na-КМЦ и карбопола при pH=7-8 образуются водорастворимые ИПК, стабилизированные водородными связями. Для изучения равновесия реакции Na-КМЦ - карбопол использован метод потенциометрического титрования, широко применяемый для изучения реакций образования ИПК. Результаты свидетельствуют об образовании ИПК в нейтральных и слабощелочных средах. Смешение растворов Na-КМЦ и карбопол сопровождается повышением pH, что характерно для реакций между полиэлектролитами. Максимальный выход ИПК соответствует эквимольному соотношению взаимодействующих компонентов. Для подтверждения вышеизложенных данных изучена структура полученного ИПК методом рентгеноструктурного анализа и вискозиметрии.

Таким образом, на основе Na-КМЦ и карбопола получен новый интерполимерный комплекс. Изучен структура полученного продукта методом ИК-спектроскопии и рентгеноструктурного анализа. На основе полученного нового продукта можно получать гель, паста линимент, крем а также другие лекарственные препараты с пролонгированными действиями.

Список использованной литературы:

1. Инагамов С.Я., Мухамедов Г.И. Поликомплесные композиты и наноккомпозиты в фармации. Монография.,Т., 2022. Изд. «Эффект-Д», 237 с.

2.Инагамов С.Я. Структура и обменные свойства поликомплесных основ для лекарственных препаратов, полученных взаимодействием карбоксиметицеллюлозы с мочевиной формальдегидными олигомерами //Журнал «Химия и химическая технология», 2005. -№3 - С.56-60.

STUDY OF THE ADSORPTION OF ERIOCHROME BLACK T ONTO FIBROIN FIBER TREATED UNDER CONVENTIONAL (THERMAL) AND ULTRA-HIGH-FREQUENCY RADIATION CONDITIONS

S.F. Samandarova¹, M.M. Baltayeva², E.X. Odilbekovich³

^{1,2,3} [Urgench State University named after Abu Rayhan Beruni](#), Khorezm Region, Uzbekistan

*e.mail: saribibisamandarova@gmail.com

Abstract: During the extraction of silk fiber from natural silk, a significant amount of fibrous silk waste is generated. The efficient and purposeful utilization of fibroin fibers isolated from these fibrous wastes is of considerable importance. In the present study, fibroin fibers were activated under conventional (thermal) treatment and ultra-high-frequency radiation conditions, and the adsorption efficiency of the [Eriochrome Black T](#) reagent was investigated.

Key Words: natural silk, fibroin, conventional (thermal) method, ultra-high-frequency (UHF) radiation treatment.

Interest in natural polymers has been increasing steadily from year to year. Among such natural polymers, silk fibroin is distinguished by its high mechanical strength, thermal stability, and the presence of active amino, carboxyl, and hydroxyl functional groups in its structure, which enhance its ability to chemically interact with various substances. These properties enable the wide application of fibroin in diverse scientific and practical fields.

Fibroin is a natural protein derived from silk and contains 18 different amino acids in its composition. Approximately 90% of the mass content in the fibroin macromolecule corresponds to the amino acid residues of glycine (Gly), alanine (Ala), tyrosine (Tyr), and serine (Ser) (Acharya C., 2009; Zhou C. Z., 2009; Kim H., 2012).

Materials and Methods: All reagents used in the present study were weighed using an AS 220.R2 Plus Analytical Balance analytical balance. Deionized water required for the preparation of solutions was obtained using an EASYpure RoDI system. Ultra-high-frequency (UHF) irradiation was carried out using an ME81ARW device operating at a frequency of 2450 MHz. The immobilization efficiency of the [Eriochrome Black T](#) reagent on the treated fibroin samples was determined using a UV-1800 Spectrophotometer.

Treatment of Silk Fibroin Fiber by the Conventional (Thermal) Method: A 2 g sample of fibrous silk waste was weighed and treated with 0.03 M NaHCO₃ solution at a ratio of 1:100, followed by boiling for 40 minutes to remove sericin (Safanova L.A., 2016). The washed fiber was subsequently boiled in 3% HCl solution at 90°C for 5 minutes, washed with water until neutral pH was achieved, and dried at 25–30°C.

Treatment of Silk Fibroin Fiber under Ultra-High-Frequency (UHF) Radiation: A 2 g sample of sericin-free fibroin was weighed and soaked in 3% HCl solution for 1 hour, followed by exposure to microwave irradiation for 5 minutes at a power of 500 W. Subsequently, the fibroin fibers were washed with distilled water until neutral pH was reached and dried at 25–30°C.

Results and Conclusions: In this study, investigations were carried out on fibroin fibers isolated from Bombyx mori cocoons grown under the conditions of the Khorezm region. The sorption efficiency of the [Eriochrome Black T](#) reagent on fibroin fibers treated by both methods was evaluated. According to the results obtained, the adsorption efficiency of [Eriochrome Black T](#) on fibroin fibers treated by the conventional (thermal) method was found to be 75.3% (Samandarova S.F., 2025). In contrast, for fibroin fibers treated under ultra-high-frequency radiation conditions, the adsorption efficiency of the same reagent reached 97%. In the next stage of the study, work was carried out on the modification of fibroin fibers treated under ultra-high-frequency radiation with [Eriochrome Black T](#).

References

Acharya C., Ghosh S. K., Kundu S. C. Silk fibroin film from non-mulberry tropical tasar silkworms: A novel substrate for in vitro fibroblast culture//Acta Biomaterialia. – 2009. – Vol. 5. – №. 1. – P. 429-437.

Kim H. et al. Dietary silk protein, sericin, improves epidermal hydration with increased levels of filaggrins and free amino acids in NC/Nga mice //British Journal of Nutrition. – 2012. – Vol. 108. – №. 10. – P. 1726-1735.

Zhou C. Z. et al. Fine organization of Bombyx mori fibroin heavy chain gene //Nucleic acids research. – 2000. – Vol. 28. – №. 12. – P. 2413-2419.

Сафонова Л. А. и др. Пленки на основе фиброина шелка для заживления полнослойной раны кожи у крыс //Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2016. – Т. 18. – №. 3. – С. 74-84.

Samandarova S.F, Boltayeva M.M, Ashirov M.A, Smanova Z.A. IMMOBILIZATION MECHANISM AND SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF THE ORGANIC REAGENT ERIOCHROME BLACK T ON A FIBROIN SUPPORT. Actual problems of modern science, education and training .-2025.-Vol. 9. -№ 6. -P. 52-59.

SERITSINNING NATRIY KARBOKSIMETILSELLYULOZA BILAN HOSIL QILGAN SOPOLIMERINING RENTGENOSTRUKTURAVIY TAHLILI

Prof. S.X.Karimov, mustaqil izlanuvchi S.A.Muradov

Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti

sssskarim81@gmail.com

Abstract. In this work, the structure of Sericin copolymer, a natural biopolymer based on silk protein, was studied using X-ray diffraction. The aim of the study was to determine the degree of crystallinity of the sericin copolymer, the ratio of amorphous and ordered phases, and to assess the effect of the copolymerization process on structural changes. ed.

Keywords: potassium persulfate, copolymerization, natural polymers, synthetic monomer, acrylic acid, methacrylic acid

Ipak qurtidan olingan seritsin biomaslashuvchan, biologik parchalanadigan, immunogen bo'lgan oqsilga asoslangan biomakromolekula 25-30% ni tashkil qiladi. Seritsinning modulyatsiyalangan shakli boshqa polimerlar bilan aralashtirish orqali seritsinning fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilashi mumkin [1-2].

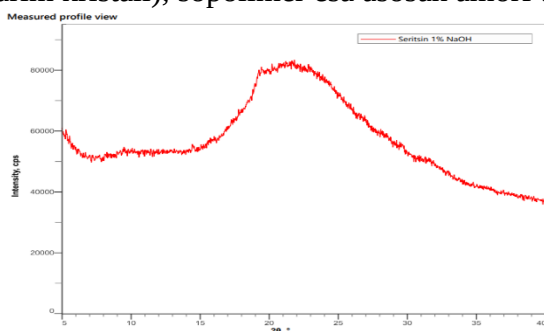
Zamonaviy jixozlardan foydalangan holda, ular asosida turli sohalar uchun muhim bo'lgan kimyoviy moddalarni taxlil qilish ham ekologik nuqtai nazardan, ham iqtisodiy jixatdan yuqori samara beradi. Seritsin suvda eriydi, ko'pchilik ishlab chiqarish korxonalarida uni yuvib chiqarib yuborishadi.

Tabiiy ipak va maxsulotlaridan ajratib olingan seritsinni kimyoviy yo'l bilan modifikatsiya qilish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Turli monomerlarni seritsinga payvand sopolimerlanishi maqsadga erishishning samarali usullaridan biridir. Buni amalga oshirish uchun tadqiqotlarning dastlabki bosqichida tabiiy ipak tarkibidan seritsinni imkon boricha toza birikma holda ajratib olishga erishildi. Taxlil jarayoni natijasida eritish usullarida natriy gidrokarbonat, ho'jalik sovuni konsentratsiyasining ortishi bilan seritsinning chiqish miqdori ortadi, erish vaqti esa kamayadi. Kuchsiz ishqoriy muxitda molekulalararo bog'larning uzilishi va oqsilning qisman gidrolizlanishi sodir bo'ladi. Biroq, ishqor konsentratsiyasining 2-3% dan ortishligi gidroliz darajasining keskin ortishiga, eritma qovushqoqligining kamayib ketishiga olib keladi. Olingan seritsin va uning payvand sopolimer xosil bo'lganini aniqlash maqsadida rentgen spektroskopik tadqiqot bajarildi. Payvand sopolimerlanish sintezi seritsin natiykarboksissellyuloza va poliakril

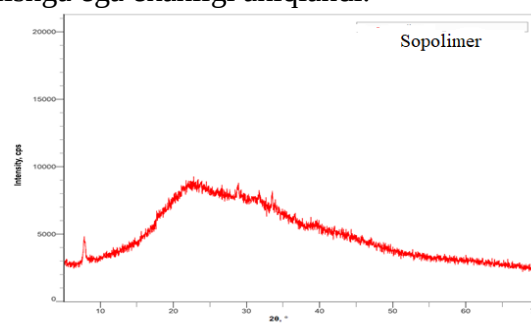
kislota asosida olib borildi. Shu jarayonda sopolimer xosil bo'lganini isbotlash uchun ushbu fizik-kimyoviy taxlil o'tkazildi.

Seritsinning rentgen difraksiyasi natijalari uning amorf tuzilishga ega ekanligini tasdiqlaydi (rasm-1). Bu holat seritsinning oqsil tabiatiga xos bo'lib, asosan β -turn va random coil shakllarining ustunligini ko'rsatadi. NaOH eritmasi oqsil zanjirlarini qisman ochadi, vodorod bog'larini zaiflashtiradi va shu bilan kristall tartibning pasayishiga olib keladi. Shunga ko'ra, seritsinning rentgen difraktogrammasida faqat bitta keng cho'qqining mavjudligi oqsilning yuqori darajada amorf holatda ekanligini tasdiqlaydi.

Sopolimer namunasi ko'rib chiqadigan bo'lsak, 20° – 30° oralig'ida keng maksimum kuzatilgan, bu polimer zanjirlarining tartibsiz joylashganligini ko'rsatadi. Seritsin oqsili va sopolimer spektrlarini taqqoslash natijasida, seritsin oqsili nisbatan yuqori darajada tartiblangan (yarim kristall), sopolimer esa asosan amorf tuzilishga ega ekanligi aniqlandi.



Rasm-1 Seritsinning rentgen difraksiyasi



Rasm-2 Seritsinning NaKMTs bilan sopolimerinig rentgen difraksiyasi

Sopolimer namunasi ko'rib chiqadigan bo'lsak, 20° – 30° oralig'ida keng maksimum kuzatilgan, bu polimer zanjirlarining tartibsiz joylashganligini ko'rsatadi. Seritsin va sopolimer spektrlarini taqqoslash natijasida, seritsinga nisbatan yuqori darajada tartiblangan sopolimer esa asosan amorf tuzilishga ega ekanligi aniqlandi (rasm-2).

Rentgen tahlili natijalari sopolimer tarkibida kristall va amorf sohalar mavjudligini ko'rsatdi. Difraktogrammada kuzatilgan keng cho'qqilar asosan amorf tuzilishga xos bo'lib, seritsinning tabiiy xususiyatlarini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, ayrim aniq piklarning paydo bo'lishi sopolimerlanish natijasida tartiblangan struktura elementlari hosil bo'lganini anglatadi. Bu esa sopolimerning fizik-mexanik xossalari, jumladan, mustahkamligi va barqarorligining oshishiga olib keladi. Natijalar asosida seritsin sopolimerining tuzilishi qisman kristallik xususiyatga ega bo'lib, u materialning qo'llanilish sohalarini kengaytirishi mumkinligi aniqlandi. Ushbu tadqiqot natijalari biomateriallar, farmatsevtika va to'qimachilik sanoatida yangi funksional materiallar yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, rentgen difraksion tahlil moddalarning ichki tuzilishini aniqlashda samarali usul hisoblanadi. Oqsil namunasi kristallik elementlarga ega bo'lsa, polimer namunasi ko'proq amorf holatda ekanligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Satish Sundar Dilip Kumar Heidi Abrahamse. Chapter 10. Sericin-Based Nanomaterials and Their Applications in Drug Delivery // Synthesis Protocols, Mechanisms and Applications of Bio-Based Nanomaterials. Micro and Nanotechnology 2022, pp. 211-229
2. Kang Huang, Xiaoning Zhang, Jialong Wu, Michael L. Norton, Zhenhua Li, Hongmei Hu // Self-cleaning pyrolysis of silk-sericin composite for producing highly efficient adsorbents // Separation and Purification Technology Available online December 10, 2024, 131024

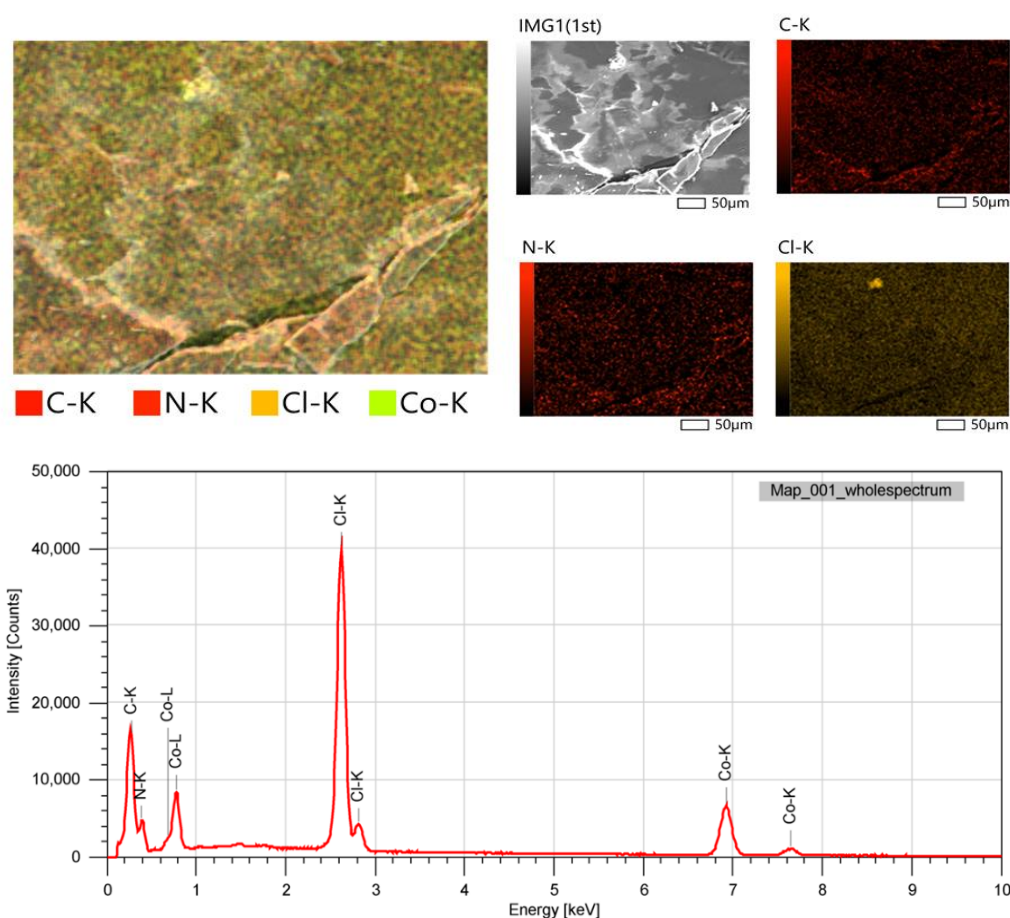
4-sho'ba

4-SHO'BA FIZIKAVIY VA KOLLOID KIMYONING ZAMONAVIY
TENDENSIYALARIBENZIMIDAZOL HOSILASI ASOSIDA KOBALT(II) XLORID KOMPLEKS
BIRIKMASINING ELEMENT ANALIZ TAHLILIF.A.Xo'jayeva^{1,2*}, Sh.Sh.Daminova¹, H.A.Alikulova²¹O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahri, O'zbekiston²Toshkent farmatsevtika instituti *e-mail: xojayevafarangiz891@gmail.com

Abstract: In this study, a coordination compound based on a benzimidazole derivative and cobalt (II) chloride was synthesized. The micromorphology and elemental composition of the complex were verified via SEM-EDS analysis. EDS spectra confirmed the presence of Co, Cl, N, and C while elemental mapping demonstrated their homogeneous distribution around the coordination center, indicating high chemical purity of the complex.

Key words: Benzimidazole, Cobalt, Coordination compound, SEM-EDS.

Asosiy matn: Element analizi tahlili SEM-EDS - Elektron nurlar (elektron mikroskoplarda) yoki rentgen nurlari (rentgen-fluoresan analizatorlarda) yordamida o'rganilayotgan namunaning atomlari qo'zg'atilib, har bir kimyoviy elementga xos bo'lgan rentgen nurlanishini chiqaradi. Bunday nurlanishning energiya spektrini o'rganish orqali namunaning sifat va miqdoriy tarkibi haqida xulosa chiqarish mumkin. Energiya dispersiv rentgen spektroskopiyasi usuli obyektlarni skanerlovchi elektron mikroskopda yoki transmissiya elektron mikroskopida o'rganishda qo'llanilishi mumkin, bu erda obyekt fokuslangan yuqori energiyali elektron nurlari yordamida tekshiriladi.



Rasm.1. $[\text{Co}(\text{C}_8\text{H}_5\text{N}_2\text{O}_2)_2(\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2)_2]$ kompleks birikmasining mikrostrukturasi EDX diagrammasi

Taqdim etilgan SEM-EDS spektri benzimidazol hosilasi va kobalt(II) xlorid asosida hosil qilingan kompleks birikmaning element tarkibini sifat jihatdan tahlil qilishga xizmat qiladi (1-rasm). Spektrning gorizontali o'qi energiya (keV), vertikal o'qi esa intensivlikni ifodalaydi. Olingan natijalar kompleks tarkibida bir nechta asosiy elementlarning mavjudligini ko'rsatadi. Xususan, 2.6–2.8 keV atrofida kuzatilgan kuchli Cl-K piklari kompleks tarkibida xlor elementining sezilarli miqdorda mavjudligini tasdiqlaydi. Bu xlor ionlarining kobalt (II) xlorid manbasidan saqlanib qolganligini bildiradi. 6.9 keV va 7.6 keV hududlarida kuzatilgan Co-K α va Co-K β piklari esa kompleksning markaziy metall ionini, ya'ni kobalt (II) mavjudligini aniq tasdiqlaydi. Bundan tashqari, past energiya sohasida kuzatilgan zaif C va N signallari benzimidazol ligandiga xos bo'lib, kompleks tarkibida organik qism — uglerod va azot atomlari mavjudligini ko'rsatadi. Bu holat ligandning metall markaz bilan koordinatsion bog' hosil qilganini anglatadi. Natijalar kompleksning tarkibi va tuzilishiga oid muhim ilmiy xulosalar chiqarish imkonini beradi.

SEM-EDS usuli orqali olingan miqdoriy tahlil natijalari benzimidazol hosilasi va kobalt(II) xlorid asosida hosil qilingan kompleks birikmaning element tarkibini aniq yoritib beradi (1-jadval). Spekrda uglerod (C), azot (N), xlor (Cl) va kobalt (Co) elementlarining mavjudligi qayd etilib, ularning massaviy va atom foizlari asosida kompleksning tarkibiy tuzilishi baholandi. Massaviy ulushlar bo'yicha uglerodning yuqori miqdori ($51.05 \pm 0.09\%$) kompleks tarkibida organik ligand — benzimidazol skeletining ustun ekanligini ko'rsatadi. Azotning sezilarli ulushi ($22.77 \pm 0.12\%$) ligandning geterotsiklik tabiatini va metall ion bilan koordinatsion bog'lanishda faol ishtirok etishini tasdiqlaydi. Xlor ($15.24 \pm 0.03\%$) va kobalt ($10.94 \pm 0.05\%$) esa kompleksning noorganik komponentlarini tashkil etib, metall markaz va qarshi ionlar mavjudligini ifodalaydi.

Atom foizlari tahlili ham ushbu natijalarni tasdiqlab, uglerod (65.47%), azot (25.05%), xlor (6.62%) va kobalt (2.86%) o'rtasidagi nisbat kompleksning organik ligandlar ustun bo'lgan koordinatsion tuzilishga ega ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, kobalt atomlarining nisbatan past ulushi metall markaz sifatida yagona koordinatsion markaz mavjudligini yoki past metall yuklanish darajasini anglatadi.

Umuman olganda, SEM-EDS natijalari benzimidazol hosilasi va kobalt(II) xlorid o'rtasida muvaffaqiyatli hosil bo'lgan kompleks birikmada organik (C, N) va noorganik (Co, Cl) komponentlarning muvozanatli integratsiyasini tasdiqlaydi. Ushbu element tarkibi kompleksning koordinatsion tabiatini va stixiometrik tuzilishini ilmiy asosda yoritishga xizmat qiladi.

1-jadval

[Co(C₈H₅N₂O₂)₂(C₇H₆N₂)₂] kompleks birikmasining SEM-EDS usuli orqali aniqlangan elementar tarkibi

Element	Liniya tipi	Mass, %	Atom, %
C	K	51.05 $\pm$ 0.09	65.47 $\pm$ 0.12
N	K	22.77 $\pm$ 0.12	25.05 $\pm$ 0.13
Cl	K	15.24 $\pm$ 0.03	6.62 $\pm$ 0.01
Co	K	10.94 $\pm$ 0.05	2.86 $\pm$ 0.01
Total		100.00	100.00

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- Egerton, R. F. (2011). *Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM*. Springer.
- Goldstein, J. I. et al (2018). *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis* (4th ed.). Springer.

TUPROQ TARKIBIDAGI RUDALARDAN NODIR METALLARNI AJRATIB OLIISHNING FIZIK-KIMYOVIY ASOSLARI

N.X. Jurakulova^{1*}, A. Nurboboyeva²

^{1,2}*Qarshi davlat universiteti, Qarshi shahri, O'zbekiston*

*e-mail: juraqulova80@mail.ru

Abstract: Nowadays, rare earth elements and rare metals are strategic resources essential for modern industry. Uzbekistan has a rich mineral base with many elements present. In Kashkadarya, their average content is $5.8 \times 10^{-5}\%$. Therefore, developing efficient and environmentally friendly extraction technologies is an important scientific task.

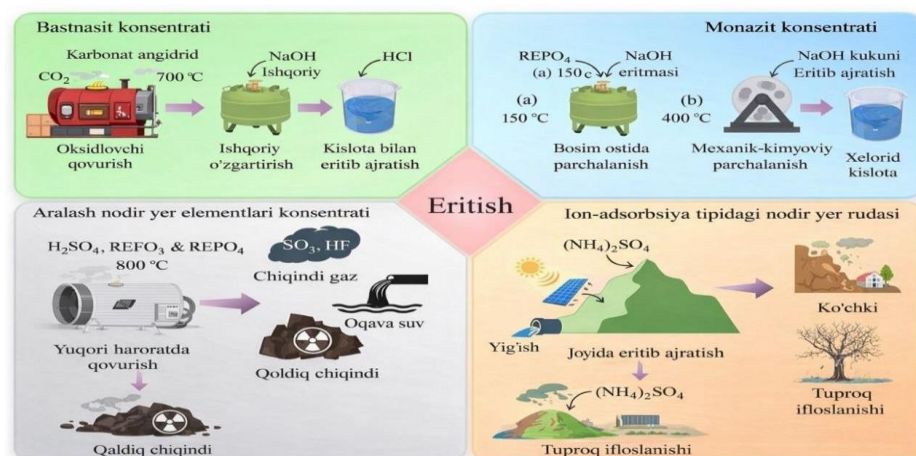
Key words: Kashkadarya region, rare metals, extraction technology

Hozirgi kunda noyob yer elementlari va nodir metallar zamonaviy sanoatning strategik resurslari hisoblanadi. Ular elektronika, aerokosmik texnologiyalar, energetika va kimyo sanoatida keng qo'llaniladi. Ayniqsa, yuqori texnologik qurilmalar ishlab chiqarishda oltin (Au), kumush (Ag), platina (Pt), palladiy (Pd) kabi metallar muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston boy mineral-xomashyo bazasiga ega bo'lib, hududida D.I. Mendeleyev davriy jadvalidagi ko'plab elementlar uchraydi. Xususan, Qashqadaryo viloyatida noyob yer elementlari miqdori o'rtacha $5,8 \cdot 10^{-5} \%$ ni tashkil etadi. Shu sababli tuproq va rudalardan nodir metallarni samarali va ekologik xavfsiz usullarda ajratib olish texnologiyalarini o'rganish dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi.

Yarim asrlik texnologik innovatsiyalardan so'ng noyob tuproq elementlarini qazib olish texnologiyalari yuqori darajada ifloslantiruvchi va energiyani ko'p talab qiluvchi kislota-asosli yuvish jarayonlaridan ekologik toza va kam uglerodli metallurgiya tizimlariga aylantirildi. Zamonaviy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, an'anaviy usullar (kuchli kislotalar va yuqori harorat) yuqori samaradorlikka ega bo'lsa-da, ekologik xavf tug'diradi. Shu sababli yangi, ekologik toza texnologiyalar ishlab chiqilmoqda.

Nodir metallar tuproq va rudalarda odatda kam miqdorda, murakkab oksid, silikat yoki fosfat minerallari shaklida bo'ladi. Biz nazariy va tahliliy yondashuvlarga asoslangan holda, quyidagi usullar orqali toza metallar ajratib olishni vazifa qilib oldik: 1) **Fizik usullar yordamida:** gravitatsion ajratish, magnit ajratish, elektrostatik ajratish va flotatsiya; 2) **Kimyoviy usullar yordamida:** kislota bilan eritish (HCl , H_2SO_4 ishqoriy ishlov berish (NaOH), kuydirish ($700\text{--}800^\circ\text{C}$); 3) **Gidrometallurgik usullar:** selektiv eritish, ion almashinish (sorbsiya) va ekstraksiya 4) **Ion-adsorbsion usul** ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ eritmasi yordamida ion almashinish va tuproqdan to'g'ridan-to'g'ri ajratib olish. Ushbu jarayonlarning umumiy texnologik sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan.



1-rasm. Nodir metallarni turli xomashyo turlaridan (bastnazit, monazit va ion-adsorbsion rudalar) ajratib olishning kompleks fizik-kimyoviy texnologik sxemasi.

Natijalari shuni ko'rsatdiki: Nodir metallar asosan oksid, silikat va fosfat shakllarda uchraydi, bu esa ularni ajratib olishni murakkablashtiradi. Eng samarali usullar sifatida flotatsiya – mineral rudalar uchun va kimyoviy eritish – ion-adsorbsion rudalar uchun. Yuqori harorat (700–800°C) mineral strukturani o'zgartirib, metallarning ajralishini osonlashtiradi. Nodir elementlar aluminosilikat yuzasida ion sifatida bog'langan bo'lib, ularni ammoniy tuzlari yordamida ajratish samarali hisoblanadi. Bu jarayonda ekologik muammolar SO_3 , HF gazlari ajralishi, oqova suvlar hosil bo'lishi, tuproq degradatsiyasi bo'ldi.

Demak, nodir metallarni ajratib olish ko'p bosqichli fizik-kimyoviy jarayon bo'lib, gidrometallurgik usullar yuqori selektivlikka ega va ion-adsorbsion texnologiyalar istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Yana o'z oldimizga ekologik xavfsiz texnologiyalarni rivojlantirish maqsadini qo'ydik.

ADABIYOTLAR

1. Ян Цзян Цзяньфэй Ли, Янлэй Гэн, Синван Ёе, Шэнфэн Ма, Сяоянь Хао, Вэньбинь Синь, Ифань Чай “Обзор основных процессов выплавки редкоземельных руд в мире: от традиционных методов до новых технологий” 2025 года.
2. Фарзана Садри, Амир Мохаммад Назари, Ахмад Гахреман “Обзор процессов крекинга, обжига и выщелачивания концентратов редкоземельных элементов”. Журнал редкоземельных элементов. Том 35, выпуск 8, август 2017 г., страницы 739-752
3. Хельга Ковач “Извлечение благородных металлов и редкоземельных элементов с помощью растений”. Современные взгляды в химической инженерии. 2025 г., 101-192.
4. N.A. Doniyarov, B.R. Voxidov, A.R. Aripov, G'.F. Mamaraimov Nodir metallar metallurgiyasi. Darslik, Navoiy-2023.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЖИГА МГО В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБЖИГА ДОЛОМИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАМАНСАЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Мавлонова Жасур Баходир угли^{1*}, Нурымбетов Бахтияр Чимбергенович²

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, город Нукус,
Республика Узбекистан

Alfalaureate0096@gmail.com

Abstract: The work analyzes the physicochemical processes occurring during the thermal treatment of carbonate raw materials. During the research, it was determined that the optimal firing temperature for dolomite from the Jamansay deposit is 750 °C.

Keywords: dolomite, Jamansay deposit, selective dissociation.

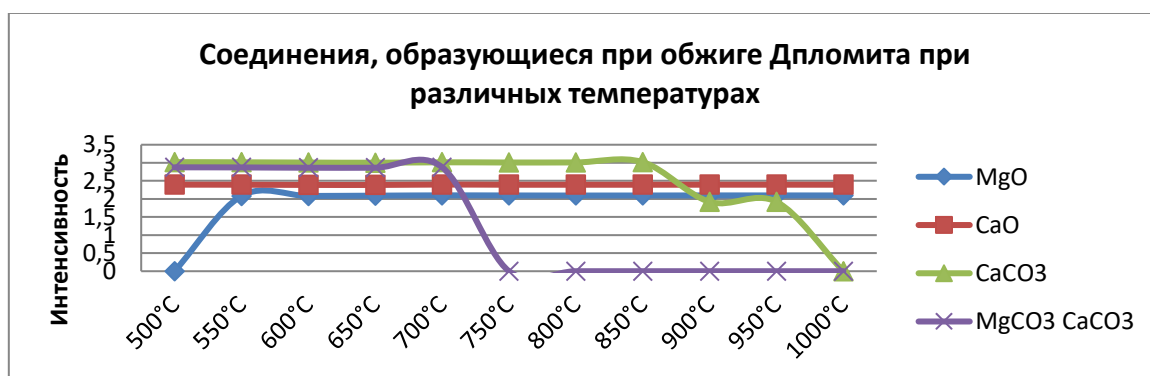
Развитие строительной индустрии требует постоянного поиска новых материалов, что делает исследования местных сырьевых ресурсов чрезвычайно актуальными. Целью является создание продукции на основе отечественного сырья, которая не только обеспечит полное импортозамещение, но и будет конкурентоспособна по качеству и другим эксплуатационным характеристикам.

Доломит - это широко распространенный осадочный карбонатный минерал с химической формулой $CaMg(CO_3)_2$. Структурно он представляет собой упорядоченное чередование слоев ионов кальция и магния, разделенных карбонатными группами $[CO_3]^{2-}$.

Литературные данные указывают на то, что температурный режим обжига доломита определяет состав получаемых продуктов. Так, при температуре около 750°C образуется каустический доломит, который содержит в основном $CaCO_3$ и не менее 15% MgO . При более высоких температурах, в диапазоне 800–850°C, получают доломитовый цемент, включающий MgO , CaO и $CaCO_3$. Дальнейшее повышение температуры до 900–1000°C приводит к образованию доломитовой извести, состоящей из MgO и CaO . Спекание

доломита и получение огнеупорных материалов происходит при еще более высоких температурах [2].

Исследованием химических и физико-химических свойств карбонатных минералов в процессе обжига и получения на их основе карбонатных вяжущих систем на основе сырьевых ресурсов Каракалпакстана посвящены многие работы [3]. Ранее нами были изучен доломит Жамансайского месторождений Республики Каракалпакстан. Установлено, что доломитовая руда содержит минимальное количество примесей, достаточное содержание магния. Определены температурные интервалы двух стадий диссоциации доломита, а также температуры, при которых скорость диссоциации максимальна. Показано, что доломит пригоден для производства магнезиальных вяжущих систем [4]. Целью данной работы является определения оптимальных параметров обжига доломита Жамансайского месторождения для получения низкотемпературных вяжущих материалов. Джамансайское месторождение известняков, административно расположенное в Берунийском районе Республики Каракалпакстан (в южных отрогах центральной части Султануиздага), представляет собой мощную толщу нижнедевонских карбонатных пород. Продуктивная пачка месторождения сложена светло-серыми и желтовато-белыми мелко-среднезернистыми известняками массивной текстуры, мощность которых варьируется от 280 до 570 метров. Химический состав был исследован с помощью энерго дисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра EDX-7000P, который измеряют энергию и интенсивность вторичного флуоресцентного излучения, определяя элементы и их количественное содержание в пробе. Для определения фазового состава новообразования использовали рентгенофазовый метод анализа. Исследования проводилось на установке RIGAKU Dmax – 2200. Из измельченного до полного прохождения через сито №008, образцов доломита Джамансайского месторождений приготовлены шарики диаметром 5 мм, шарики сперва сушились на воздухе, затем обжигались в лабораторной силитовой печи при различных температурах с интервалом 50°C . Температура поднималась со скоростью $200\text{--}250^{\circ}\text{C}$ в час. При фиксированных температурах проводилась выдержка на протяжении 60 минут. Состав продуктов новообразования, полученных в результате обжига, был определен с использованием рентгенофазового анализа.



Таким образом, оптимальным температурам обжига доломита Джамансайского месторождения можно считать 750°C , т.к. при этом градусе полностью исчезает линий характерных для доломита, появляется линий характерных для CaCO_3 и MgO . В следующих градусах ($800^{\circ}\text{--}1000^{\circ}\text{C}$) в основном идет разложения CaCO_3 и появления и увеличения интенсивности линий, характерных для CaO .

Список литературы

1. Ю.М.Бутт, М.М.Сычев, В.В.Тимашев. Химическая технология вяжущих материалов. М., Высшая школа, 1980. 472 с.
2. Бирюлева, Д.К. Долomitовый цемент и его использование для производства строительных материалов / Д.К. Бирюлева, Н.С. Шелихов, Р.З. Рахимов // Тезисы докладов 3 академических чтений «Актуальные проблемы строительного материаловедения». – Саранск, 1997. – С. 117-118.
3. Туремуратов Ш.Н., Нурымбетов Б.Ч. Технология получения известково-белитовых вяжущих на основе местных сырьевых ресурсов. //Материалы конференции «Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в РК., Нукус–2011г., ст.148-149.
4. Нурымбетов Б.Ч., Туремуратов Ш.Н., Мавлянов Ж., Чимбергенова Г.Б. Исследования доломита Джамансайского месторождения. Universum: технические науки. 2022. 12(105), С.57-62.

YOG' KISLOTALAR ASOSIDAGI OLINGAN SIRT FAOL MODDALARNING KO'PIK HOSIL QILISH QOBILIYATI VA RANGLI METALLAR FLOTATSIYASIDA SAMARADORLIGI

X.R. Saydahmedova, R.R. Maxkamov,**

O'zR FA Umumiy noorganik kimyo instituti, (Toshkent, O'zbekiston)
xosiyatxonsaydahmedova@gmail.com*

Abstract. This research examines the colloid-chemical properties and application of new surfactants based on aliphatic fatty acids in the flotation of non-ferrous metals. Laboratory tests demonstrated that new surfactants have very good stable foam forming ability and their compositions significantly enhance copper concentrate recovery up to 93.32%.

Keywords: Surfactants, flotation, fatty acids, frothing agent, flotation of non-ferrous metals, copper enrichment.

Bugungi kunda tog'-kon metallurgiya sanoatida rudalarni boyitish jarayonlarining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilash maqsadida yuqori samaradorlikka ega bo'lgan yangi flotoreagent kompozitsiyalarini yaratish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, rangli va noyob metallarni rudalardan ajratib olishda qo'llaniladigan ko'pik hosil qiluvchi moddalarning selektivligini oshirish tadqiqotlarning markazida turibdi. Shu munosabat bilan, yog' kislotalari asosida yangi sirt faol moddalar (SFM) sintez qilindi va ular asosida kompozitsiyalarni flotatsiya reagentlari sifatidagi xususiyatlari o'rganildi.

Tadqiqot metodlari. Flotatsiya jarayoni qattiq faza zarrachalarining suvli muhitda SFM eritmalari bilan o'zaro turlicha ho'llanishi va havo pufakchalariga yopishish qobiliyatiga asoslanadi. Sintez qilingan yangi SFMlar va ular asosidagi kompozitsiyalarning samaradorligi laboratoriya sharoitida, FML-3 rusumli flotatsiya mashinasida sinovdan o'tkazildi. Tadqiqotda yangi SFMlarning 15% li suvli eritmalari tayyorlanib, yig'uvchi reagentlar (ksantogenat, mochevina) bilan birgalikda qo'llanildi. Jarayon ohak yordamida barqarorlashtirildi va pH 10,1–10,2 bo'lgan ishqoriy muhitda amalga oshirildi.

Natijalar va muhokama. Tadqiqot uchun taqdim etilgan namunalar va kompozitsiyalar tarkibida mahalliy yog' kislotalari asosida olingan sirt faol moddalardan tashkil topgan. Olingan natijalar standart sifatida qo'llaniladigan T-92 ko'piklatgichi ko'rsatkichlari bilan qiyoslandi.

Tajribalar shuni ko'rsatdiki, sinovdan o'tkazilgan namunalar ichida yog' kislotalari asosida olingan sirt faol moddalardan tashkil topgan kompozitsiyalar eng yuqori texnologik samaradorlikni namoyon etdi. Xususan, standart T-92 preparati qo'llanilganda mis konsentrati

92,53% ni tashkil etgan bo'lsa, yangi SFMlar kompozitsiyasi yordamida bu ko'rsatkich 93,32% gacha ko'tarildi.

Yog' kislotalari asosida olingan yangi sirt faol moddalardan tashkil topgan kompozitsiyalar havo pufakchalarining dispersligini va barqarorligini ta'minlash bilan bir qatorda, rangli metal zarrachalari yuzasida mustahkam gidrofob plyonka hosil qiladi. Sinov natijalari quyidagi jadvalda umumlashtirilgan:

1-jadval. Flotatsiya jarayonida qo'llanilgan SFMlar kompozitsiyalarning sinov natijalari.

Mahsulot nomi	Mis, %			Ko'pirtiruvchi va uning sarf miqdori
	Chiqish, %	Tarkib, %	Ajratib olish, %	
Birlamchi konsentrat	17,8	2,8	91,14	Ko'pirtiruvchi T-92 Sarf miqdori 42 g/t
Qoldiq chiqindilari	82,2	0,59	8,16	
Dastlabki ruda	100	1,00	100	
Birlamchi konsentrat	4,2	9,03	88,67	Ko'pirtiruvchi SOF-1 Sarf miqdori 40 g/t
Qoldiq chiqindilari	95,9	0,05	11,33	
Dastlabki ruda	100	0,42	100	
Birlamchi konsentrat	4,3	8,84	89,71	Ko'pirtiruvchi SOF-2 Sarf miqdori 40 g/t
Qoldiq chiqindilari	95,7	0,05	10,29	
Dastlabki ruda	100	0,43	100	
Birlamchi konsentrat	7,0	5,41	89,06	Ko'pirtiruvchi SOF-3 Sarf miqdori 40 g/t
Qoldiq chiqindilari	93,0	0,05	10,94	
Dastlabki ruda	100	0,42	100	
Birlamchi konsentrat	3,2	11,14	85,88	Ko'pirtiruvchi SOF-4 Sarf miqdori 40 g/t
Qoldiq chiqindilari	96,8	0,06	14,12	
Dastlabki ruda	100	0,41	100	
Birlamchi konsentrat	3,5	10,68	86,65	Ko'pirtiruvchi SOF-5 Sarf miqdori 40 g/t
Qoldiq chiqindilari	96,5	0,06	13,35	
Dastlabki ruda	100	0,43	100	
Birlamchi konsentrat	17,5	2,09	90,21	Ko'pirtiruvchi SOF-6 Sarf miqdori 40 g/t
Qoldiq chiqindilari	82,5	0,05	9,79	
Dastlabki ruda	100	0,40	100	
Birlamchi konsentrat	18,4	2,04	92,01	Ko'pirtiruvchi SOF-1 kompozitsiyasi Sarf miqdori 40 g/t
Qoldiq chiqindilari	81,6	0,04	7,99	
Dastlabki ruda	100	0,41	100	
Birlamchi konsentrat	11,8	3,24	93,52	Ko'pirtiruvchi SOF-2 Sarf miqdori 40 g/t
Qoldiq chiqindilari	88,2	0,03	6,48	
Dastlabki ruda	100	0,41	100	
Birlamchi konsentrat	12,0	3,13	92,42	Ko'pirtiruvchi SOF-2 kompozitsiyasi Sarf miqdori 20 g/t
Qoldiq chiqindilari	88,0	0,04	7,58	
Dastlabki ruda	100	0,41	100	
Birlamchi konsentrat	24,9	1,47	90,70	Ko'pirtiruvchi SOF-3 kompozitsiyasi Sarf miqdori 36 g/t
Qoldiq chiqindilari	75,1	0,05	9,30	
Dastlabki ruda	100	0,40	100	

Barcha tavsiya etilgan SOF-2 SFM kompozitsiyalarini T-92 bilan solishtirganda undan yuqori natija berdi. Qolgan namunalar T-92 preparati bilan bir xil, unga yaqin yoki pastroq samaradorligini ko'rsatdi. Ulardan foydalanganda mis konsentrati 32,31% dan 93,44% gacha, standart T-92 perparatidan foydalanganda misning konsentrati 92,53% ni tashkil etdi. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, yangi SFMlar flotatsiya reagentlari ko'pik hosil qiluvchilar sifatida samarali bo'lib, ular havo pufakchalarining dispersiyasini va barqarorligini oshiradi hamda flotatsiya qilinayotgan rangli metal zarrachalari bilan yaxshi aloqaga kirishadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abramov A.A. Flotatsionniye metodi obogasheniya. – M.: Nedra, 2008. – 710 s.
2. Bogdanov O.S. Spravochnik po obogasheniyu rud. Tom 2. – M.: Nedra, 1983. – 360 s.
3. Ismoilov T.V. Sirt faol moddalar va ularning sanoatdagi qo'llanilishi. // O'zbekiston kimyo jurnali. – Toshkent, 2019. – №4. – B. 45-52.
4. Xayman S.O., Akmalov S.X. Rangli metallar rudalarini boyitish texnologiyasi. – Toshkent: Fan, 2015. – 240 b.

СИНТЕЗ НЕИОНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПОДСОЛНЕЧНОГО И КОКОСОВОГО МАСЕЛ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ СОСТАВА

М.А.Абдурахимова¹, Г.Х.Болтаева²

¹Ташкентский фармацевтический институт, г. Ташкент, Республика Узбекистан

²Ташкентский фармацевтический институт, г. Ташкент, Республика Узбекистан
e-mail: bgulsanam@gmail.com

Abstract: Nonionic surfactants were synthesized from fatty acid mixtures of sunflower and coconut oils by amidation with diethanolamine. The products were obtained in 93–97% yield and characterized by ¹H NMR spectroscopy. Spectral differences confirmed variations in chain length and unsaturation affecting surfactant properties.

Key words: nonionic surfactants, fatty acids, diethanolamides, sunflower oil, coconut oil, micellization, ¹H NMR spectroscopy

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки эффективных и экологически безопасных поверхностно-активных веществ на основе возобновляемого сырья. Неионогенные поверхностно-активные вещества, синтезированные из жирных кислот растительных масел и животных жиров, представляют особый интерес благодаря своим физико-химическим свойствам и широкому спектру применения. В этой связи изучение их состава и свойств является важной задачей современной химии. (Ланге, 2005; Холмберг и др., 2007).

Синтез неионогенных поверхностно-активных веществ осуществлялся взаимодействием диэтаноламина с жирными кислотами в безрастворительной системе при молярном соотношении 1:1. В качестве катализатора использовали Al₂O₃ (1% от массы жирных кислот). Реакцию проводили в атмосфере N₂ при температуре 70–140°C в течение 3 часов при перемешивании (200 об/мин). Полученные диэтаноламиды выделяли перегонкой при пониженном давлении или промывкой ацетоном. Выход продукта составил 93–97%.

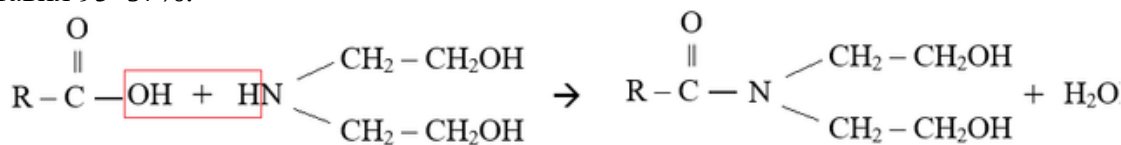
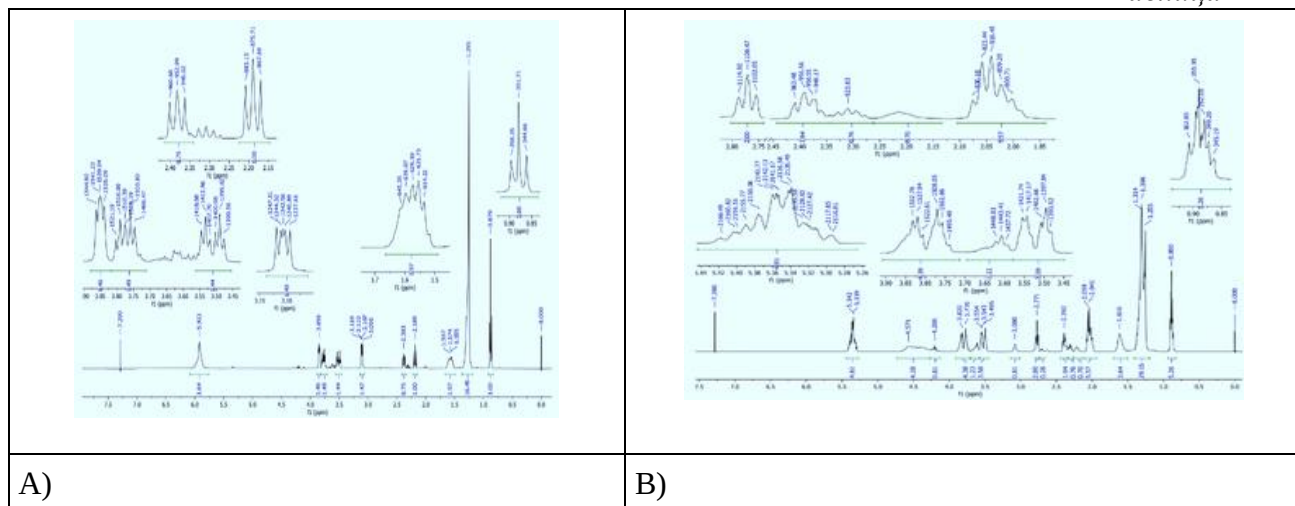


Рис. 1

Ниже приведены ПМР-спектры (спектры ЯМР ¹H) синтезированных ПАВ на основе жирных кислот кокосового (а) и подсолнечного (б) масел.

Таблица 1



Ярко выраженные сигналы характерны для олефиновых, линолевой и олеиновой кислот, что указывает на большое количество полиненасыщенных жирных кислот в спектре подсолнечного масла. Спектр подсолнечного масла в олефиновой области значительно отличается от спектров насыщенных жиров, таких как кокосовое масло.

При сравнении спектров ПМР (Н-ЯМР) диэтаноламидов (ДЭА) на основе различных природных масел и жиров наличие сигналов метиленовых групп (от 0,5 до 3 ppm) во всех образцах указывает на то, что основная углеводородная цепь ДЭА состоит из метиленовых групп, что является типичным для амидов жирных кислот

Характер сигналов амидов (около 7–8 ppm) и сигналов, связанных с эфирной группой (3,5–4 ppm), свидетельствует о том, что метаболические процессы в ходе реакции амидирования протекают схожим образом в различных маслах, независимо от различий в исходных жирных кислотах

Наличие специфических пиков в определенных спектрах может указывать на присутствие функциональных групп или добавок, характерных для исходных масел или жиров, либо на их образование в результате процесса амидирования

Экспериментальные исследования и анализы показали, что различия в интенсивности и расположении сигналов, полученных на основе различных образцов данных, подчеркивают разницу в длине и степени насыщенности цепей жирных кислот. Это, в свою очередь, оказывает существенное влияние на физико-химические свойства амидов. (Буканова, 2006; Русанов и Щёкин, 2016).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Буканова, Е. Ф. Коллоидная химия ПАВ. Часть 1. Мицеллообразование в растворах ПАВ: учебное пособие [Текст] / Е. Ф. Буканова. – М.: МИТХТ им. М. В. Ломоносова, 2006. – 81
- Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / К. Р. Ланге; науч. ред. Л. П. Зайченко; пер. с англ. [Н. Зорина]. – СПб: Профессия, 2005. –
- Русанов, А. И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ: монография [Текст] / А. И. Русанов, А. К. Щёкин. – 2-е изд., доп. – СПб.: Лань, 2016. – 612
- Холмберг, К. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах [Текст] / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 528 с.

ИЗУЧЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЯ НЕИОНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ИЗ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПРИРОДНЫХ ЖИРОВ

Нортураева А.М.¹, Болтаева Г.Х.²

¹Ташкентский фармацевтический институт, г. Ташкент, Республика Узбекистан

²Ташкентский фармацевтический институт, г. Ташкент, Республика Узбекистан

e-mail: bgulsanam@gmail.com

Abstract: Critical micelle concentrations of nonionic surfactants synthesized from fatty acids of natural fats and oils were studied. The products were obtained by amidation with diethanolamine, and their CMC values were compared. Lower CMC values indicated higher surface activity and more efficient micelle formation.

Key words: nonionic surfactants, fatty acids, diethanolamine, critical micelle concentration, natural fats, micelle formation, surface activity

Поверхностно-активные вещества широко используются в таких отраслях промышленности, как косметика, фармацевтика, переработка пищевых продуктов, а также нефтегазовая промышленность (Nagtode et al., 2023).

Данное исследование посвящено изучению критической концентрации мицеллообразования неионогенных поверхностно-активных веществ, синтезированных из различных жирных кислот природных жиров. В работе обсуждаются основные аспекты, такие как методы синтеза поверхностно-активных веществ, их характеристики и способность к образованию мицелл (Kent, 2003). Мицелла по своим свойствам занимает промежуточное положение между истинным и коллоидным раствором. К таким системам относятся растворы поверхностно-активных веществ и мыла.

Исследование направлено на глубокое понимание взаимосвязи между химической структурой жирных кислот и функциональными свойствами производных поверхностно-активных веществ, что имеет важное значение для создания новых эффективных и экологически чистых поверхностно-активных веществ для различных отраслей промышленности.

В процессе получения поверхностно-активных веществ в качестве исходного материала использовались различные растительные масла, включая подсолнечное, хлопковое и кокосовое, а также животные жиры, такие как курдючный и кишечный жир. Используемый диэтаноламин соответствует ТУ 2423-178-00203335-2007, характеризуется как вязкая прозрачная жидкость с массовой долей основного вещества не менее 98,0% и показателем преломления в диапазоне 1,476–1,478.

Кроме того, для реализации отдельных этапов процесса использовались гидроксид натрия (Florida Laboratories) с массовой долей не менее 99,0% по DIN ISO 9001, серная кислота (Sigma Aldrich) с концентрацией 95,5%, а также KCl с чистотой 99,9% по DIN ISO 9001. Для получения жирных кислот из животного жира был проведён следующий процесс. Сначала 95,1 г NaOH растворяли в 1000 мл воды и нагревали до 70°C. Затем добавляли 740 г жира, и нагрев продолжался в течение 6 часов при интенсивном перемешивании. После этого из 122,0 г концентрированной серной кислоты и 461,0 г воды был приготовлен 20%-ный раствор серной кислоты.

Для превращения мыла обратно в жирные кислоты было использовано 583,0 г данного раствора. Процесс считался завершённым, когда лакмусовая бумага показывала красный цвет.

Реакция между диэтаноламином и жирными кислотами проводилась в безрастворной системе при молярном соотношении 1:1. В качестве катализатора добавляли 3% Al₂O₃ от массы жирных кислот, и реакция проводилась в атмосфере N₂ в круглодонной

колбе. Смесь нагревали до 70°C в течение 30 минут, затем до 140°C при перемешивании со скоростью 200 об/мин. Реакция продолжалась 3 часа. Выход продукта составил 93–97%.

Синтезированные поверхностно-активные вещества были условно обозначены как SSUNO, SCOTO, SCOCO, STAIF, SCAUF — соответственно для веществ, полученных на основе подсолнечного, хлопкового, кокосового масел и курдючного и кишечного жира.

Анализ взаимосвязи между ККМ и другими свойствами поверхностно-активных веществ, такими как способность к пенообразованию или устойчивость пены, начинается с оценки ККМ для различных образцов. Используя зависимость поверхностного натяжения от логарифма концентрации поверхностно-активного вещества в растворе, были определены значения ККМ (выраженные в мг/л) для каждого образца.

Таблица 1

Образец	SSUNO	SCOTO	STAIF	SCAUF	SCOCO
ККМ1	18,7	15,6	17,1	23,5	15,3
ККМ2	36,7	31,2	36,9	73,2	28,8

В таблице представлены два значения ККМ для каждого поверхностно-активного вещества. На основании таблицы видно, что SCOCO демонстрирует наименьшие значения ККМ1 и относительно низкие значения ККМ2, что может свидетельствовать о способности образовывать мицеллы в более разбавленных растворах по сравнению с другими веществами.

SCAUF демонстрирует наибольшие значения ККМ1 и ККМ2, что может указывать на необходимость более высокой концентрации для образования мицелл.

Существует обратная зависимость между значением ККМ и поверхностной активностью: чем ниже ККМ, тем выше поверхностная активность.

Экспериментальные исследования показали, что критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) синтезированных поверхностно-активных веществ уменьшается с увеличением длины алкильной цепи и молекулярной массы (Nagtode et al., 2023).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Kent, J.A. (2003). Soap, Fatty Acids, and Synthetic Detergents. In: Riegel's Handbook of Industrial Chemistry.

Nagtode V.S., Cardoza C., Yasin H.K.A., Mali S.N., Tambe S.M., Roy P., Singh K., Goel A., Amin P.D., Thorat B.R., Cruz J.N., Pratap A.P. Green Surfactants (Biosurfactants): A Petroleum-Free Substitute for Sustainability—Comparison, Applications, Market, and Future Prospects. ACS Omega. 2023;8(13):11674–11699.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФИТОПЛЁНОК НА БАЗЕ ПОЛИСАХАРИДА
НАТРИЙКАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ

²Абед Фатима Жалал, ¹Инагамов Сабитджан Якубжанович

¹Ташкентский фармацевтический институт, г.Ташкент., Республика
Узбекистан, E-mail: sabitjan1957@mail.ru, тел.: +99894 662-96-07

²Докторант Ташкентского Государственного технического
университета имени Ислама Каримова

Abstract: This paper presents a technology for the preparation of polymer medicinal films based on sodium carboxymethylcellulose polysaccharide. To select the optimal film-forming agent, we studied the following film-forming polymers: sodium carboxymethylcellulose, methyl cellulose, gelatin, agar-agar, polyvinylpyrrolidone. The obtained films were studied according to such indicators as appearance, uniformity, ability to lag behind the substrate, pH value, and

dissolution time. Distinctive results in these indicators were noted only for films obtained using the Na-CMC polymer, which was selected as optimal and a production technology was developed.

Keywords: technology, polymer medicinal phytoplastics, sodium carboxymethylcellulose, uniformity, pH value, dissolution time.

Важным процессом в технологии полимерных лекарственных плёнок является выбор оптимального плёнокообразующего полимера. В связи с этим, нами были изучены следующие плёнокообразующие полимеры: натрий-карбоксиметилцеллюлоза (Na-КМЦ), метилцеллюлоза (МЦ), желатин, агар-агар, поливинилпирролидон (ПВП). С помощью этих полимеров были приготовлены модельные плёночные массы, из которых методом полива были получены плёнки. Сформированные пленки были изучены по таким показателям, как внешний вид, однородность, способность отставать от подложки, величина pH, время растворения, по методикам, приведенным в нормативно-техническом документе и литературных источниках. При этом положительные результаты по этим показателям отмечены только у плёнок, полученных с применением полимера Na-КМЦ, который выбран как оптимальный и разработан технология получения.

В колбе в 40 мл горячей воды растворяют 0,08 г метилурацила. После полного растворения метилурацила, в раствор добавляют 2 г Na-КМЦ и оставшуюся часть воды (40 мл). Оставляют на 1-2 часа для набухания полимера. При этом полимер Na-КМЦ смачивается и набухает, увеличиваясь в объеме в 40 раз. По истечении этого времени добавляют еще 6 мл воды. Затем в разбухший раствор добавляют 10 г Алоэ экстракта жидкого и тщательно перемешивают, помещают на водяную баню на 20-30 мин. Тщательно перемешивают. После чего вводят в раствор 3 г пластификатора (глицерин). Гомогенизируют поливочный раствор с помощью магнитной мешалки (MS-H280-ProMagneticStirrer) после снижения температуры массы до комнатной. Смесь тщательно гомогенизируют в течение 20-25 мин до получения однородного раствора. Далее производят деаэрацию поливочного раствора, центрифугируя раствор в течение 30 мин для удаления пузырьков воздуха. Полученную полимерную массу выливают по 10 г на стеклянные подложки и высушивают при температуре 25-30⁰ С до тех пор, пока потеря в массе при высушивании не составит 95%. По внешнему виду пленка прозрачная, эластичная, однородная и без пузырьков воздуха. После высушивания были получены однородные, пластичные, прозрачные и прочные без разрывов пленки светло-коричневого цвета и толщиной 0,020 см. Результаты визуального наблюдения показали, что пленочная масса, приготовленная согласно составу высыхает через 24 часа, теряя при этом 95% влаги. Высушенные плёнки, после снятия с подложки, были упакованы в полиэтиленовые пакетики. Схема технологического процесса получения фито пленок на основе Na-КМЦ отображена на рис.1.

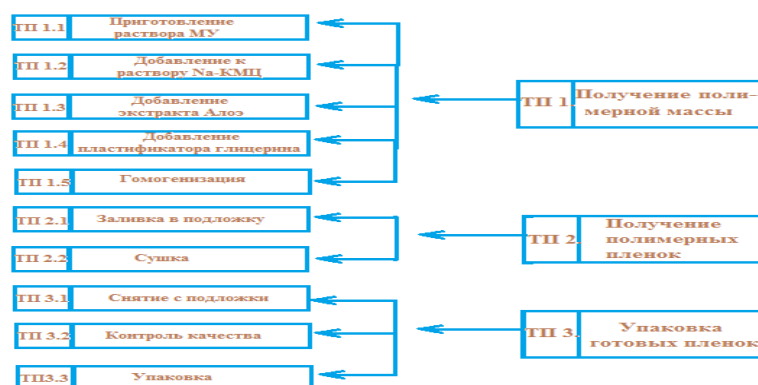


Рис.1. Схема технологического процесса получения фито пленок с метилурацилом и Алоэ экстрактом жидким на основе Na-КМЦ.

При получении пленки большое значение имеет величина потери в массе при высушивании, которое отражается на внешнем виде пленки.

Результаты изучения свойств с различной потерей в массе при высушивании показали, что пленки, в которых потеря в массе при высушивании составила более 96% была хрупкой, плохо отходила от подложки. Пленка с потерей влаги менее 95% была липкой, трудно отходила от поверхности подложки. После снятия липла к рукам.

Пленка, отвечающая требованиям, была получена при потере влаги около 95%. Она была эластичной, хорошо отставала от поверхности подложки. Пленка с таким количеством потери влаги в дальнейшем была выбрана как оптимальная.

5-SHO'BA. NOORGANIK KIMYO, ANALITIK KIMYO VA KIMYODA FIZIKAVIY TADQIQOT USULLARI

OG'IR METALLARNING ATROF-MUHIT OBYEKTLARIGA TA'SIRI

Sh.A.Matmurotov, M.O.Qo'shimmatova

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti

e-mail: matmurotov.shavkat@mail.ru

Annatsiysi: Ushbu maqolada og'ir metallarning atrof-muhit obyektlariga ta'siri tahlil qilingan. Simob, qo'rg'oshi, kadmiy, rux va boshqa metallar ionlarining salbiy ta'sirlari haqida ma'lumotlar keltirib izohlangan.

Kalit so'zlar: Og'ir metallar, simob, qo'rg'oshin, mis, rux, toksiklik darajasi, atrof-muhit obyektlari, oziq-ovqat mahsulotlari.

Hozirgi kunda fan - texnika va sanoatning turli sohalarining jadal sur'atlar bilan rivojlanishi bilan birgalikda atmosferaga turli xil zararli va zaharli moddalar chiqishi ham kuzatilmoqda. Sanoat zonasiga yaqin joylashgan hududlarda atrof-muhit obyektlariga (havo, suv va tuproq) turli xil og'ir metallar birikmalari tushishi mumkin. Buning natijasida o'simlik, hayvonot dunyosiga va insoniyatga salbiy ta'sirlar kuzatiladi.

Hozirgi vaqtda ekologik muammolarni oldini olish uchun muntazam ravishda zamonaviy va tezkor analitik usullar yordamida obyektlardan namunalar olinib analizlar bajariladi (monitoring olib boriladi) va nazorat qilinadi. Og'ir metallarning organizmda meyor darajada bo'lishi foydali hisoblanadi. Ortiqcha miqdorda bo'lishi esa turli xil kasalliklarning paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi. Og'ir metallar oziq-ovqat mahsulotlari, mevalar, ichimlik suvlari, go'sht mahsulotlari va boshqalar orqali organizmda to'planishi aniqlangan. O'simlik va hayvonot dunyosi uchun og'ir metallarning toksiklik darajasi o'rganilgan va quyidagi jadvalda keltirilgan [1].

Jadval-1

Obyektlar	Toksiklik darajasi
Suv o'tlari	Hg>Cu>Cd>Fe>Cr>Zn>Co>Mn
Qo'ziqorin	Hg>Cu>Cd>Cr>Ni>Pb>Co>Zn>Fe
Gullaydigan o'simliklar	Hg>Pb>Cu>Cd>Cr>Ni>Zn
Baliqlar	Hg>Cu>Pb>Cd>Al>Zn>Ni>Cr>Co>Mn>Sr
Sut emizuvchilar	Hg,Cd>Cu,Pb,Co,Sn,Be>Mn,Zn,Ni,Fe,Cr>Sr>Cs,Li,Al

Jadvaldan ko'rinib turibdiki barcha holatlarda simob ioning ortiqcha miqdorda bo'lishi xavfli hisoblanadi. Keyingi o'rinda esa qo'rg'oshin, mis, kadmiy va rux ionlari zararli ta'sir ko'rsatadi. Taxminan 50 ta kimyoviy element og'ir metallar deb tasniflanadi va ulardan 17 tasi juda keng tarqalgan va juda zaharli bo'lib, ular orasida qo'rg'oshin, alyuminiy, simob, kadmiy va boshqalar.

bor. Og'ir metallarning toksiklik darajasi ko'plab omillarga, jumladan, organizmning holatiga, immunitetga, tug'ma va surunkali kasalliklarga va boshqa ko'p narsalarga bog'liq. Bundan tashqari, xavfli kimyoviy birikmalar nafaqat organizmdagi fiziologik jarayonlarga, balki insonning psixo-emotsional holatiga ham salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Qo'rg'oshin eng mashhur zaharli metallardan biridir. Uning to'planishi, ayniqsa jigar, buyrak va suyaklarda, inson tanasiga halokatli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Kalsiy, rux yoki magniy yetishmasligi qo'rg'oshinning zararli ta'sirini kuchaytiradi va qo'shimcha sog'liq uchun xavf tug'diradi. Qo'rg'oshinning o'ziga xos xususiyatlaridan biri uning immunitet tizimini bostirish qobiliyatidir. Alyuminiy uzoq vaqtdan beri xavfsiz metall hisoblanib kelgan. Biroq, so'nggi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, u sog'liq uchun salbiy ta'sirga ham egadir. Ushbu kimyoviy elementning ortiqcha miqdori buyrak va jigar kasalliklariga olib kelishi, asab tizimiga salbiy ta'sir ko'rsatishi va temir, marganes, fosfor va kaliy kabi muhim mikroelementlarni siqib chiqarishi mumkin.

Kadmiy — bu organizmga hatto qo'rg'oshindan ham kuchliroq ta'sir ko'rsatadigan metall. Uning mavjudligi gipertoniya, o'pka va buyrak kasalliklarini keltirib chiqarishi, shuningdek, kalsiy almashinuvini buzishi mumkin, bu esa suyak salomatligi bilan bog'liq muammolarga va hatto soch to'kilishiga olib keladi. Organizmda selen va ruxni siqib chiqarib, kadmiy immunitetni zaiflashtiradi va saraton rivojlanishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Rux — tabiiy antioksidant hisoblanadi. U organizmdagi almashinuv jarayonlarini qo'llab-quvvatlaydi, ta'm bilishga ta'sir qiladi, jarohatlarning bitishiga yordam beradi va virusga qarshi ta'sirga ega. Biroq, ruxning ortiqcha bo'lishi oshqozon osti bezi va ovqat hazm qilish tizimining boshqa organlari faoliyatining buzilishiga olib kelishi mumkin.

Simob — yana bir xavfli kimyoviy element bo'lib, u organizmga tushganda buyraklar va bo'g'imlarning emirilishiga olib kelishi mumkin. Uning salbiy ta'siri ruhiy holat va asab tizimiga ham tarqalib, turli nevrologik alomatlar ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Og'ir metallarning manbalari ichimlik suvi, oziq-ovqat mahsulotlari, kosmetika vositalari, maishiy kimyo va chiqindi gazlar bo'lishi mumkin. Ammo bu kimyoviy elementlarning salbiy ta'siriga eng ko'p metallurgiya va konchilik sanoati xodimlari moyil bo'ladilar [2].

Quyidagi ilmiy tadqiqot ishida Rossiya Federatsiyasi Xabarovsk o'lkasi oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi mishyak, simob, qo'rg'oshin, kadmiy ionlarining miqdori o'rganilgan. Go'sht, sut, baliq, don, sabzavot, kolbasa, non va boshqa mahsulotlar tarkibidagi mishyak, simob, qo'rg'oshin, kadmiy ionlarining miqdori aniqlangan va ruxsat etilgan miqdorga solishtirilgan. Ruxsat etilgan miqdor quyidagi jadvalda keltirilgan.

Jadval-2

Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi kimyoviy elementlarining ruxsat etilgan miqdori.

Mahsulotlar	Toksik elementlarning ruxsat etilgan darajasi (mg/kg)			
	Qo'rg'oshin	Kadmiy	Mishyak	Simob
Go'sht va uni qayta ishlash mahsulotlari	0,5	0,05	0,1	0,03
Parranda go'shtidan tayyorlangan konserva mahsulotlari	1,0	0,1	0,1	0,03
Tuxum	0,3	0,01	0,1	0,02
Sut va sut mahsulotlari	0,1	0,03	0,05	0,005
Tirik baliq	1,0	0,2	1,0	0,3

Baliq konservalari	1,0	0,2	5,0	0,4
Yong'oq	0,5	0,03	0,3	0,05
Kartoshka va qizil lavlagi	1,0	0,1	0,3	0,05
Mineral suv	0,1	0,01	0,1	0,005
Qo'ziqorin	0,5	0,1	0,3	0,05

Aniqlangan natijalarga ko'ra mahsulotlar tarkibidagi og'ir metallar miqdori ruxsat etilgan miqdordan (REM) oshmaganligi va talab darajasida ekanligi kuzatilgan [3].

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Н.А Черных, Ю.И.Баева. Тяжелые металлы и здоровье человека. Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности 2004, №1 (10).
2. Е.Г.Кузнецова, Р.Р. Шиляев, О.А.Громова, О.Ю.Фадеева. Токсичные микроэлементы и их роль в развитии нефропатий у детей. Нефрология. 2007. Том 11. №2
3. Е.Е.Конотопчик Тяжелые металлы в пищевой продукции, реализуемой на территории Хабаровского края. Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ» 2013, Том 4, №2, С. 50-56.

OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARI TARKIBIDAGI OG'IR METALLARNI ELEKTROKIMYOVIY USULDA ANIQLASH

Sh.A.Matmurov^{1*}, X.B.Rahmatov², M.O.Qo'shimmatova¹

¹Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti

²Qarshi davlat texnika universiteti *e-mail: matmurov.shavkat@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu tezisda oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida uchraydigan og'ir metallarni elektrokimyoviy usul yordamida aniqlashning nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan. Qo'rg'oshin, kadmiy, mis va rux kabi metall ionlarini aniqlashda polyarografik usulning yuqori sezgirliigi va aniqligi tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: polyarografiya, og'ir metallar, oziq-ovqat xavfsizligi, kadmiy, qo'rg'oshin, rux, mis, elektrokimyoviy tahlil, minerallashtirish.

Oziq-ovqat mahsulotlari inson salomatligi uchun muhim ahamiyatga ega bo'lib, ularning tarkibidagi toksik moddalarni nazorat qilish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, og'ir metallar inson organizmida to'planib, turli kasalliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli ularni tez bajariladigan va aniqligi yuqori bo'lgan usullarni ishlab chiqarish muhim ahamiyat kasb etadi. Polyarografik usul elektrokimyoviy tahlil usullari qatoriga kirib, metall ionlarini yuqori sezgirlikda aniqlash imkonini beradi. Ushbu usulda tok kuchining kuchlanishiga bog'liqligi asosida tahlil amalga oshiriladi [1]. Tadqiqotlarda ozi-ovqat mahsulotlari namunasi minerallashtirilib, maxsus fon elektrolit muhitida tahlil qilindi. Natijalarga ko'ra, polyarografik usuli qo'rg'oshin va kadmiy ionlarini 10^{-6} – 10^{-7} mol/l konsentratsiyalarda aniqlash imkoni beradi. Usulning asosiy afzalliklari — tezkorlik, yuqori aniqlik va iqtisodiy samaradorligi hisoblanadi. Elektrokimyoviy usullarda hozirgi kunda turli hil obyektlar analizi bajarilmoqda.

Ushbu ishda Qoraqalpog'iston respublikasi va Xorazm viloyatida yetishtiriladigan oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi og'ir metall miqdorini aniqlash natijalari keltirilgan. Dastlab keltirilgan alanga navli guruch namunalaridan: Qoraqalpog'iston respublikasi Amudaryo tumanidan, Xorazm viloyati Gurlan tumanidan, Shovot tumanidan olingan namunalarida 10 gr dan

analitik tarozda o'lchab olindi. Quruq minerazatsiya usuli yordamida analizga tayyorlandi. Bunda 3 ta tigell tozalab yuvilib qurutilib, nomerlandi va so'ngra o'chlangan guruchlar tigellarga solindi. Laboratoriyada ishlatiladigan shish idishlar (kolba, pipetka, chashka, stakan, varonka, chinni havonch va tigellar) yaxshilab yuvish vositasida kran suvi bilan yuvildi, so'ngra distillangan suv bilan chayildi. Ishlatiladigan idishlarni qaynoq nitrat kislota (1:1) si bilan yuvildi, so'ngra distillangan suv bilan chayildi, qaynoq xlorid kislotasi (1:1) bilan yuvildi, yana uch- to'rt marta distillangan suvi chayildi. Bir ikki marta bidistillangan suv bilan chayilib, keyin quritishga qo'yildi [2]. Namuna solingan tigellar elektr plitada sekinlik bilan (kuchli tutatmasdan) 250°C atrofida kuydirildi. Elektr plitada kuydirilgandan so'ng namunalar mufel pechiga solindi. Har yarim soatda harorat 50°C ga oshirilib borildi. Harorat maksimal darajada 500°C gacha ko'tarildi. Mufel pechida kuydirish 2-3 soat davom ettirildi, namuna mufel pechida xona haroratigacha 1 sutka davomida sovutildi.

Fon eletrolit eritmasini tayyorlash:

KCl – kaliy xloridning to'yingan eritmasini tayyorlash:

Buning uchun 175 gr kaliy xloridni 450 ml bidistillangan suvda qizdirilgan holda eritilib, 3-5 minut davomida qaynatiladi. Qaynoq eritma filtrlanadi, xona haroratigacha sovutiladi va biroz toza idishga kaliy xlorid kristalidan oz miqdorda solinib saqlanadi. Ushbu eritmada polyarografda (ABC - 5.2) ishlatiladigan elektrodlar solib saqlanadi.

1.0 M li xlorid kislota eritmasini tayyorlash:

Bu eritmani tayyorlash uchun 82.6 ml xlorid kislotasi 1000 ml kolbasiga solinib, o'lchov chizig'igacha bidistillangan suv bilan toldiriladi va yaxshilab aralashtiriladi.

0.01 M li simob nitrat eritmasini tayyorlash:

Bu eritmani tayyorlash uchun 0.343 gr simob nitrat 100 ml o'chov kolbasiga solinib, bir necha tomchi xlorid kislota tomizilib eritiladi va o'lchov chizig'igacha bidistillangan suv bilan to'ldiriladi va yaxshilab aralashtiriladi.

Konsentrlangan fon eletrolit eritmasini tayyorlash:

200 ml li o'lchov kolbasiga 100 ml kaliy xloridning to'yingan eritmasidan solinadi. Xlorid kislotaning 1M li eritmasidan 20 ml va bidistillangan suvda 20 ml solinadi. Yaxshilab aralashtirilib, simob nitrat 0.01 M li eritmasidan 5 ml solinadi, so'ngra bidistillangan suv bilan o'chov chizig'igacha to'ldiriladi va yaxshilab aralashtiriladi.

Tayyorlangan fon eletrolit eritmasidan olib, mufel pechida kuydirilib sovutilgan tigella solinadi (2-3 marta chayiladi, jami 25 ml eritma bilan). O'lchov slidindriga voronka qo'yilib ichiga ko'k lentali filtr qog'ozi o'rnatiladi. Tigeldagi eritma filtr qog'ozi orqali filtrlanadi. Bunda filtrat miqdori 25 ml ni tashkil etishi kerak.

Filtat Polyarograf yachekasi stakaniga solinadi, so'ngra Zn, Cu, Cd, Pb ionlari uchun tayyorlagan standart eritmasidan 0.5 ml dan solinadi va metall ionlari uchun sifat hamda miqdoriy analiz bajariladi. Olingan natijalar quydagi jadvallarda keltirilgan.

Guruch - Alanga navi (Xorazm viloyati Shovot tumani olingan namunasi)

Element	Grafik nomi	$C_x, \frac{mg}{dm^3}$	$C_{o'r}, \frac{mg}{dm^3}$	$X_{o'r}, \frac{mg}{kg}$	$\delta, \%$	$\Delta, \frac{mg}{kg}$
Pb	Grafik2	0.0504	0.0504	0.0013	25	0.0003
Cd	Grafik2	0.0914	0.0914	0.0023	25	0.0006

Guruch - Alanga navi (Amudaryo tumanidan olingan namunasi)

Element	Grafik nomi	$C_x, \frac{mg}{dm^3}$	$C_{o'r}, \frac{mg}{dm^3}$	$X_{o'r}, \frac{mg}{kg}$	$\delta, \%$	$\Delta, \frac{mg}{kg}$
Zn	Grafik2	0.0773	0.0773	0.0019	25	0.0005
Pb	Grafik2	0.0429	0.0429	0.0011	25	0.0003

Guruch - Alanga navi (Xorazm viloyati Gurlan tumanidan olingan namunasi)

Element	Grafik nomi	$C_x, \frac{mg}{dm^3}$	$C_{o'r}, \frac{mg}{dm^3}$	$X_{o'r}, \frac{mg}{kg}$	$\delta, \%$	$\Delta, \frac{mg}{kg}$
Cd	Grafik2	0.0793	0.0793	0.0020	25	0.0005
Pb	Grafik1	0.397	0.0397	0.0010	25	0.0003

Jadvallardan ko'rinib turibdiki, olingan guruch namunalardagi og'ir metallar miqdori ruxsat etilgan miqdordan kam darajada.

Xulosa qilib aytganda, polyarografik tahlil oziq-ovqat mahsulotlaridagi og'ir metallarni monitoring qilishda samarali analitik usul hisoblanadi va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda muhim o'rin tutadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Москва, “Высшая химия” 2003.
- Ўзбекистон республикаси санитария қоидалари, меъёрлари ва гигиеник нормативлари. Озиқ-овқат маҳсулотлари хавфсизлигининг гигиеник нормативлари. № 0366-19-сонли СанҚваМ.Расмий нашр. Тошкент-2019.

ИК СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ БРОМИДА МЕДИ (II) С БИС-ПРОИЗВОДНЫМИ 5-МЕТИЛ-1,3,4-ТИАДИАЗОЛ-2-ТИОЛА

A.V. Suchilina^{1*}, E.V.Kinshakova¹

¹Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, г. Ташкент, Узбекистан

*e-mail: suchilina_an@mail.ru

Аннотация: Infrared spectroscopic study of CuBr₂ complexes with bis-derivatives of 5-methyl-1,3,4-thiadiazol-2-thiol, L¹ - 2,2'-sulfandiylbis(5-methyl-1,3,4-thiadiazole) and L²- bis(2-methyl-1,3,4-thiadiazolyl)-5,5'-disulfide, was performed. Characteristic bands of the thiadiazole ring were analyzed. New bands at 426-433 cm⁻¹ indicate ν(Cu-N) and nitrogen coordination. Retention of bands for L² confirms preservation of the disulfide bridge.

Ключевые слова: infrared spectroscopy; 1,3,4-thiadiazole derivatives; copper (II) bromide complexes; Cu-N bond; disulfide bridge.

Производные 1,3,4-тиадиазола представляют интерес как потенциальные N,S-содержащие лиганды для ионов переходных металлов и как структурные фрагменты соединений с полезными физико-химическими и биологическими свойствами (*Hu Y. и др., 2014*). В данной работе методом ИК-спектроскопии исследованы два бис-производных 5-метил-1,3,4-тиадиазол-2-тиола: L¹ - 2,2'-сульфандиилбис(5-метил-1,3,4-тиадиазол) и L² - бис(2-метил-1,3,4-тиадиазолил)-5,5'-дисульфид, а также их комплексы с бромидом меди(II).

В спектрах свободных лигандов (рис.1 а,б) наблюдаются характерные полосы тиадиазольного цикла: ν(C=N) (ring) при 1486-1387 см⁻¹ для L¹ и 1487-1386 см⁻¹ для L², ν(N-

N) в области 1058-1060 cm^{-1} и полосы NCS в области 1043-1045 cm^{-1} (таблица 1). Для L^1 в низкочастотной области фиксируется полоса 645 cm^{-1} , а для L^2 - полоса 603 cm^{-1} , которые можно отнести к деформационным колебаниям тиадiazольного кольца. (δ (C-S) ring) (Nakamoto K. и др., 2009). У лиганда L^2 дополнительно наблюдаются полосы при 532 и 474 cm^{-1} , характерные для дисульфидного мостика S-S. Широкая полоса около 3378 cm^{-1} в спектре L^2 , вероятно, связана с адсорбированной влагой и не рассматривается как диагностическая полоса строения лиганда.

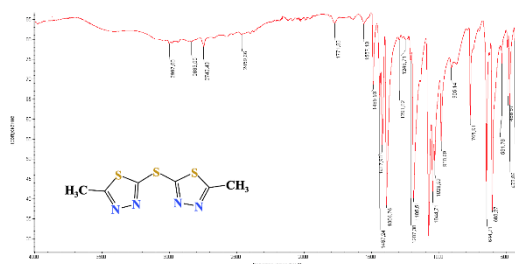
В спектрах комплексов (рис.1 в,г) появляются новые полосы при 426 cm^{-1} для $\text{CuBr}_2 + L^1$ и 433 cm^{-1} для $\text{CuBr}_2 + L^2$, отсутствующие в спектрах свободных лигандов. Эти полосы могут быть отнесены к валентным колебаниям связи Cu-N и указывают на координацию через атом азота тиадiazольного кольца (Dani R.K. и др., 2015). Дополнительным аргументом служит смещение полосы валентных колебаний $\nu(\text{C}=\text{N})$ кольца в низкочастотную область (с 1486 до 1459 cm^{-1}), что свидетельствует об ослаблении связи C=N, что указывает на участие атома азота в координации с ионом металла. Для L^2 и комплекса на его основе сохраняются полосы в области 553–484 cm^{-1} , что свидетельствует о сохранении дисульфидного мостика при комплексообразовании. Однако, связь Cu-Br не удалось интерпретировать методом ИК-спектроскопии, поскольку соответствующие колебательные частоты располагаются ниже 400 cm^{-1} . В связи с этим невозможно однозначно установить, выступает ли бромид в роли ацидо-лиганда или находится во внешней координационной сфере.

Таким образом, данные ИК-спектроскопии согласуются с образованием комплексов Cu(II), в которых координация лигандов осуществляется по атомам азота тиадiazольного цикла. Для L_2 при комплексообразовании сохраняется дисульфидная группа.

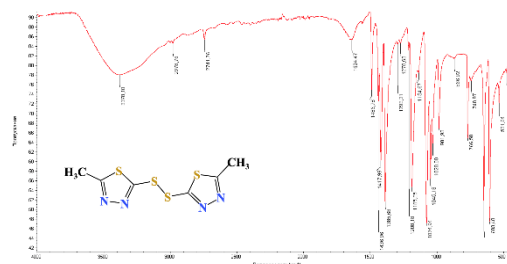
Таблица 1

Основные частоты в ИК спектрах лигандов и их комплексов (cm^{-1})

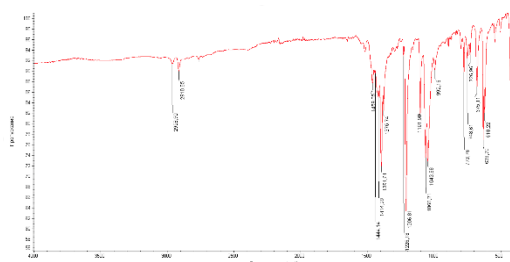
	ν (O-H)	ν (C-H)	ν (C=N) ring	ν (N-N)	NCS	δ ring	δ (C-S) ring	ν (S-S)	ν (M-N)
L^1	-	2998	1486, 1437, 1387	1060,	1045	1207, 1186	645, 603	-	-
L^2	-	2979	1487, 1437, 1386	1058,	1045	1208, 1185, 1075	741, 603	532, 474	-
$\text{CuBr}_2 + L^1$	-	2959, 2911	1459, 1414, 1392	1102, 1060,	1044	1207	749, 727 618	-	426
$\text{CuBr}_2 + L^2$	3390	2958, 2910	1459, 1426, 1391	1101, 1059,	1043	1206	749, 736 617	553, 502, 484	433



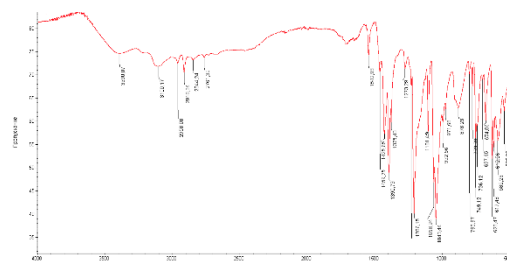
а - L¹: 2,2'-сульфандиилбис(5-метил-1,3,4-тиадиазол)



б - L²: бис(2-метил-1,3,4-тиадиазолил)-5,5'-дисульфид



в - комплекс CuBr₂+L¹



г - комплекс CuBr₂+L²

Рис. 1. ИК-спектры исследованных лигандов и их комплексов

Список используемой литературы

- 1,3,4-Thiadiazole: synthesis, reactions, and applications in medicinal, agricultural, and materials chemistry — (Hu Y. u *dp.*, 2014)
- Infrared and Raman spectra of inorganic and coordination compounds, part B: applications in coordination, organometallic, and bioinorganic chemistry — (Nakamoto K. u *dp.*, 2009)
- Ni(II) and Co(III) complexes of 5-methyl-1,3,4-thiadiazole-2-thiol: syntheses, spectral, structural, thermal analysis and DFT calculation — (Dani R.K. u *dp.*, 2015)

KADMIY(II) IONI BILAN 1,3,4-TIADIAZOL HOSILALARINING KOMPLEKS BIRIKMALARINI FIZIKAVIY TADQIQOTLARI

M.B. Navro'zova¹, M.L. Ibragimova², Q.Sh. Husenov^{1,2}, Q.Q. Turg'unov^{3,4},
Z.T. Karimov¹, T.B. Aliev¹, B.B. Umarov⁵

¹Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy viloyati, O'zbekiston

*e-mail:kahramon.husenov71@gmail.com

²Navoiy davlat universiteti, O'zbekiston

³O'zR FA akademik S.Yu. Yunusov nomidagi O'simlik moddalar kimyosi instituti, O'zbekiston

⁴Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti, O'zbekiston

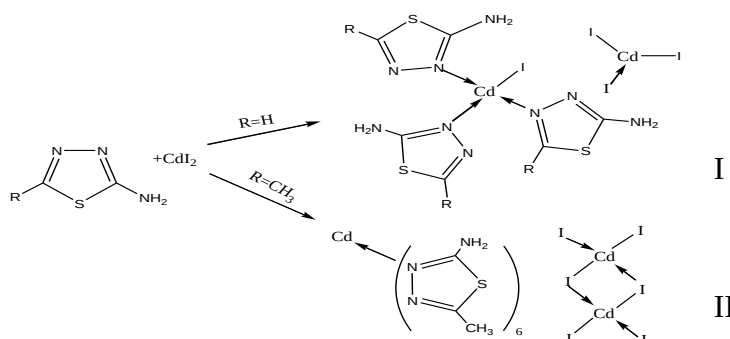
⁵Buxoro davlat universiteti, O'zbekiston

Abstract: In this study, complex compounds of 1,3,4-thiadiazole derivatives with cadmium(II) iodide were synthesized, and their composition and structure were investigated using elemental analysis, infrared (IR) spectroscopy, proton nuclear magnetic resonance (¹H NMR) spectroscopy, and X-ray structural analysis. The results showed that the coordination polyhedra of the central cadmium(II) ion in the complexes [Cd(atdz)₃I]·[CdI₃] (I) and [Cd(amtdz)₆]·[Cd₂I₆] (II) (where atdz = 2-amino-1,3,4-thiadiazole; amtdz = 2-amino-5-methyl-1,3,4-thiadiazole) adopt tetrahedral (I) and octahedral (II) geometries, respectively.

Key words: 2-amino-1,3,4-thiadiazole; 2-amino-5-methyl-1,3,4-thiadiazole; polyhedron; tetrahedron; octahedron.

Tarkibida azot bo'lgan geterohalqali birikmalar tabiatda keng tarqalgan (masalan, nuklein kislotalar, vitaminlar, antibiotiklar, alkaloidlar va boshqalarda) va dorivor kimyoda keng qo'llaniladi (masalan, odamning virusli infeksiyalariga qarshi dori vositalari ishlab chiqarishda va og'riq qoldiruvchi va antiepileptik, shuningdek ftoroformlar va biosensorlar sintezida). Xususan, 1,3,4-tiadiazol yuqori lipofillik va zaryadni ajratish bilan mezoion tizimlarni hosil qilish qobiliyati, hujayra membranalariga samarali kirib boradi va biomolekulalar bilan o'zaro yaxshi ta'sirlashadi (Ishanxodjayeva va boshq., 1998, Serban va boshq., 2018, Khusenov va boshq., 2025).

Mazkur ishda CdI_2 bilan 2-amino-1,3,4-tiadiazol (atdz) va 2-amino-5-metiltiadiazol-1,3,4 (amtdz) γ zapo 2:3 va 1:2 nisbatlarda etil spirtidagi eritmalarini 75°C da aralashtirish natijasida sintezlari amalga oshirildi, natijada $[\text{Cd}(\text{atdz})_3] \cdot [\text{CdI}_3]$ (I) va $[\text{Cd}(\text{amtdz})_6] \cdot [\text{Cd}_2\text{I}_6]$ (II) tarkibli kation-anion kompleks birikmalarining monokristallari ajratib olindi.



Ligand sifatida olingan atdz va amtdz *hamda ular asosida* yangidan sintez qilingan kompleks birikmalarning tarkibi va tuzilishi element analiz, infraqizil (IQ) va ^1H YaMR spektroskopik hamda rentgentuzilish tahlil (RTT) usullari yordamida tadqiqot qilindi.

Kadmiy(II) yodid tuzining I va II kompleks birikmalarining monokristallari O'zR FA O'simlik moddalari kimyosi institutining Bruker D8 VENTURE (Germaniya) difrakometrida rentgen tuzilish tahlil usuluda tadqiq qilindi. Tajribalar $\text{MoK}\alpha$ yordamida amalga oshirildi (oynali monoxromator, ω -skanirlash).

I Kompleks birikmaning romboedrik singoniyali kristallari: $a=7.3810(7)$, $b=23.040(2)$, $c=13.5953(13)$ Å, $\alpha=90^\circ$, $\beta=90^\circ$, $\gamma=90^\circ$, $V=2312.0(4)$ Å³, $Z=4$, fazoviy guruh - $\text{Pna}2_1$, $R=0.0239$, $R_w=0.0846$ (1a-rasm).

II kompleks uchun: monoklin kristallari, $a=8.322(5)$, $b=11.716(8)$, $c=12.852(8)$ Å, $\alpha=94.83(3)^\circ$, $\beta=97.34(3)^\circ$, $\gamma=93.74(3)^\circ$, $V=1234.7(14)$ Å³, $Z=4$, fazoviy guruh P-1, $R=0.0520$, $R_w=0.0814$ (1b-rasm).



1-Rasm. II (a) va III (b) kompleks birikmalarining kristall struktura tuzilishlari.

Shunday qilib, 2-aminotiadiazol-1,3,4 (atdz) va 2-amino-5-metiltiadiazol-1,3,4 (amtdz) larning yangi kadmiyli $[Cd(atdz)_3I][CdI_3]$ va $[Cd(amtdz)_6][Cd_2I_6]$ kompleks birikmalari sintez qilindi. RTT tadqiqotlari natijasida kompleks hosil bo'lish jarayonida atdz va amtdz ligandlari aminoguruhga nisbatan α -holatdagi endosiklik azot atomi orqali monodentant koordinatsiyaga uchrashi aniqlandi.

Markaziy atomlarning poliedrlari ligand - atdz bo'lganda, kompleks birikmaning kationi tetraedrik qurshovli holatida bo'lib, uchta holatda ligandning uchta azot atomi va tetraedrning to'rtinchi joyda 1 ta yod atomi joylashgan bo'lib, kadmiy(II) ionining musbat zaryadini kompensatsiyalanishi kompleks birikmaning anion qismidagi tetraedrik qurshovli yod ionlarining 1 ta ortiqcha manfiy zaryadi evaziga qoplangan. Ligand – amtdz bo'lganda esa kation holatida oktaedrik qurshovli bo'lib, oltita holatda ham ligandning oltita azot atomlari joylashadi. Natijada, kadmiy(II) ionining musbat zaryadini kompensatsiyalanishi kompleksning 2-chi yarmidagi tetraedrik qurshovli anion kompleksida joylashgan yod ionlarining 2 ta ortiqcha manfiy zaryadlari evaziga qoplanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

ISHANKHODZHAeva M.M., KHUSENOV K.SH., UMAROV B.B., Parpiev N.A., Aleksandrov G.G. Crystal structure of a complex of Zinc iodide with 2-amino-1,3,4-thiadiazole // Russian Journal of Inorganic Chemistry. – 1998. – № 43(11). – C. 1709–1711.
 Khusenov K.Sh., Umarov B.B., Turgunov K.K., Sharipov S.Sh., Ganiev B.Sh., Akhtamov D.T., Safin D.A. Synthesis, characterization and computational studies of the triangle shape complex of silver nitrate with 2-Amino-1,3,4-thiadiazole // Polyhedron. - United Kingdom. - 2025, Vol. 267. - №2. – 117259. - P. 1-10.
 Serban G., Stanasel O., Serban E., Bota S. 2-Amino-1,3,4-thiadiazole as a potential scaffold for promising antimicrobial agents. Drug Des Devel Ther. 2018 May 31;12:1545-1566. DOI: 10.2147/DDDT.S155958. PMID: 29910602; PMCID: PMC5987787.

DFT STUDY OF THE ELECTRONIC STRUCTURE AND REACTIVITY OF BIS(2-HYDROXYBENZOATO-κO)BIS(1-METHYL-1H-BENZIMIDAZOL-2-AMINE-κN3)COBALT(II)

S.M. Mukhammadiev^a, S.R. Rajabov^a, S.R. Rikhsiboeva^b, S.B. Erkinboeva^b,
 Sh.Sh. Daminova^{a,b}

^a*Uzbekistan–Japan Innovation Center of Youth, Tashkent, Uzbekistan*

^b*National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan*

e-mail: salmonmuxammadiyev97@gmail.com

Abstract. DFT calculations were used to analyze the electronic structure, molecular electrostatic potential, HOMO–LUMO gap, dipole moment and global reactivity descriptors of a cobalt(II) mixed-ligand complex. The results confirm charge redistribution after coordination and the electronic stability of the complex.

Keywords: cobalt(II) complex, DFT, HOMO–LUMO, salicylic acid, benzimidazole ligand, molecular electrostatic potential, global reactivity descriptors.

Density functional theory (DFT) is widely used to clarify the electronic structure, charge distribution and reactivity of coordination compounds. In mixed-ligand complexes of 3d metals, theoretical calculations complement experimental structural and spectroscopic data by showing the effect of coordination on frontier molecular orbitals and global chemical descriptors (Becke,

1993; Lee et al., 1988). In this work, DFT calculations were performed for bis(2-hydroxybenzoato- κ O)bis(1-methyl-1H-benzimidazol-2-amine- κ N3)cobalt(II).

The title compound contains salicylic acid (SA) and 1-methyl-1H-benzimidazol-2-amine (MAB) ligands coordinated to the cobalt(II) center through O- and N-donor atoms. Calculations were carried out at the B3LYP/GENECP level using Gaussian 09 (Frisch et al., 2013). The optimized geometry was used to determine the HOMO and LUMO energies, HOMO–LUMO gap, dipole moment and global reactivity parameters according to the conceptual DFT approach (Parr and Pearson, 1983).

The calculated data are summarized in Table 1. For the cobalt(II) complex, E_{HOMO} and E_{LUMO} are -5.7737 and -0.8316 eV, respectively, and the HOMO–LUMO gap is 4.9421 eV. This value is slightly lower than that of the free ligands SA (5.0736 eV) and MAB (5.1285 eV), indicating that coordination to cobalt(II) changes the ligand electronic structure and facilitates intramolecular charge redistribution.

Table 1.

Calculated frontier molecular orbital energies and global reactivity descriptors for salicylic acid (SA), 1-methyl-1H-benzimidazol-2-amine (MAB), and the cobalt(II) complex.

Parameter	SA	MAB	Co complex
E_{HOMO} , eV	-6.7637	-5.7729	-5.7737
E_{LUMO} , eV	-1.6901	-0.6444	-0.8316
$\Delta E = E_{\text{LUMO}} - E_{\text{HOMO}}$, eV	5.0736	5.1285	4.9421
Ionization potential, $I = -E_{\text{HOMO}}$, eV	6.7637	5.7729	5.7737
Electron affinity, $A = -E_{\text{LUMO}}$, eV	1.6901	0.6444	0.8316
Electronegativity, $\chi = (I + A)/2$, eV	4.2269	3.2086	3.3026
Chemical hardness, $\eta = (I - A)/2$, eV	2.5368	2.5643	2.4711
Chemical potential, $\mu = -(I + A)/2$, eV	-4.2269	-3.2086	-3.3026
Chemical softness, $\sigma = 1/(2\eta)$, eV ⁻¹	0.1971	0.1950	0.2023
Electrophilicity index, $\omega = \mu^2/2\eta$, eV	7.0430	4.0149	4.4141

The chemical hardness and softness of the cobalt complex are 2.4711 eV and 0.2023 eV⁻¹, respectively. The electrophilicity index is 4.4141 eV, showing a moderate ability to accept electronic charge. The calculated dipole moment of 6.6081 D indicates a relatively polar molecular system, which may influence intermolecular interactions.

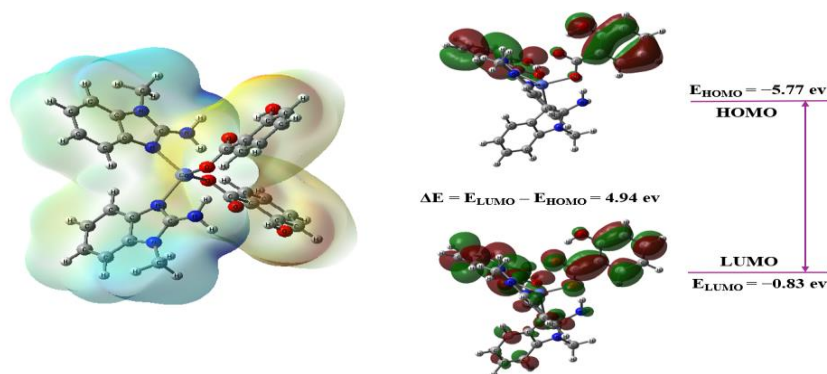


Fig. 1. Molecular electrostatic potential surface and frontier molecular orbitals (HOMO and LUMO) of bis(2-hydroxybenzoato- κ O)bis(1-methyl-1H-benzimidazol-2-amine- κ N3)cobalt(II).

As shown in Fig. 1, the HOMO and LUMO are distributed over both the ligand framework and the cobalt-containing coordination core. The MEP surface shows electron-rich regions around O and N donor atoms, confirming their role in the formation of metal–ligand bonds. Thus, the electronic properties of the complex arise from the combined contribution of the cobalt center and the coordinated ligands.

In conclusion, the DFT study shows that the cobalt(II) complex has a stable electronic structure, a moderate HOMO–LUMO gap and significant polarity. The frontier orbital distribution and global reactivity descriptors confirm that coordination changes the electronic properties of the free ligands and supports the proposed structure–property relationship of the synthesized complex.

References

1. Becke A.D. Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange // Journal of Chemical Physics. – 1993. – Vol. 98. – P. 5648–5652.
2. Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B., Scuseria G.E., Robb M.A., Cheeseman J.R. et al. Gaussian 09, Revision D.01. – Wallingford CT: Gaussian, Inc., 2013.
3. Lee C., Yang W., Parr R.G. Development of the Colle–Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density // Physical Review B. – 1988. – Vol. 37. – P. 785–789.
4. Parr R.G., Pearson R.G. Absolute hardness: companion parameter to absolute electronegativity // Journal of the American Chemical Society. – 1983. – Vol. 105. – P. 7512–7516.

STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF A NEW POLYMORPH OF TRIMETHOPRIM NITRATE

O.E. Choriev*, J.M. Ashurov, L.Yu. Izotova, B.T. Ibragimov

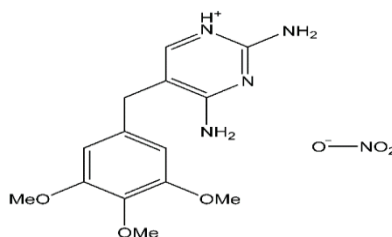
Institute of bioorganic chemistry of Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan.

e-mail: odilc1331@gmail.com

Abstract: A new polymorph of trimethoprim nitrate was obtained via slow evaporation and characterized by X-ray diffraction. The structure consists of a trimethoprim (TMP) cation protonated at the N1 atom and a nitrate anion. This new polymorph exhibits a larger unit cell volume (832.85 Å³) and a lower density (1.409 g/cm³) compared to the previously reported form. The findings are important for understanding the molecular packing and hydrogen-bonding arrangements of pharmaceutical compounds.

Key words: Trimethoprim nitrate; Polymorphism; Hydrogen bonding;

Trimethoprim (TMP) is a synthetic diaminopyrimidine antibiotic that selectively inhibits bacterial dihydrofolate reductase (DHFR), a key enzyme in folate metabolism required for nucleotide and amino acid synthesis. This inhibition disrupts DNA replication and leads to bacteriostatic effects. TMP's clinical efficacy, widely demonstrated in the treatment of urinary tract infections, respiratory diseases, and Pneumocystis jirovecii pneumonia, is highly dependent on its solubility, bioavailability, and protonation state—all of which are influenced by its solid-state form



Chemical structure of trimethoprim nitrate

In this study, we report a new polymorphic form of trimethoprim nitrate, obtained via slow evaporation and structurally characterized by single-crystal X-ray diffraction. The compound, formally named [2,4-diamino-5-(3,4,5-trimethoxybenzyl)pyrimidin-1-ium nitrate], features a TMP cation protonated at the N1 atom and a nitrate anion forming a fork-like hydrogen bonding network. This interaction closely resembles the binding motif observed in TMP–DHFR complexes and highlights the bioorganic relevance of the structure.

Compared to the previously reported trimethoprim nitrate polymorph by Murugesan and Muthiah (1997), the new form exhibits a larger unit cell volume ($832.85 \text{ \AA}^3$ vs. $800.57 \text{ \AA}^3$) and a lower calculated density (1.409 vs. 1.466 g/cm^3), indicating a distinct packing arrangement despite identical stoichiometry and protonation. These differences underscore the importance of polymorphism in tuning molecular packing, hydrogen bonding, and ultimately, the pharmaceutical behavior of active compounds.

Our findings expand the structural landscape of TMP-based salts and emphasize the role of crystal engineering in the development of more effective antibacterial agents through solid-state design.

This work was carried out at the Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of Uzbekistan, and supported by government funding.

References

1. Murugesan S. and Thomas Muthiah P. Hydrogen-Bonding Patterns in Trimethoprim Nitrate, an Antifolate Drug *Acta Crystallographica Section C*, 1997, C53, 763–764

2- (ETILTIO)-5-(METILTIO)-1,3,4-TIADIAZOLNING BA'ZI BIOLOGIK FAOLLIKLARINI PASS (online) DASTURIDA O'RGANISH

G.P.Uzakbergenova¹, B.S.Torambetov¹, Sh.A. Kadirova¹, A.M.Kalilaeva².

O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent sh, O'zbekiston

Qoraqalpog' Davlat Universiteti, Nukus sh, Qoraqalpog'iston

e-mail: gulmirauzakbergenova88@gmail.com

Abstract: In contemporary research, the synthesis of new compounds must be complemented by the evaluation of their biological activities. This study presents the results of predicting the pharmacological potential of 2-(ethylthio)-5-(methylthio)-1,3,4-thiadiazole against specific diseases using the PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances) online software..

Keywords: PASS Online, Pa value, inhibitor, 2-(ethylthio)-5-(methylthio)-1,3,4-thiadiazole, biological activity.

Geterotsiklik birikmalar, ayniqsa 1,3,4-tiadiazol hosilalari zamonaviy tibbiyotda keng qo'llaniladi. Ushbu sinfga mansub moddalar antioksidant, yallig'lanishga qarshi va mikroblarga qarshi xususiyatlari bilan ajralib turadi. Yangi preparatlarni yaratishda kompyuter modellashtirish usullari, xususan PASS (online) dasturi yordamida biofaollikni oldindan aniqlash muhim ilmiy va iqtisodiy ahamiyatga ega [Filimonov D. A va boshq 2014].

PASS - bu turli birikmalarning biologik faollik spektrini ularning tuzilishi asosida malumot beruvchi kompyuter yordamidagi dasturiy vositadir. PASS (online) terapevtik ta'sirlar, toksik ta'sirlar, nojo'ya ta'sirlar, fermentlar bilan o'zaro ta'sir, ta'sir mexanizmi va boshqalarni o'z ichiga olgan 4000 dan ortiq turli xil biologik faolliklarni aniqlash imkoniyatiga ega. V.V. Poroikov ta'kidlashicha, in silico usullari laboratoriya sinovlaridan oldin moddaning toksikligini va farmakologik profilini 90% gacha aniqlikda bashorat qila oladi [Poroikov, V. V.2019].

Tadqiqotning maqsadi: Tadqiqot obyekti sifatida 2-(etiltio)-5-(metiltio)-1,3,4-tiadiazol birikmasi olindi. Modda strukturasi SMILES formatida PASS Online platformasiga kiritildi.

Olingan natijalar P_a (faollik ehtimoli) ko'rsatkichi bo'yicha tahlil qilindi: Bunda modda uchun P_a qiymat ayni kasallikka nisbatan farmakologik faollik bo'lsa, P_i qiymat esa shu kasallikka nisbatan farmakologik faol emas ko'rsatkich qiymati hisoblanadi. $P_a > 0.7$ qiymatidan yuqori bo'lgan hollarda, moddaning faolligi berilgan kasalliklarga nisbatan yuqori bo'lish ehtimoli kuzatildi.[<http://www.way2drug.com/passonline>]

Olingan natijalar tahlili

PASS (online) dasturi ma'lumotlariga nazar solsak 2-(etiltio)-5-(metiltio)-1,3,4-tiadiazol xlorid-transportlovchi ATFaza ingibitorlik xossalari yuqori ekanligini ko'rishimiz mumkin. (1-rasm). ($P_a = 0,749$) bo'lib, bu ferment ATF gidrolizi natijasida hosil bo'lgan energiyani xlorid ionlarini elektrokimyoviy gradientga qarshi tashishga sarflaydi. U asosan hujayra ichidagi Cl^- konsentratsiyasini va osmotik muvozanatni saqlashda muhim rol o'ynaydi. Ingibitorlar fermentning faol markaziga bog'lanib, ATFning parchalanishini yoki ionlarning o'tish kanallarini bloklaydi. Natijada: hujayradagi ionlar balansi buziladi, membrana potentsiali o'zgaradi, hujayra hajmining regulyatsiyasi (osmoregulyatsiya) qiyinlashadi. Shuningdek, $P_a = 0,735$ bilan Mucomembranous protector (shilliq pardalarni himoya qiluvchi) faolligi aniqlandi, bu moddaning farmakologik xavfsizligi va himoya xususiyatidan dalolat beradi. MCl-1 antagonist ($P_a = 0,705$) faolligi esa moddaning onkologik kasalliklarga qarshi potentsialini o'rganish uchun asos bo'ladi.(1-jadval).[Belmar J. va Fesik S.W. 2015].

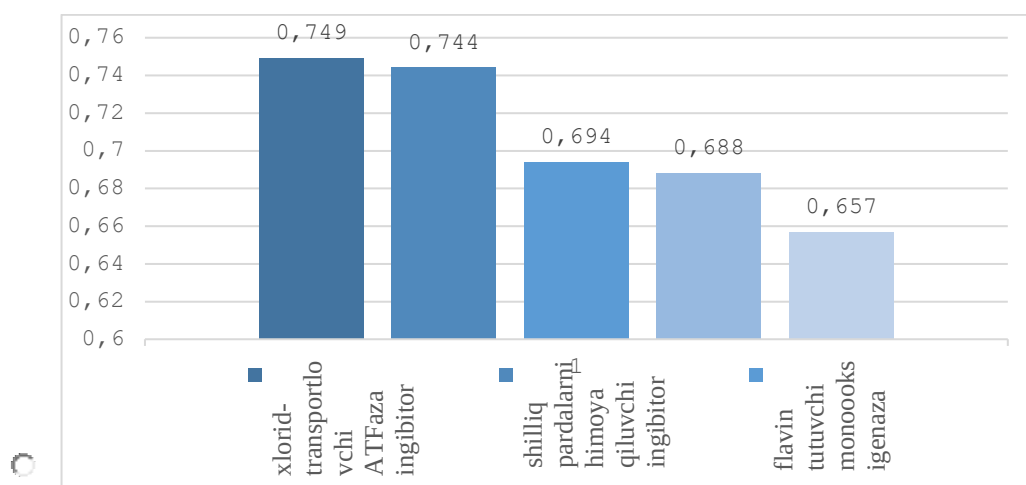
1-jadval

2-(etiltio)-5-(metiltio)-1,3,4-tiadiazol asosida olingan ayrim kasalliklarga qarshi faolligi PASS (online) daturida tekshirish natijalari

☐ All	☐ $P_a > P_i$	☐ $P_a > 0,3$	☒ $P_a > 0,7$
0,749	0,010	Cl--transporting ATPase inhibitor	
0,744	0,037	Mucomembranous protector	
0,694	0,003	FMO1 substrate	
0,688	0,028	Acylcarnitine hydrolase inhibitor	
0,657	0,010	S-alkylcysteine lyase inhibitor	

1-rasm

2-(etiltio)-5-(metiltio)-1,3,4-tiadiazol asosida olingan ayrim kasalliklarga qarshi faolligi PASS (online) daturida tekshirish natijalari



Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, 2-(etiltio)-5-(metiltio)-1,3,4-tiadiazol birikmasi dual (ikki yoqlama) biologik faollikka ega. Bir tomondan, Cl⁻-transportlovchi ATFaza fermentini ingibirlash orqali ion almashinuvini boshqarsa, ikkinchi tomondan, shilliq qavat himoyachisi sifatida to'qimalarning regeneratsiyasiga ko'maklashishi prognoz qilinmoqda. Bu esa ushbu moddani me'da-ichak trakti kasalliklarini (masalan, yuqori sekretiya bilan bog'liq yaralarni) davolashda kompleks ta'sirga ega yangi preparat asosi sifatida o'rganish imkonini beradi

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Belmar J. Fesik S.W. MCL-1 inhibition: a promising therapeutic strategy in cancer // Pharmacology & Therapeutics. – 2015. – Vol. 145. – P. 76–84. – DOI: 10.1016/j.pharmthera.2014.09.002.
2. Filimonov D. A; Filimonov A. A; Lagunin, T. A. Gloriovova [et al.] Prediction of the biological activity spectra for organic compounds: explaining the essentials of PASS Online // Biomedical Chemistry: Research and Methods. – 2014. – Vol. 1, № 1. – P. 1–10.
3. <http://www.way2drug.com/passonline>
4. Poroikov, V. V. Computer-aided prediction of biological activity spectra: a tool for drug discovery // Expert Opinion on Drug Discovery. – 2019. – Vol. 14, № 10. – P. 1033–1043.

SULFADIAZINNING 3D-METALL IONLARI BILAN KOORDINATSION BIRIKMALARI SINTEZI VA STRUKTURAVIY TAHLILI

X.M. Azizjanov¹, D.D. Pirnafasov², O.I. Xudoyberganov³

¹*Ma'mun universiteti dotsenti, O'zbekiston, khushnud1977@gmail.com, ²Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, magistranti, O'zbekiston, diyorpirnafasov823@gmail.com,*

³*Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi, O'zbekiston, oybek_hudoyberganov@mail.ru*

Abstract: Synthesis and characterization of new Co(II), Cu(II), and Zn(II) coordination compounds with sulfadiazine are reported. Structures were determined using IR and X-ray diffraction. Sulfadiazine acts as a bidentate ligand via sulfonamide and pyrimidine nitrogen atoms, forming octahedral, square-planar, and tetrahedral geometries.

Keywords: Sulfadiazine, 3d-metals, synthesis, coordination compounds, X-ray analysis.

Zamonaviy koordinatsion kimyo va farmakologiyaning dolzarb yo'nalishlaridan biri — biologik faol ligandlar asosida metallokomplekslar sintez qilish va ularning xossalari o'rganishdir. Sulfanilamidlar sinfiga mansub bo'lgan sulfadiazin (SDZ) o'zining mikroblarga qarshi yuqori faolligi bilan ajralib turadi, uni d-metall ionlari bilan kompleks birikma holatiga o'tkazish esa preparat samaradorligini oshirish va toksikligini pasaytirish imkonini beradi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, sulfadiazin bidentat ligand sifatida sulfonamid azoti va pirimidin azoti orqali koordinatsiyalanib, barqaror xelat halqalari hosil qiladi (Ajibade va boshq., 2006). Shuningdek, ushbu komplekslarning biologik faolligi boshlang'ich ligandlarga nisbatan ancha yuqori ekanligi aniqlangan (Altowyan va boshq., 2023).

Tajribaviy qism. Tadqiqotda sulfadiazinning Co(II), Cu(II) va Zn(II) ionlari bilan 2:1 mol nisbatdagi yangi koordinatsion birikmalari sintez qilindi. Masalan, [Co(SDZ)₂(H₂O)₂] kompleksini olish uchun sulfadiazin natriyli tuzi eritmasiga CoCl₂·6H₂O tuzi eritmasi 40-50 °C haroratda tomchilatib qo'shildi. Reaksiya davomida pH muhiti fosfat buferi yordamida 6,5-7,0 oralig'ida saqlab turildi, bu esa metall gidroksidlari cho'kmasi tushishining oldini oladi. Reaksiya unumi 96

% ni tashkil etdi. Olingan birikmalarning element tahlili nazariy hisoblangan qiymatlarga to'liq mos keldi (Fadeeva va boshq., 2008).

Natijalar va ularning muhokamasi. Sintez qilingan komplekslarning tuzilishi IQ-spektroskopiya va rentgen-strukturaviy tahlil (XRD) usullarida o'rganildi. IQ-spektroskopiya natijalariga ko'ra, erkin sulfadiazin spektrida 3245 cm^{-1} sohasida kuzatilgan $\nu(\text{NH})$ tebranishlari komplekslarda yo'qolgan, bu sulfonamid guruhining deprotonatsiyalanganini va metall bilan bog' hosil qilganini tasdiqlaydi. Pirimidin halqasidagi $\nu(\text{C}=\text{N})$ tebranishlarining 1581 cm^{-1} dan 1562 cm^{-1} gacha siljishi halqa azotining metallga koordinatsiyalanganidan dalolat beradi (Nakamoto, 2009).

Rentgen-strukturaviy tahlil natijalari komplekslarning fazoviy geometriyasini aniq ko'rsatdi. Kobalt(II) kompleksi oktaedrik koordinatsiyaga ega bo'lib, markaziy ion atrofida sulfonamid va pirimidin azot atomlari hamda ikkita suv molekulasini joylashgan. Mis(II) kompleksi $[\text{Cu}(\text{SDZ})_2]$ tekis kvadrat geometriyaga ega bo'lsa, ruxli kompleks $[\text{Zn}(\text{SDZ})_2]_n$ polimer zanjirli tetraedrik tuzilishni namoyon qildi. Bog' uzunliklari (masalan, Co-N $2.088\text{ \AA}$ va $2.148\text{ \AA}$) va valent burchaklari qiymatlari metall-ligand koordinatsiyasining barqarorligini to'liq tavsiflaydi.

Xulosa qilib aytganda, sintez qilingan yangi metallokomplekslar o'ziga xos strukturaviy xususiyatlarga ega bo'lib, kelajakda farmakologik tadqiqotlar uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ajibade P. A. et al. Cobalt(II) complexes of the antibiotic sulfadiazine, the X-ray single crystal structure of $[\text{Co}(\text{C}_{10}\text{H}_9\text{N}_4\text{O}_2\text{S})_2(\text{CH}_3\text{OH})_2]$ // *Inorganica Chimica Acta*. – 2006. – Vol. 359. – P.
2. Altowyan M. S. et al. Synthesis, Crystal Structure Analyses, and Antibacterial Evaluation of the Cobalt(II) Complex with Sulfadiazine-Pyrazole Prodrug // *Inorganics*. – 2023. – Vol. 11. – 382.
3. Fadeeva V. P. et al. Elemental Analysis of Organic Compounds with the Use of Automated CHNS Analyzers // *Journal of Analytical Chemistry*. – 2008. – Vol. 63(11). – P. 1094–1106.
4. Nakamoto K. *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds*. – Hoboken: Wiley, 2009. – 424 p.

FOSFAT KISLOTALI GIPSLI BO'TQANI QAYTA ISHLASH ASOSIDA NPK O'G'IT OLISH

N.U. Muxamadaliyeva¹, B.O.Nu'monov¹

¹Qo'qon davlat universiteti, Farg'ona viloyati, O'zbekiston

e-mail: kimyogar_1985@mail.ru

Abstract. This thesis examines producing an NPK fertilizer by converting phosphoric acid gypsum slurry formed during wet-process phosphoric acid production using ammonia, nitric acid, and potassium chloride. Optimal conditions are substantiated, showing high conversion of the gypsum phase. The results support reducing phosphogypsum waste and developing resource-efficient complex fertilizers.

Key words: phosphogypsum, gypsum slurry, conversion, NPK fertilizer, ammonia

Hozirgi kunda jahon aholisining keskin ortib borishi va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash zarurati qishloq xo'jaligida barqaror hosildorlikni oshirishning ilmiy asoslangan usullarini joriy etishni taqozo etadi. Ayniqsa, intensiv dehqonchilik sharoitida tuproq unumdorligini saqlash va o'simliklarning asosiy makroelementlarga bo'lgan ehtiyojini qondirish uchun mineral o'g'itlardan tizimli va samarali foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Tarkibida azot (N), fosfor (P) va kaliy (K) kabi uchta asosiy oзуqa elementini bir vaqtning o'zida saqlovchi kompleks (NPK) o'g'itlar o'simliklarning rivojlanish bosqichlari bo'yicha oзуqa elementlariga bo'lgan talabini to'laqonli

qondirishda alohida o'rin tutadi. Ushbu o'g'itlar tuproqqa bir marotaba solish orqali bir nechta elementlarni yetkazib berish imkoniyati tufayli mehnat sarfini kamaytiradi va o'g'itlarning o'zlashuvchanlik koeffitsiyentini oshiradi.

Biroq, fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishning asosiy bosqichi bo'lgan ekstraksion fosfor kislotasi (EFK) olish jarayonida yirik tonnali chiqindi – fosfogips hosil bo'ladi. Fosfogipsning asosiy tarkibi kalsiy sulfat digidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) bo'lib, unda qolgan fosfor kislotasi, fluor birikmalari va og'ir metallarning iz miqdorlari saqlanadi. Ushbu chiqindining atrof-muhitga salbiy ta'siri (tuproq va suv havzalarining kislotalanishi, radionuklidlar va og'ir metallar bilan ifloslanishi) va uning katta maydonlarda to'planib borishi jiddiy ekologik va iqtisodiy muammolarni keltirib chiqarmoqda (Chernysh va boshq., 2021). Shu sababli, fosforli xom ashyoni qayta ishlashda chiqindi miqdorini keskin kamaytirish bilan birga, qo'shimcha qiymatli mahsulotlar olishga yo'naltirilgan resurs tejankor va ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-texnik vazifadir.

Ushbu tezisda ekstraksion fosfor kislotasi jarayonida hosil bo'ladigan fosfat kislotali gipsli bo'tqa (suprefos bo'tqasi)ni ammiak, nitrat kislota va kaliy xlorid ishtirokida konversiyalash orqali NPK o'g'it olish masalalari yoritildi. Tadqiqotning maqsadi jarayonning texnologik omillari (suyuq;qattiq nisbati, pH, harorat va vaqt) ta'sirini tahlil qilish, maqbul sharoitlarni aniqlash hamda olingan mahsulotning kimyoviy va ayrim fizik xossalarini baholashdan iborat.

Jarayon uchun bo'tqaning texnologik jihatdan muhim xususiyati uning oqimlilik (qovushqoqlik va zichlik) bo'lib, ammiak bilan ishlov berilgandan keyin ham apparatlararo uzatish imkonini berishi zarur. Tajriba natijalariga ko'ra, suyuq;qattiq nisbati oshishi bo'tqaning zichlik va qovushqoqligini kamaytiradi, bu esa uzatishni yengillashtiradi; ammiakli ishlovdan keyin ham barqaror oqimlilik saqlangan rejim sifatida S:Q nisbatining yuqoriroq qiymati amaliy jihatdan maqsadga muvofiq ekani ko'rsatildi. Shu bilan birga, pH omili ham mahsulot tarkibi va fosforning o'zlashuvchanligiga ta'sir etadi: yuqori pH sharoitida ayrim kalsiy fosfat shakllari hosil bo'lishi natijasida o'zlashuvchanlik pasayishi ehtimoli mavjudligi adabiyotlarda ham uchraydi (Б.Б.Садыков va boshq., 2008). Shuning uchun konversiyani kuchsiz kislotali muhitda olib borish, bir tomondan, jarayon barqarorligini, ikkinchi tomondan esa ozuqa elementlarining amaliy qiymatini oshirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot jarayonida o'tkazilgan ko'p faktorli tajribalar natijasida maqbul sharoitlar sifatida quyidagi rejim asoslandi: suyuq;qattiq nisbati (S:Q) = 3:1, muhit pH = 5,25, jarayon harorati 60°C va reaksiya davomiyligi 120 daqiqa. Aynan ushbu sharoitda ozuqa elementlarining massaviy nisbati $\text{N:P}_2\text{O}_5\text{:K}_2\text{O} = 1:1:1$ ga juda yaqinlashishi, ya'ni muvozanatlangan NPK o'g'it olish imkoniyati eksperimental ravishda ko'rsatildi. Olingan kompleks o'g'it tarkibida azot (N) 12-14%, fosfor (P_2O_5) 12-13% va kaliy (K_2O) 11-12% atrofida bo'lib, ularning umumiy ulushi 35-38% ni tashkil etdi. Fosforning o'zlashuvchan shakli (suvda eruvchan va limon kislotada eruvchan fraksiyalar yig'indisi) ham yuqori darajada – umumiy fosforning 85-90% gacha saqlanishi qayd etildi. Bundan tashqari, gipsli fazaning (kalsiy sulfatning) konversiya darajasi juda yuqori (80-85% gacha) bo'lib, bu fosfogips chiqindisini to'planishining sezilarli darajada kamayishi mumkinligini ko'rsatadi. Bu natija ekologik nuqtayi nazardan muhim bo'lib, chiqindi havzalari yukini yengillashtiradi va resurslarni tejaydi. Mahsulot xossalarini baholashda gigroskopiklik va donalar mustahkamligi kabi ko'rsatkichlar amaliy ahamiyatga ega. Eruvchan tuzlar ulushi yuqori bo'lgan kompleks o'g'itlarda namlikka sezuvchanlik ortishi mumkinligi sababli saqlash va tashish

sharoitlariga e'tibor berish, ayniqsa germetik qadoqlash tavsiya etiladi. Granula mustahkamligi bo'yicha esa mahsulotning saqlash va tashish jarayonlariga mosligi baholanishi mumkin (M.M.Винник va boshq., 1975).

Xulosa qilib aytganda, fosfat kislotali gipsli bo'tqani ammiak, nitrat kislota va kaliy xlorid ishtirokida konversiyalash orqali NPK o'g'it olish yondashuvi resurs tejamkor va ekologik jihatdan istiqbolli texnologik yo'nalish hisoblanadi. Ushbu texnologiyaning asosiy afzalliklari: mavjud chiqindi (fosfogipsli bo'tqa) dan foydalanish, qo'shimcha mahsulot sifatida muvozanatlangan NPK o'g'it ishlab chiqarish, gipsli fazaning yuqori darajada konversiyalanishi hisobiga chiqindi miqdorini keskin kamaytirish, shuningdek, jarayonning nisbatan past harorat va bosimda amalga oshirilishi. Tadqiqotda asoslangan maqbul sharoitlar ($S:Q=3:1$, $pH=5,25$, $60^{\circ}C$, 120 daq.) da gipsli fazaning yuqori darajada konversiyalanishi (80-85%) hamda kompleks o'g'it tarkibida asosiy ozuqa elementlarining yetarli darajada jamlanishi ($N+P_2O_5+K_2O \approx 35-38\%$) ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va atrof-muhitga fosfogips chiqindilarining salbiy ta'sirini qisqartirishga xizmat qiladi. Kelgusida ushbu texnologiyani sanoat miqyosida sinash va olingan o'g'itning agrokimyoviy samaradorligini dalada uzoq muddatli tajribalarda tekshirish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Chernysh Y., Yakhnenko O., Chubur V. and Hynek Roubik. Phosphogypsum Recycling. A Review of Environmental Issues, Current Trends, and Prospects // Appl. Sci. 2021. 11 1575. - pp.1-20.
2. Винник М.М., Ербанова Л.Н., Зайцев П.М. и др. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов // – М.: Химия, 1975. – С. 218. Иваницкий В.В., Классен П.В., Новиков А.А., Стонис С.Н., Эвенчик С.Д., Яковлева М.Е. - Фосфогипс и его использование // М.: Химия, – 1990. – С. 222.
3. Садыков Б.Б., Волинская Н.В., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Технология производства азот-фосфор-серу-кальций-содержащего удобрения под названием “Супрефос” // Химическая промышленность. – 2008. – № 3. – С. 127–134.

ОЦЕНКА 2-АМИНО-5-ХЛОРОБЕНЗОКСАЗОЛА КАК ЛИГАНДА КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ *IN SILICO*

Усманова М.Д.¹, Раззокова С.Р.², Юлдашева З.³

¹Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент,
e-mail: maftuna0497@mail.ru, тел.: +998998416600

²Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент,
e-mail: razzokova@89mail.ru, тел.: +998974452488

Хорезмская академия Мамуна, Хорезм, Узбекистан
e-mail: zuhrayuldashova1303@gmail.com, тел.: +998932681847

Abstract: An *in silico* analysis of 2-amino-5-chlorobenzoxazole as a potential ligand for the synthesis of coordination compounds was performed. Using the PASS Online program, probable types of biological activity realized in metal complexes were evaluated, and possible toxicological effects were predicted. The obtained data indicate its promise as an N, O-donor ligand.

Keywords: 2-amino-5-chlorobenzoxazole; coordination compounds; PASS Online; biological activity; metal complexes.

Введение

В координационной химии по-прежнему актуален поиск новых лигандов, способных эффективно связываться с ионами металлов и формировать устойчивые комплексы. Одним из таких соединений является 2-амино-5-хлоробензоксозол,

содержащий в своей структуре атомы азота и кислорода, которые могут выступать в роли донорных центров при комплексообразовании.

Присутствие атома хлора в бензооксазольном фрагменте влияет на распределение

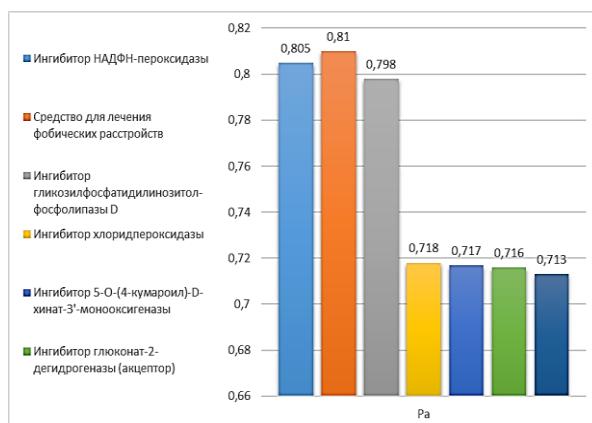


Рис. 1. Прогнозируемая активность лиганда.

электронной плотности в молекуле и может сказываться на её координационных свойствах. Для предварительной оценки возможной биологической активности данного лиганда удобно использовать современные вычислительные методы, в частности PASS Online, позволяющий спрогнозировать спектр. Таким образом, изучение 2-амино-5-хлоробензоксозола с учётом его координационных особенностей и прогнозируемых свойств представляет интерес для последующего синтеза и исследования новых координационных соединений. Программа PASS (Prediction

of Activity Spectra for Substances) позволяет оценить вероятностный спектр активности на основе зависимости «структура–свойство».

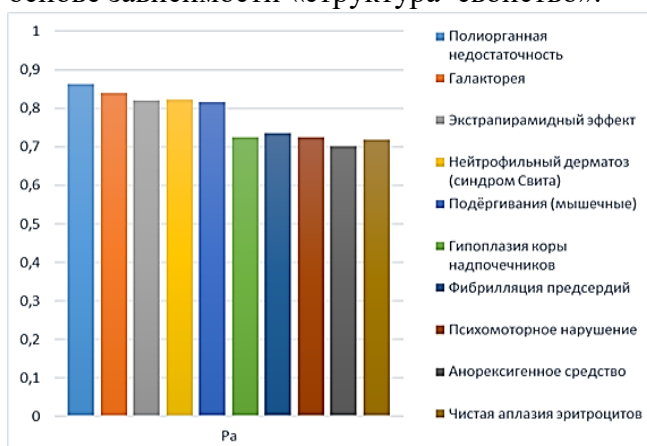


Рис. 2. Прогнозируемая токсичность лиганда

пероксидазы ($P_a = 0,805$), гликозилфосфатидилинозитол-фосфолипазы D ($P_a = 0,798$), а также ряда оксидоредуктаз, включая хлоридпероксидазу, глюкокатдегидрогеназу и убихинол-цитохром-с-редуктазу ($P_a \approx 0,71-0,72$). Дополнительно прогнозируется ингибирование монооксигеназ ($P_a = 0,717$). Полученные данные указывают на потенциальную способность соединения участвовать в регуляции окислительно-восстановительных процессов и взаимодействовать с ферментными центрами, что может быть использовано при конструировании металлокомплексов с заданной биологической активностью. Наличие атомов азота и кислорода в бензооксазольном фрагменте позволяет рассматривать соединение как потенциально бидентатный или мостиковый лиганд, способный к образованию устойчивых хелатных комплексов.

Вместе с тем анализ токсикологического профиля выявил вероятность ряда нежелательных эффектов (Рис. 2.). Наиболее значимыми из них являются множественная органная недостаточность ($P_a = 0,863$), экстрапирамидные нарушения и психомоторные расстройства ($P_a = 0,821$), галакторея ($P_a = 0,840$), а также фибрилляция предсердий ($P_a = 0,736$), аплазия эритроидного ростка ($P_a = 0,719$) и нейтрофильный дерматоз ($P_a = 0,822$). Полученные результаты свидетельствуют о потенциальной фармакологической активной, но одновременно токсикологически небезопасной природе соединения, что требует учета

при его использовании в качестве лиганда. В частности, координация с металлами может существенно изменять как выраженность, так и характер биологического действия за счет модификации липофильности, заряда и пространственной структуры комплекса. Следовательно, выявленные эффекты следует учитывать при выборе металла-комплексобразователя и геометрии комплекса.

2-амино-5-хлоробензоксозол представляет интерес как N,O -содержащий лиганд для синтеза координационных соединений с потенциальной биологической активностью. Прогнозируемая способность к ингибированию ферментных систем указывает на перспективность получения металлокомплексов с редокс- и каталитическими свойствами.

В то же время выявленные риски токсичности требуют целенаправленного подбора металлоцентров и дальнейших экспериментальных исследований для оценки структуры, стабильности и биологической активности получаемых комплексов.

Список использованной литературы

1. Inorganic Chemistry. — 5th ed. — Pearson, (Miessler G. L., et al., 2014)
2. Prediction of the biological activity spectra of organic compounds using the PASS Online web resource // *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. – (Filimonov D. A., et al., 2014)
3. PASS Online, <http://www.way2drug.com/passonline>
4. Recent advances in benzoxazole-based ligands and their metal complexes: synthesis, structure and biological activity // *Journal of Coordination Chemistry*, 2020.

BOYITILGAN FOSFORIT VA OKSIDLANGAN QO'NGIR KO'MIRI ASOSIDA ORGANIK O'G'ITLAR OLISH

P.X. G'aniyev¹, S.I. Turg'unova², Q.M. Qurbonaliyev³

^{1,2,3}Toshkent davlat tibbiyot universiteti Chirchiq filiali,

Toshkent viloyati, O'zbekiston

*e-mail: pirnazar88@mail.ru

Abstract: Rust-grade phosphorites were enriched by processing with nitric acid. Nitric acid was used in the range of 35-45% of the stoichiometry for CaO. Phosphite and nitric acid were added in a solid:liquid weight-to-weight ratio of 1:5. Organic fertilizers were obtained by adding enriched phosphorites in the form of a 5% suspension to the organic part of oxidized coal in a ratio of 100: (7.5-20). The chemical composition of granulated organic fertilizers was studied.

Key words: phosphorite, extractive veshchestva, nitrogenous acid, humic acid, organic residue.

Fosforitlar orasida qimmatli agrokimyoviy xom ashyo asosiy tabiiy boyliklari Markaziy qizilqum fosforitlari kambag'allarni foydali komponentlar bilan boyitish turliy kislotalardan foydalanib kelinadi. Bundan tashqari, qayta ishlash jarayonida kambag'al rudalar katta miqdordagi chiqindilar va ifloslanishlarni keltirib chiqaradi atrof-muhitga ta'sir qiladi. [1].

Hozirgi sharoitda chiqindilarni qayta ishlash kerak, tabiiy ko'mirni qayta ishlashning ekologik toza usullari mavjudir. Ushbu usullardan biri mexanik, oksidlangan qo'ng'ir ko'mirlarning fosfat xom ashyosi bilan faollashishi. Energiya tejamkor qurilmalari, unda ularni qayta ishlash jarayonining samaradorligini oshiradi. [2].

Fosforitni o'g'itlar bilan birgalikda qo'llash tuproqning azot, fosfat va kaliy rejimiga ta'siri bo'yicha ekvivalent edi. Mineral oziqlanish uchun yaxshi sharoit yaratishga yordam beradigan neytrallangan fosforitning optimal dozasi 4 t / ga deb tan olinishi kerak. O'rtacha ikki yil davomida soya donidan eng yuqori hosil olindi: 27,5 ts/ga, bu nazoratdan 20,6% ga ko'p [3].

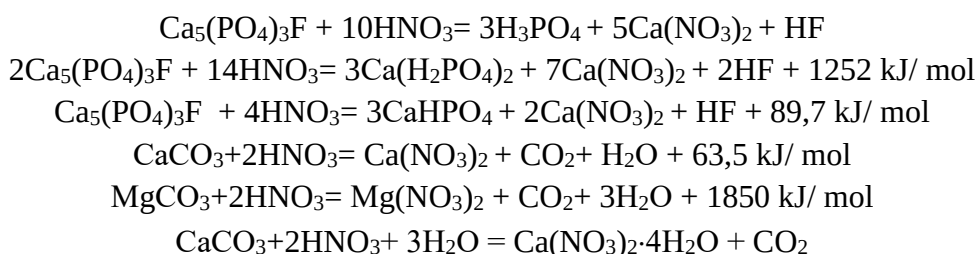
Fosforli o'g'itlarning samaradorligini oshirishga organik o'g'itlar qo'shish orqali erishish mumkin, organik o'g'itlar fosforning tuproq eritmasida harakatini yaxshilaydi. Tuproqdagi organik moddalarning parchalanishi jarayonida turli xil organik kislotalar hosil bo'lib, ular Ca^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} kabi ko'plab polivalent kationlar bilan bog'lanadi, natijada fosfor tuproq eritmasiga chiqariladi va oxir-oqibat o'simliklar tomonidan so'riladi [4].

Laboratoriya tajribalarini o'tkazish uchun biz Markaziy Qizilqum konidan fosfat xomashyosini oldik, u quyidagi tarkibga ega, og'irligi%: P_2O_5 -17,65; CaO -47,48; MgO - 1,75; Fe_2O_3 - 2,47; Al_2O_3 – 1,21; CO_2 - 15,2; F – 1,81; LEKIN. – 6,03 va 52,5% nitrat kislota. Nitrat kislota stavkalari CaO uchun stexiometriyaning 35-45% oralig'ida olib borildi.

HNO_3 darajasi 35-45 %, hatto 2 daqiqalik ishlov berishdan keyin ham, ko'pik balandligi 4 sm dan oshmaydi (1: 5 pulpa nisbatida), ya'ni bir xil qiymatlarida HNO_3 tezligi oshishi bilan, pulpa ko'payishi va ko'pikning ko'payishi. Bu holat tabiiy ravishda, 40% HNO_3 miqdorida olingan aylanma pulpa bilan fosforit suspenziyasini qayta ishlashda fosforitning dekarbonizatsiya darajasi 85,6% ga yetishi va CO_2 miqdori kislota birligiga nisbatan ancha past bo'lishi bilan izohlanadi.

Shunday qilib, laboratoriya tajribalari natijalari yuqori darajada gazlangan Qizilqum fosforitlarini nitrat kislota to'liq bo'lmagan me'yorida parchalash yo'li bilan olingan namunalarni organik o'g'itlarga qayta ishlashning fundamental imkoniyatlarini ko'rsatadi. Buning uchun fosfat xomashyosining suvli suspenziyasi avval 20-30 minut davomida 1:5 pulpa ko'plik qiymatida aylanma pulpa bilan ishlanadi, so'ngra hosil bo'lgan pulpaga 1,03 g/min tezlikda zarur miqdorda nitrat kislota qo'shiladi. Bunday sharoitda mo'l-ko'l ko'piklanish amalda istisno qilinadi; ko'pikni kengaytirish nisbati faqat 1,43-1,96 oralig'ida o'zgarib turadi.

Fosforitni nitrat kislota bilan kimyoviy qayta ishlash quyida keltirilgan reaksiyalarga bo'ysunadi



Nitrat kislota stavkalari CaO uchun stexiometriyaning 35-45% oralig'ida laboratoriya tajribalari asosida olingan namular quyidagi tarkibga ega, og'irligi %: P_2O_5 umumiy-15,58-14,51; P_2O_5 lim.kis-9,25-9,85; P_2O_5 lim.kis-17,65 : P_2O_5 umumiy-59,30-67,90; CaO umumiy – 37,46-33,24; CaO o'zlash – 14,82-17,59; CaO suv eriyd – 9,61-12,34; CO_2 - 2,36-1,38; Mahsulotning dekarbonizatsiya darajasi, % – 87,90-93,80;

Oksidlangan Angren qo'ng'ir ko'mirini 1,0 mm zarracha o'lchamiga qadar maydalangan, quyidagi tarkibga ega (massa %): namlik 26,86; kul 20,77; organik 52,37; 1% li NaOH eritmasi bilan ajratilgan ekstraktiv moddalar tarkibi 34,75.

Hosil bo'lgan o'g'itning tijorat va agrokimyoviy xususiyatlarini yaxshilash maqsadida 5% suspenziyalar yordamida oksidlangan ko'mir asosida granullangan organik o'g'it olish jarayoni o'rganildi. Yuqorida qayd etilgan optimal sharoitlarda aniqlash maqsadida oksidlangan ko'mirning nam qattiq fazasiga mayda maydalangan aktivlangan fosforitning 5% li suspenziyasini kiritish orqali granullangan organik o'g'itlar olish jarayoni o'rganildi. Quruq massa asosida hisoblangan oksidlangan ko'mirning organik fraksiyasining aktivlangan fosforitga massa nisbati

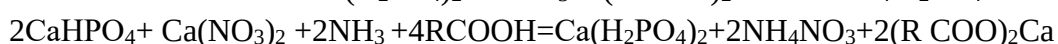
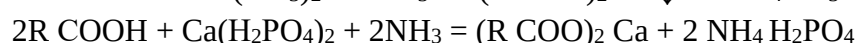
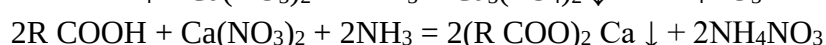
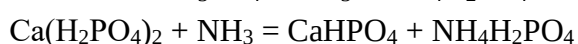
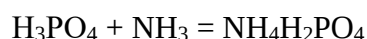
oksidlangan ko'mirning organik fraktsiyasi oralig'ida o'zgarib turadi: aktivlangan fosforit 100: (7,5-20). Granulyatsiya ammiak eritmasi qo'shilishi bilan orqali amalga oshirildi. Keyin mahsulot 80 °C haroratda termostatda quritilgan.

Olingan organik o'g'itlarning kimyoviy tarkibi va xossalari o'rganildi. Bu oksidlangan uglerodga aktivlangan fosforit qo'shilishi granulalarining mustahkamligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatadi. Bundan tashqari, aktivlangan fosforit suspenziyasini granulyatsiya qilish jarayonida oksidlanish jarayoni sodir bo'lishini ta'kidlash kerak. Organik o'g'itlar granulalarining kuchi asta-sekin o'sib boradi, chunki qo'shimchalar miqdori ortib boradi. Fosforitni norma 35 % HNO₃, nisbatlar 1 : 5, 5 % li suspenziyasini kiritish orqali oksidlangan ko'mirning organikasiga massasiga nisbatan qo'shganda: aktivlangan fosforit 100:7,5 da, Organik moddalar 50,38%, 1% NaOH eritmasidagi ekstraktiv moddalar, 14,77 %, Namlik, 4,33 % mahsulot granulalarining mustahkamligi 2,15 MPa, 100:20 nisbatida organik moddalar 47,39%, 1% NaOH eritmasidagi ekstraktiv moddalar, 18,01 %, Namlik, 3,64 % mahsulot granulalarining mustahkamligi 2,85 MPa.

Fosforitni norma 45 % HNO₃, nisbatlar 1 : 5, 5 % li suspenziyasini kiritish orqali oksidlangan ko'mirning organikasiga massasiga nisbatan qo'shganda: aktivlangan fosforit 100:7,5 da, Organik moddalar 53,14 %, 1 % NaOH eritmasidagi ekstraktiv moddalar, 17,37 %, Namlik, 3,73 % mahsulot granulalarining mustahkamligi 2,36 MPa, 100:20 nisbatida organik moddalar 48,93 %, 1% NaOH eritmasidagi ekstraktiv moddalar, 18,01 %, Namlik, 3,64 % mahsulot granulalarining mustahkamligi 3,01 MPa.

Oksidlangan Angren qo'ng'ir ko'miri va aktivlangan fosforitni qayta ishlash chiqindilaridan foydalanish samaradorligi va ekologik xavfsizligi baholanib, Norma 40 % HNO₃, nisbatlar 1 : 5 bo'lganda 5% suspenziyasi, 100:12,5 nisbatidagi ko'rinishidagi o'g'it olishning maqbul shartlari aniqlandi.

Ko'rinib turibdiki, oksidlangan ko'mir va ammiak ammiaklashdan foydalangan holda aktivlangan fosforit jarayonida organik kislotalar va aktivlangan fosforit o'rtasida ammoniy gumat va kaltsiy tuzlari yuqori molekulyar organik kislotalar bilan hosil bo'lgan reaksiya sodir bo'ladi, reaksiya bo'yicha:



Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, organik kislotalarning aktivlangan fosforit bilan o'zaro ta'siri natijasida organik erimaydigan holatdan suvda eriydigan shaklga o'tadi. Ko'mirning maksimal oksidlanish darajasini va kaltsiy nitratning hisobga olgan holda, aralashmaning pH = 7 ga ammonizatsiyasi bilan oksidlangan ko'mir : aktivlangan fosforit = 100: 12,5 optimal nisbati o'rnatildi.

Oksidlangan Angren qo'ng'ir ko'miri va aktivlangan Markaziy Qizilqum fosforitlari bilan o'zaro ta'sir qilishi aniqlangan, bu esa nisbatga qarab gumin miqdorining oshishiga olib keladi. Aktivlangan fosforit va oksidlangan Angren qo'ng'ir ko'miridan foydalangan holda qayta ishlashda kaltsiy nitratning kaltsiy gumatiga aylanishi kuchayadi;

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Чайкина М.В. Механохимия природных и синтетических апатитов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 223 с.
2. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. Новосибирск: Наука, Сиб.отд-ние, 1986. 303 с.
3. Ганиев П.Х., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Усанбаев Н.Х. Окисление бурого угля Ангренского месторождения перекисью водорода в щелочной среде // Universum: Технические науки: электрон научн. журн. Москва, 2018. № 9(54). - С. 65-68.

KIMYODA ELEKTROLIZ MAVZUSINI O'QITISHDA O'QUVCHI SHAXSIGA YO'NALTIRILGAN TEXNOLOGIYA

L.T.Zaylobov, F.B.Isakulov.

Toshkent davlat tibbiyot universiteti 2-son akademik litseyi, Toshkent shahri.

e-mail: zaylobovlt@icloud.com

Abstract: This article discusses the use of problem-based teaching methods in assessing students' knowledge, skills, and competencies on electrolysis topics in academic lyceums. It highlights the importance of reproductive and productive tasks for developing logical thinking, independent learning, creativity, and improving the effectiveness of chemistry education.

Key words: electrolysis, chemistry education, problem-based learning, productive tasks, reproductive tasks, academic lyceum, assessment, logical thinking, independent learning, teaching methods

Akademik litseylarda umumiy kimyo dasturidan o'rin olgan elektroliz jarayonlarini mavzusi yuzasidan o'zlashtirilgan bilim, ko'nikma, malakalarni aniqlashda, o'qitishning muammoli metodini yaratish zarur. Shunga ko'ra mavzuga oid nazorat topshiriqlariga xotira darajalarini qamrab oladigan turli darajadagi reproduktiv va produktiv topshiriqlarni tuzish maqsadga muvofiq bo'ladi. Reprodutiv jarayonda ma'lumotlar, qoidalar, qayta esga olinadi, bunda materialni aynan o'zgarishsiz takrorlash yoki shu tushunchalarni kam vaqt sarflab barchadan yozma javob olish mumkin.

Produktiv o'quv jarayonida esa o'quvchi egallagan bilim va malakalari asosida o'quv darsliklarida berilgan ma'lumotlarga ega bo'ladi. Produktiv darajadagi o'quv jarayonida mantiqiy fikrlash asosida egallagan bilimlar qayta ishlanadi, takomillashtiriladi va yangi sharoitlarda o'rganiladi. Bilim egallashning produktiv darajasi o'quvchiga mustaqil ravishda kimyoviy jarayonlar, atom va molekullalarda boradigan o'zgarishlar haqida xulosalar chiqarish imkonini berib, ma'lum qoidalarni qo'llab, masalalarni yechish algoritmini tuzishga yordam beradi. Elektroliz mavzusi yuzasidan o'tilgan dars samaradorligini aniqlashda tegishli savol va topshiriqlar tuzildi. So'rov vaqtida qo'yilgan talablarni o'quvchilar og'zaki va yozma shaklda taqdim etishlari va ayni vaqtning o'zida natijalarni o'zaro qiyoslab, bir-birlarini tekshirishlari mumkin. Kimyoni o'qitishda o'quvchilarning o'zlashtirgan bilim, ko'nikma va malakalarini nazorat qilish va baholashda qiyinchilik darajasi turlicha bo'lgan o'quv topshiriqlardan foydalanish ta'lim samaradorligini o'ttirishga zamin tayyorlaydi va o'quvchilarni shaxs sifatida rivojlantirish, mustaqil va ijodiy fikrlash ko'nikmalarini shakllantiradi. O'quv topshiriqlarining tabaqalashtirilishi – o'quvchilarni individual tarzda izlanishlari, shaxs sifatida rivojlanishga va kimyo ta'limi samaradorligini o'ttirishga olib keldi.

Adabiyotlar:

1. (American Chemical Society. Chemistry education research and teaching methodology materials. Accessed: 10 May 2025.)
2. (Zaylobov L.T., Raxmatullev N.G., Toshpolatov Yu.T. Ulusal Kimya Kongres, Turkiya, Kars, 2004, pg: 1209)

PREPARATION OF A CATALIZER BASED ON NI-MODIFIED BENTONITE IN THE SYNTHESIS OF NANOMATERIALS AND ITS MORPHOLOGICAL ANALYSIS

Amonov N.A.¹, Doctor of Chemical Sciences, Prof. Kasimov Sh.A.¹, Doctor of Chemical Sciences, Prof. Yakubov Y.Y.² Dr. Ashish Kumar Chalana³

¹Termez State University, Uzbekistan

²Scientific Research Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of Uzbekistan, Uzbekistan

³Sharda University

e-mail:anurali9355@gmail.com

Abstract. In this work, the preparation of a Ni-modified catalyst based on Navbakhor bentonite and the study of its morphological properties were carried out using the SEM method. The catalyst was synthesized using a Ni (NO₃) 2·6H₂O solution using the impregnation method. After drying, the obtained sample was analyzed using scanning electron microscopy (SEM). The research results showed that Ni particles are distributed across the bentonite surface, preserving the porous and layered morphology of the structure. The prepared Ni-modified bentonite can be used as a catalyst in the synthesis of carbon nanotubes (CNTs) and other nanomaterials in the future.

Key words: bentonite, CNT, Ni-catalyst, impregnation, drying, SEM, adsorbent.

Carbon nanotubes (CNT) are distinguished by their unique physicochemical properties - high strength, electrical and thermal conductivity. For this reason, they are widely used in nanoelectronics, energy, and environmental technologies.[1] Highly active catalysts are required for the efficient synthesis of CNTs. Since traditional catalysts are economically expensive, it is crucial to create new catalytic systems based on natural minerals. Navbakhor bentonite possesses the ability to trap metal ions due to its high surface area and ion-exchange properties. Ni is a metal with high catalytic activity in CNT growth.[2,4]

The aim of this work is to investigate the morphological structure of a catalyst based on Ni-modified bentonite for CNT synthesis using SEM analysis. 10 g of bentonite was treated with a Ni (NO₃) 2·6H₂O solution with a concentration of 0.034 M. The mixture was stirred in a magnetic stirrer at 60°C for 24 hours, and the sample was dried. It was tested using SEM analysis methods to know if the impregnation process was done correctly.[3]

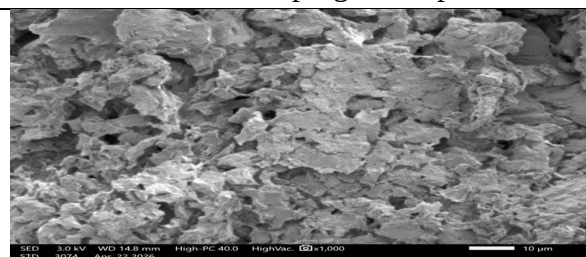


Figure 1: Sample morphology: SEM image, 1000×, 10 µm

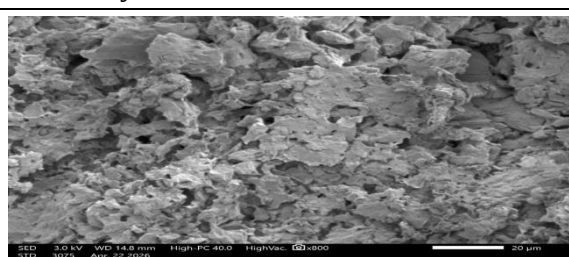


Figure 2: Sample morphology: SEM image, 800×, 20 µm

When analyzing the SEM micrographs of the nickel-impregnated sample, a layered and uneven porous bentonite structure was observed on the SEM images. It was established that fine dispersed particles formed on the bentonite surface after modification with Ni. These particles indicate the successful deposition of Ni ions on the bentonite surface. The results of SEM showed that the surface of the catalyst has a developed morphological structure, which creates favorable active centers for the synthesis of nanomaterials.

A Ni-modified catalyst based on Navbakhor bentonite was successfully prepared. The results of SEM analysis showed that the layered structure of the bentonite is preserved, and Ni particles are evenly distributed across the surface. The resulting material is recommended as a promising catalyst for the synthesis of nanomaterials, specifically for CNT growth.

References:

1. Manoj K.S., Sathish K.P., Gaurav A., Sanjay M.R., Suchart S. Recent advances in applications of nanocomposites: A brief overview. Discover Materials.
2. Asim N, Badiei M, Samsudin NA, Mohammad M, Razali H, Soltani S, et al. Application of graphene-based materials in developing sustainable infrastructure: an overview. Compose Part B Eng. 2022
3. Rayssa J. B. Motta, Camila B. Dornelasb and Rusiene M. de Almeida Nickel Nanoparticles Anchored on Bentonite Clay for Methane Decomposition with Ordered Carbon as a Product. Sociidade Brasileira de Quimica 2023
4. Abdelrahman M. Awad, Shifa M.R. Shaikh, Rem Jalab, Mona H. Gulied, Mustafa S. Nasser **Adsorption of organic pollutants by natural and modified clays: A comprehensive review.**

MAGNIY SULFAT DIGIDRATI ($\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) NING O'SIMLIKLAR FIZIOLOGIK JARAYONLARIGA TA'SIRI VA KONSENTRATSIYALAR TAHLILI

Karimova Nozima Abduqodir qizi

Niyozov Xabibullo Abdullayev

Chirchiq Davlat pedagogika Universiteti

Abstract: This article examines the chemical properties of magnesium sulfate dihydrate ($\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and its role in plant growth. The study analyzes the effects of magnesium ions at various concentrations (0.380 mg, 0.400 mg, and 0.450 mg) on photosynthesis and cellular metabolism in plants.

Magniy (Mg) barcha yashil o'simliklar uchun hayotiy zaruriy makroelement hisoblanadi. U xlorofill molekulasining markaziy atomi bo'lib, quyosh energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirishda bevosita ishtirok etadi. Magniy sulfat birikmalari, xususan digidrat shakli ($\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), laboratoriya sharoitida ozuqa muhitlarini tayyorlashda va o'simliklar fiziologiyasini o'rganishda keng qo'llaniladi.

Magniy sulfat digidrati o'zida magniy kationi (Mg^{2+}) va sulfat anionini (SO_4) saqlaydi. Ikki molekula suv bilan bog'langan ushbu kristallgidrat suvda yaxshi eriydi va ionlarga oson parchalanadi:

Mg^{2+} ionlari o'simlik hujayrasida quyidagi funksiyalarni bajaradi:

1. Enzimatik faollik: 300 dan ortiq fermentlarni, jumladan, ATF-faza va Rubisco fermentini faollashtiradi.

2. Fotosintez: Xlorofill a va b sintezida asosiy qurilish materiali bo'lib xizmat qiladi.

3. Fosfor almashinuvi: O'simlikda fosforning harakatlanishini va oqsil sintezini tezlashtiradi.

Tajriba Qismi: Turli Konsentratsiyalar Tahlili

Tadqiqot doirasida magniy sulfat digidratining uch xil miqdordagi ta'siri o'rganildi. Har bir konsentratsiya o'simlikning ozuqa muhitiga (masalan, MS yoki boshqa modifikatsiyalangan muhitlar) qo'shilgan holda tahlil qilingan.

№	Tuz miqdori (mg)	Kutilayotgan fiziologik natija
1	0,380 mg	Minimal darajadagi ehtiyojni qondirish, o'rtacha o'sish ko'rsatkichi.
2	0,400 mg	Optimal muvozanat, xlorofill miqdorining barqarorlashishi.
3	0,450 mg	Maksimal stimulyatsiya, fotosintez intensivligining ortishi.

0,400 mg konsentratsiya ushbu miqdor o'simlikning boshlang'ich rivojlanish davri uchun yetarli hisoblanadi. Biroq, jadal o'sish fazasida magniy tanqisligi alomatlari (pastki barglarning sarg'ayishi) kuzatilishi ehtimoli mavjud. Bu miqdor ko'proq mikroko'paytirishning tinchlik davri uchun mos keladi.

Bu o'rta qiymat o'simlikning vegetativ organlari shakllanishida muvozanatni ta'minlaydi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, **0,450 mg** miqdordagi (Mg^{2+}) ionlari hujayra shirasining osmotik bosimini normada saqlaydi va ildiz tizimining rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Ushbu yuqori konsentratsiya o'simlikda biokimyoviy jarayonlarni tezlashtiradi. Ayniqsa, in vitro sharoitida o'simliklarning stressga chidamliligini oshirishda va regeneratsiya jarayonida muhim ahamiyatga ega. Magniy miqdorining 0,500 mg gacha oshirilishi barg plastinkasining kengayishiga va pigmentlar (xlorofill a va b) nisbatining yaxshilanishiga olib keladi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, magniy sulfat digidrati miqdorining 0,400 mg dan 0,450 mg gacha oshishi o'simlikning quruq massasi to'planishiga to'g'ridan-to'g'ri proporsional ta'sir ko'rsatadi.

Magniyning fotosintezga ta'siri (Arnon usuli bo'yicha tahlil):

Tadqiqotlar davomida 0,500 mg konsentratsiyada xlorofill miqdori 0,400 mg ga nisbatan 12-15% ga yuqori bo'lishi aniqlangan. Bu esa o'simlikning laboratoriya sharoitidan tabiiy sharoitga (adaptatsiya) o'tish imkoniyatini oshiradi.

Magniy sulfat digidrati ($MgSO_4 \cdot 2H_2O$) o'simliklarning mineral oziqlanishida ajralmas komponentdir. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, 0,400–0,450 mg oralig'idagi konsentratsiyalar eng yuqori samaradorlikni beradi. Bu miqdorlar nafaqat xloroplastlar faoliyatini, balki hujayradagi energetik almashinuvni ham optimal darajada saqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ivanov I.I. "O'simliklar fiziologiyasi va biokimyosi", 2022.
2. Smith A. "Magnesium in Plant Nutrition", Journal of Botany, 2023.
3. O'zbekiston Milliy universiteti ilmiy to'plamlari, 2024.

SANOAT ANIONITI AN-31 ASOSIDAGI ION ALMASHINUVCHI MATERIAL SINTEZ QILISH VA SORBSION XOSSALARINI O'RGANISH

M.N. Po'latova, S.Y.Xushvaqto'v, D.J.Bekchanov, M.G.Muxamediev

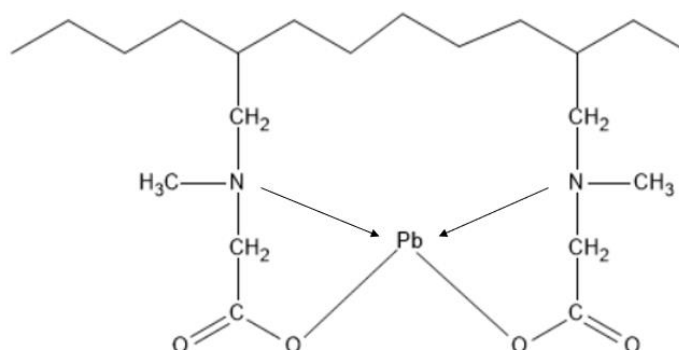
National University of Uzbekistan

E-Mail:mpolatova907@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada tarkibida amino va karboksil guruhlarini o'z ichiga olgan, o'zaro polimer zanjirga ulangan, to'rsimon strukturaga ega bo'lgan samarali AN-31 asosli ion almashinuvchi qatronlarning poliamfolit xossasiga ega bo'lgan yangi vakili haqida so'z yuritiladi hamda uning kimyoviy sorbsion xossalari tekshiriladi[1]. Poliamfolit polimer zanjiri AN-31 ioniti bilan tuzilgan bo'lib tarkibida ikkilamchi amin (-NHR), uchlamchi amin (-NR₃), karboksil guruh (-COO⁻) kabi faol kimyoviy xossalarni namoyon qiluvchi funksional guruhlariga ega. Sintez qilingan poliamfolit suv muhitida ishlash uchun yaratilgan bo'lib, yuqori molekulyar massali tarmoqlangan strukturaga ega gelsimon, qattiq donachalardan iborat[2]. Geterogen fazali, organik erituvchilarda umuman erimaydi qisman hajmi kattalashadi va shishadi. Sinov sifatida ionitga Pb (II) ionlari mavjud bo'lgan sun'iy eritmalarida sorbsion xossalar o'rganildi.

Kalit so'zlar: AN-31, monoxlorsirka kislota, sorbsiya, poliamfolit.

Sintez jarayonini olib borish uchun AN-31 sanoat ioniti pH 6 bo'lgunga qadar distillangan suv bilan yuvishdan boshlandi. Statik almashinuv sig'iminining katta nisbati orqali aniqlangan konsentratsiya, vaqt, hajm birliklari inobatga olib AN-31 ionitini monoxlorsirka kislota natriyli tuzi eritmasi bilan modifikatsiyalandi. Poliamfolitga adsorbsiyalangan og'ir metall kimyoviy strukturasini quyidagicha:



1-rasm. AN-31 va monoxlorsirka kislota natriyli tuzi modifikatsiyasidan olingan ion almashinuvchi moddaga Pb(II) ionlari sorbsiya mexanizmi.

Adsorbsiya jarayonida Pb (II) eritmalarining 4 xil konsentratsiyada tayyorlangan sun'iy eritmaları tayyorlandi. Mexanizmida nazariy holatga tayanib Pb(II) ionlari poliamfolitga ion bog'lar hamda uchlamchi amino guruhda azot elementidagi qo'sh elektronlari bilan koordinatsion bog'lar hosil qilganligi taxmin qilindi. Sorbsiyada RIGAKU XRF (x-ray fluorescent, Rigaku corporation, Yaponiya.) spektrofotometr yordamida ionit tarkibidagi Pb (II) ionlari tekshirildi va natija quyidagicha.

Meas. cond.

Diaphragm	DE-10mm	Atmosphere	Air	Sample spin	None	Meas. order optimization	Yes
Condition name	Primary filter	Tube voltage(kV)	Tube current(μA)	ST(μsec)	Meas. time(sec)	Dead time(%)	
High-Z	F	60.0	200	1.6	100	1.6	
Mid-Z	C	35.0	342	1.6	100	18.9	
Low-Z	Open	6.5	311	1.6	100	37.2	

Analyzed result(FP method)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ	Element line	Intensity(cps/μA)
1	Na	90.6	mass%	1.09	5.78	17.4	L:Na-Kα	0.15380

Meas. cond.

Diaphragm	DE-10mm	Atmosphere	Air	Sample spin	None	Meas. order optimization	Yes
Condition name	Primary filter	Tube voltage(kV)	Tube current(μA)	ST(μsec)	Meas. time(sec)	Dead time(%)	
High-Z	F	60.0	200	1.6	100	14.5	
Mid-Z	C	35.0	90	1.6	100	37.1	
Low-Z	Open	6.5	489	1.6	100	37.2	

Analyzed result(FP method)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ	Element line	Intensity(cps/μA)
1	Pb	90.7	mass%	0.0874	0.0206	0.0617	M:Pb-Lα	525.29915

2-rasm. Poliamfolitga Pb(II) ionlari sorbsiya qilingan dastlabki (a) va keyingi (b) holat.

Analiz tekshiruvlaridan shuni bilish mumkinki ionit tarkibidagi Na ionlari butunligicha Pb(II) ionlariga almashingan. Yuqoridagi reaksiya mexanizmida ko'rishimiz mumkinki qo'rg'oshin elementi ion bog'lar orqali karboksil guruhdagi kislorodga, koordinatsion bog'lar orqali esa ikkilamchi amin guruh azot elementiga bog'langanini nazariy taxmin qilishimiz mumkin. Bunday bog'lanish har xil kimyoviy zararlangan oqova suvlardan turli og'ir metallarni tozalashda sifatli manba hisoblanadi. Xulosa o'rinda sintez qilingan poliamfolit Pb(II) ionlarini yutishda yuqori samador deb hisoblandi

Adabiyotlar ro'yxati

Denis M. F. L. et al. Synthesis and sorption properties of a polyampholyte //Reactive and Functional Polymers. – 2008. – T. 68. – №. 1. – C. 169-181.
Zardehi-Tabriz A. et al. Polyampholyte Polymers-Based sensors: A review on stimuli and applications //Macromolecular Materials and Engineering. – 2023. – T. 308. – №. 12. – C. 2300179.

MARGANES (II) IONINI H-RESORCINOL REAGENTI YORDAMIDA SORBSION-SPEKTROSKOPIK ANIQLASH

Madatov U.A., Xusanov M.M., Tojiboyeva F.M. Yusupxodjayeva X.S.

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti Kimyo fakulteti. O'zbekiston.

Email:utkirjonmadatov5@gmail.com

Abstract: This study addresses environmental significance of Mn(II) and proposes sensitive spectrophotometric sorption-based methods using immobilized reagents. Silk fibroin matrices demonstrated superior reflectance and stability, preserving spectral characteristics after immobilization. Quantum chemical analysis confirmed active coordination sites. The developed approaches offer reliable selectivity, low detection limits, and practical applicability for monitoring manganese in industrial and natural waters.

Kalit so'zlar: Sorption-spectroscopy, Manganese ion, H-resorcinol, Light reflection

Marganes metalining ekologik, biologik va geokimyoviy ahamiyati. Marganes tabiatda keng tarqalgan element bo'lib, biologik tizimlarda muhim mikroelement hisoblanadi. Biroq, Mn^{2+} ionining ichimlik va sanoat oqava suvlardagi yuqori konsentratsiyalari inson salomatligi hamda atrof-muhit uchun xavf tug'diradi. Ayniqsa, kon-metallurgiya, kimyo va elektrotexnika sanoati

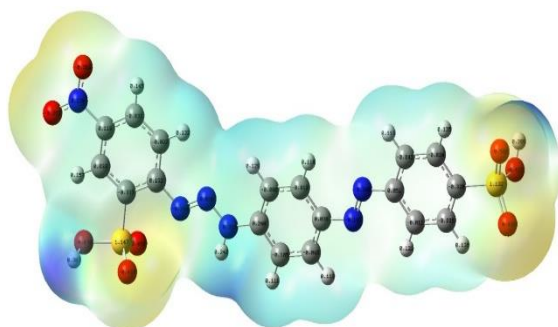
oqavalarida Mn^{2+} ionlari ko'p uchraydi. Yer osti va ichimlik suvlarda Mn^{2+} mavjudligi suvning organoleptik xususiyatlarini yomonlashtiradi va neyrotoksik ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli marganes ionlarini aniqlash va nazorat qilish ekologik monitoringning muhim yo'nalishlaridan biridir.

Mn^{2+} ni aniqlashda AAS va ICP-OES aniq, ammo qimmat va murakkab. Shu bois oddiy va arzon spektrofotometrik usullar dolzarb. Mn dengiz cho'kindilarida redoks-aktiv element bo'lib, uning miqdori va shaklini aniqlash muhim; u askorbat va HCl bilan ekstraksiya qilinadi. Cd-TCPP asosidagi spektrofotometrik usul pH 7,5–8,0 da imidazol ishtirokida Mn(II,III) ni 0,5–80 μM diapazonda ~3 % aniqlik bilan aniqlab, AAS bilan mos natijalar beradi [1].

Sanoat oqava suvlarida Mn(II) ni aniqlash uchun sorbsiya-spektrofotometrik usul va immobilizatsiya protsedurasi ishlab chiqildi. Mn(II) ning organik reagent bilan kompleks hosil qilishi pH, vaqt va haroratga bog'liqligi o'rganildi. Kompleks tuzilishi va reagentning tolaga birikishi XRD va SEM orqali tasdiqlandi. Taklif etilgan usul yuqori sezgirlik va selektivlikka ega bo'lib, amaliy qo'llash uchun istiqbolli [2].

Mn(II) ionini aniqlash tibbiyot, biologiya va boshqa sohalarida muhim, ammo mavjud usullar ko'pincha qimmat va murakkab. Shu bois AMADAA reagenti polietilen poliamin bilan modifikatsiyalangan poliakrilonitril (PPP) matritsasi immobilizatsiya qilinib, yangi usul taklif etilgan. Tadqiqotda turli fizik-kimyoviy usullar qo'llanib, AMADAA/PPP yuqori selektivlik, aniqlik, past aniqlash chegarasi (0,02 mkg/mL) va yaxshi takrorlanuvchanlikka ega ekani aniqlangan. Kompleksning yutilish maksimumlari 500 va 580 nm da kuzatiladi hamda reagent boshqa ionlar mavjudligida ham ishonchli natijalar beradi [3].

1.rasm. H-resorsinol analitik reaktivining Gaussian dasturidagi kvant-kimyoviy hisoblash natijalari (3D Ultra tuzilishi).

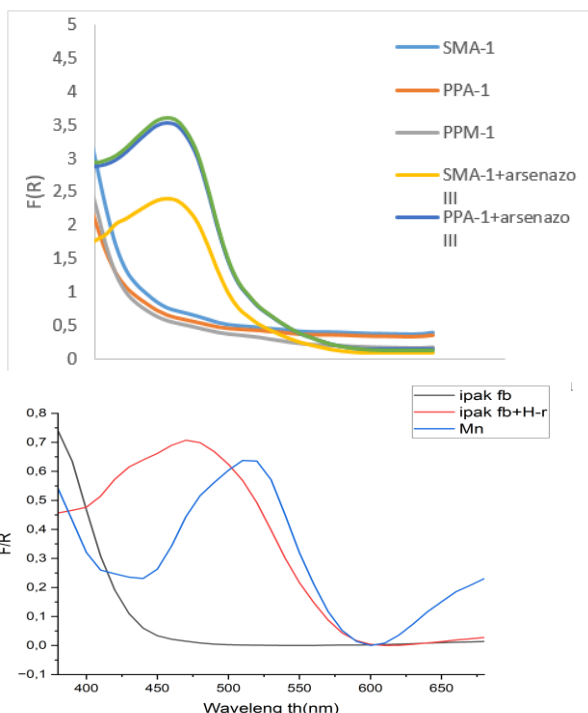


Ushbu kvant-kimyoviy hisoblash natijasida olingan tasvir molekulaning elektron zichlik (elektrostatik potensial) taqsimotini ifodalaydi.

Ranglar zaryadning notekis taqsimlanganini ko'rsatadi: qizil va sariq sohalar yuqori elektron zichlik (manfiy potensial), ko'k sohalar esa elektron yetishmovchiligi (musbat potensial)ni bildiradi. Molekula tarkibidagi aromatik halqalar hamda azot va kislorod atomlarini tutuvchi funksional guruhlar metall ionlari bilan kompleks hosil qiluvchi faol markazlar hisoblanadi. O va N atomlari atrofida elektron zichlik ularning yuqori koordinatsion qobiliyatini ko'rsatadi. Konyugatsiyalangan tizim elektron delokalizatsiyasini ta'minlab, molekulaning barqarorligi va spektral xossalriga ta'sir etadi.

Umuman olganda, natijalar molekulaning kompleks hosil qilish qobiliyatini tasdiqlab, uni sorbsiya-spektroskopik usullarda samarali reagent sifatida qo'llash mumkinligini ko'rsatadi.

Olingan tahliliy natijalar shuni ko'rsatadiki, tadqiq etilgan turli tashuvchilarning nur qaytarish ko'effitsiyentlari qiyosiy o'rganilganda, eng yuqori ko'rsatkich ipak fibroini asosidagi sorbentda qayd etildi. Ipak fibroiniga immobilizatsiyalangan H-resorsinol tizimining yuqori nur qaytarish qobiliyati ushbu matritsaning analitik reagent bilan samarali bog'langanligidan dalolat beradi. Shunga ko'ra, tahliliy va fizik-kimyoviy parametrlar majmuasi bo'yicha tabiiy ipak fibroini eng maqbul tolasimon tashuvchi sorbent sifatida tanlab olindi.



2-rasm. Turli xil tashuvchilarga immobilizatsiyalangan H-resorsinol reagentining nur qaytarish spektrlarining Kubelka-Munka funksiyasida ifodalanishi

Tadqiqotning keyingi bosqichlarida barcha tajribalar aynan ushbu modifikatsiyalangan tolali matritsa yordamida amalga oshirildi.

Ipak fibroin asosidagi sorbentga immobilizatsiyalangan organik reagentning nur qaytarish ko'effitsiyentlari (R) tahlil qilinganda, ushbu tizimning yuqori qiymatlarga ega ekanligi aniqlandi. Olingan tahliliy ko'rsatkichlar va sorbsion imkoniyatlarni inobatga olgan holda, keyingi barcha tahlil jarayonlari uchun asosiy tashuvchimatritsa sifatida aynan ipak fibroin tanlab olindi.

3.rasm. Ipak fibroin tolasiga immobilizatsiyalangan H-resorsinolning Marganes (II) ion bilan hosil qilgan kompleksning nur qaytarish spektrlarini Kubelka-Munka funksiyasida ifodalanishi

Organik reagentning eritmadagi nur yutilish spektrlari bilan uning qattiq tolasimon tashuvchi yuzasidagi nur qaytarish spektrlari o'zaro qiyosiy o'rganildi. Qiyosiy tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, yutilish va qaytarish spektrlarining to'liq uzunligi maksimumlari o'zaro muvofiq keladi. Bu holat reagentning immobilizatsiya jarayonidan so'ng ham o'zining asosiy spektral va tahliliy xususiyatlarini to'liq saqlab qolganligidan dalolat beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Charbonnier C., Anschutz P. Spectrophotometric determination of manganese // Talanta. – 2019. – T. 195. – C. 778–784.
2. Smanova Z. et al. Spectroscopic determination of manganese ion // E3S Web of Conferences. – 2025. – T. 670. – C. 04004.
3. Madatov U. et al. Green procedure for manganese determination // Int. J. Environ. Anal. Chem. – 2024. – T. 104. – № 18. – C. 6864–6885.

NIKEL (II) IONINI KSILEN SARIG'I REAGENTI YORDAMIDA SORBSION-SPEKTROSKOPIK ANIQLASH

Madatov U.A, Malikov S.D

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti Kimyo fakulteti. O'zbekiston.

G-mail: utkirjonmadatov5@gmail.com, malikovsamandar98@gmail.com

Abstract: This study presents a sensitive and selective sorption-spectroscopic method for determination of Ni(II) ions using xylenol orange immobilized on silk fibroin fiber. The optimal conditions for complexation were established at pH 6.0 (acetate buffer). Spectral characteristics, stability constants, and metrological parameters of the Ni(II)–xylenol orange complex were determined ($\lambda_{\max} = 584 \text{ nm}$, $\varepsilon = 1.28 \cdot 10^5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, $K = 3.4 \cdot 10^7$). IR, Raman, XRF and SEM analyses confirmed successful immobilization and complex formation.

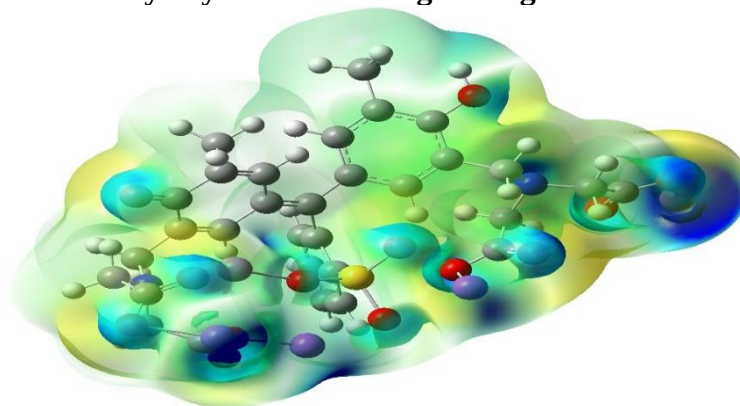
Kalit so'zlar: sorbsion-spektroskopiya, ksilen sarig'i, ipak fibroini, immobilizatsiya.

Nikel metalining ekologik, biologik va sanoat ahamiyati.

Nikel (II) ioni zamonaviy sanoat va texnologik jarayonlarning muhim komponenti bo'lib, elektrotexnika, kimyo sanoati, metallurgiya va akkumulyator ishlab chiqarish sohalarida keng qo'llaniladi. Shu bilan birga, Ni^{2+} ioni atrof-muhitga chiqarilganda ekologik muvozanat va inson salomatligiga jiddiy xavf tug'diradi: uning toksikligi, bioakkumulyatsiya xususiyati va kanserogen ta'siri ilmiy adabiyotlarda chuqur o'rganilgan [1, 2].

Mavjud tahlil usullari (AAS, ICP-OES, elektrokimyoviy usullar) yuqori aniqlikka ega bo'lsada, murakkab va qimmat apparatura talab qiladi. Bunga muqobil sifatida immobilizatsiyalangan organik reagentlar asosida ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usullar o'zining soddaligi, tezkorligi va iqtisodiy samaradorligi bilan ajralib turadi [3].

Kvant-kimyoviy hisoblash: reagentning faol markazlari.

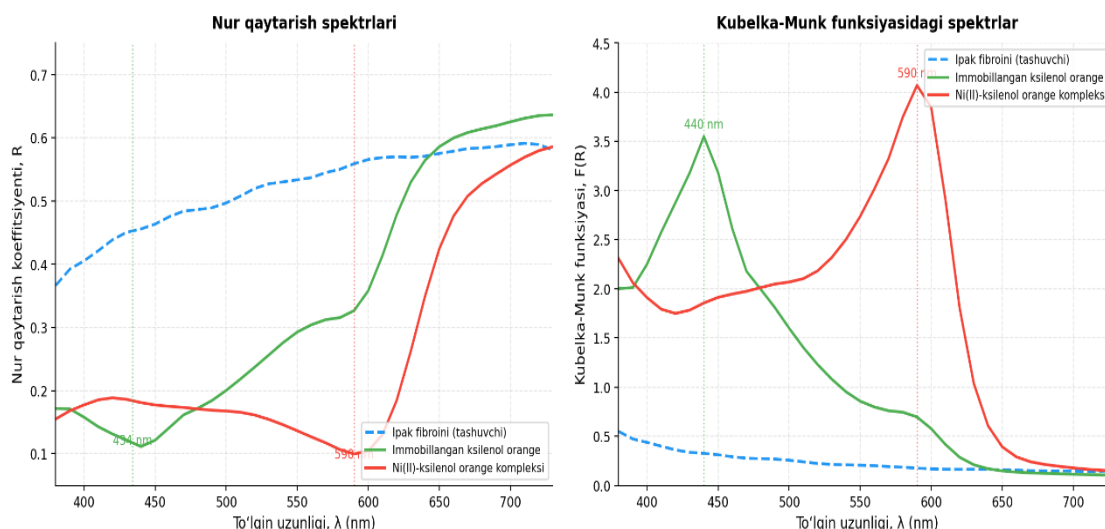


1-rasm. Ksilen sarig'i reagentining Gaussian dasturidagi kvant-kimyoviy hisoblash natijasi (elektrostatik potensial xaritasi, 3D Ultra tuzilishi).

Gaussian dasturi yordamida olingan elektrostatik potensial xaritasi qizil-sariq sohalar yuqori elektron zichlik (manfiy potensial), ko'k sohalar esa elektron yetishmovchiligi (musbat potensial)ni bildiradi. N va O atomlari — ayniqsa karboksimetil ($-\text{CH}_2\text{COOH}$) va sulfo ($-\text{SO}_3\text{Na}$) guruhlar — Ni^{2+} ioni bilan koordinatsion bog' hosil qiluvchi asosiy faol markazlar sifatida aniqlandi.

Nur qaytarish spektral ma'lumotlari va optimal sharoitlar.

Eksperimental tadqiqotlar asosida optimal tahlil sharoitlari quyidagicha belgilandi: pH = 6.0 (atsetat bufer eritma), reagent konsentratsiyasi — $1 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ (2 ml), immobilizatsiya vaqti — 10 daqiqa. Ipak fibroini tashuvchisiga immobilizatsiyalangan ksilen sarig'i reagentining nur qaytarish minimumi 434 nm da, Ni(II) bilan hosil qilgan kompleksining maksimumi esa 584 nm da joylashgani aniqlandi ($\Delta\lambda = 150 \text{ nm}$).



2-rasm. Ipak fibroini tashuvchisi (1), immobilizatsiyalangan ksilenol orange reagenti (2) va Ni(II)–ksilen sarig'i kompleksining (3) nur qaytarish spektrlari (chap) va Kubelka-Munk funksiyasidagi spektrlari (o'ng).

2-rasmda keltirilgan spektrlardan ko'rinib turibdiki, toza ipak fibroini tashuvchisi keng va tekis spektrga ega. Immobilizatsiyalangan reagent spektrida 434 nm da aniq minimum kuzatiladi. Ni(II) ionlari qo'shilgandan so'ng esa 590 nm da yangi maksimum paydo bo'lib, spektrning tubdan o'zgarishi kompleks hosil bo'lganligini ishonchli tasdiqlaydi. Kubelka-Munk funksiyasida $F(R)_{\max} = 4.07$ qiymati 590 nm da qayd etilgan.

Kompleks tarkibi va barqarorlik konstantasi.

Ni(II)–ksilen sarig'i kompleksining tarkibi izomolyar seriyalar va Komar usullari bilan aniqlandi: stexiometrik nisbat 1:1 (Me:L). Kompleks hosil bo'lish reaksiyasi: $HR + Me^{2+} \rightarrow [MeR]^+ + H^+$. Tolmachyovning grafik usuli orqali molyar so'ndirish koeffitsiyenti $\epsilon_{\text{haq}} = 1.28 \cdot 10^5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ va barqarorlik konstantasi $K_{\text{MKd}} = 3.4 \cdot 10^7$ aniqlandi. Buger-Lambert-Ber qonuniga muvofiqlik diapazoni 0.05–2.5 mkg/mL.

Optik tahlillar orqali tasdiqlash.

Raman spektroskopiya: $400\text{--}700 \text{ cm}^{-1}$ sohada past chastotali yangi piklarning paydo bo'lishi hamda aromatik C=C tebranishlar ($1500\text{--}1600 \text{ cm}^{-1}$) intensivligining kuchayishi ligand–metall koordinatsiyasini yaqqol ko'rsatadi.

Rentgen-fluorescent tahlil (RFTA): Nikel miqdori ksilenol orange bilan ishlov berilgandan keyin 1.53 mass % dan 32.8 mass % gacha keskin ortishi va Ni-K α analitik chizig'i intensivligining oshishi kompleks hosil bo'lishining bevosita miqdoriy dalilidir.

SEM tahlili: Ni(II)–ksilenol orange kompleksi hosil bo'lgan ipak fibroini tolasining elementar tarkibida nikel atomi (0.64 mass%, 0.14 atom%) aniqlanishi immobilizatsiyalangan sorbentning yuqori metall ionlarini bog'lash qobiliyatini tasdiqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Genchi G., Carocci A., Lauria G., et al. Nickel: Human Health and Environmental Toxicology // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2020. – Vol. 17, № 3. – P. 679.
2. Begum W., Rai S., Banerjee S., et al. A comprehensive review on the sources, essentiality and toxicological profile of nickel // RSC Advances. – 2022. – Vol. 12. – P. 9139–9153.
3. Smanova Z., Normatov B., Ahmadjonov U., et al. Sorption-spectrophotometric determination of bismuth ion (III) using immobilised xylenol orange // Int. J. Environ. Anal. Chem. – 2024. – Vol. 105, № 17. – P. 5859–5879.

FOSFOGIPS CHIQINDISINI MONOAMMONIY FOSFAT ERITMASI BILAN KONVERSIYALASH ORQALI PRETSIPITAT TIPIDAGI FOSFORLI O'G'IT OLISH TEXNOLOGIYASI

¹Maxmudov N.N., ¹Nu'monov B.O.

¹Qo'qon davlat universiteti, Farg'ona viloyati, O'zbekiston

E-mail: kimyogar_1985@mail.ru

Abstract. The conversion of washed phosphogypsum with monoammonium phosphate solution (pH 4.5) into dicalcium phosphate fertilizer was studied. The optimal parameters (50 °C, L:S = 2.5:1, 120 min) provided 90.32 % conversion. The solid product contained 35.42 % total P₂O₅ and 1.85 % N, while the liquid phase consisted of 24.15 % ammonium sulfate and 1.97 % MAP.

Key words: phosphogypsum, monoammonium phosphate, conversion, dicalcium phosphate, precipitate fertilizer.

Dunyo miqyosida aholi sonining barqaror o'sishi qishloq xo'jaligi mahsulotlariga, xususan, mineral o'g'itlarga bo'lgan talabni keskin oshirmoqda. Ekstraksiya fosfat kislotasi (EFK) ishlab chiqarish hajmining ortishi esa muqarrar ravishda millionlab tonna texnologiya chiqindi – fosfogipsning to'planishiga olib kelmoqda. Har bir tonna EFK ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan 4,5–5,0 tonna fosfogips dunyo bo'yicha 6 milliard tonnadan ortiq zahirani tashkil etib, tuproq va yer osti suvlarining kimyoviy ifloslanishiga sabab bo'lmoqda (Levin, 2010). O'zbekiston sharoitida esa "Ammofos-Maksam" AJ va "Samarqandkimyo" AJ chiqindixonalarida 100 million tonnadan ortiq fosfogips yig'ilib, bu nafaqat qishloq xo'jaligi uchun yaroqli keng maydonlarni egallabgina qolmay, balki atmosferaga chang ko'tarilib, aholi salomatligiga ham jiddiy xavf tug'dirmoqda. Shu sababli ushbu chiqindini qayta ishlashning ekologik xavfsiz va iqtisodiy samarador texnologiyasini yaratish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Ayniqsa, fosfogipsni kimyoviy konversiyalash orqali yuqori sifatli fosforli o'g'itlar olish istiqbolli yo'nalish sifatida alohida e'tiborni tortmoqda (Jumanova va boshq., 2011).

Mazkur tadqiqotning maqsadi – fosfogipsni monoammoniy fosfat (MAF) eritmasi yordamida kuchsiz kislotali muhitda (pH=4,5) qayta ishlab, bir vaqtning o'zida tarkibida asosan o'simliklar oson o'zlashtiradigan dikalsiyfosfat (presipitat) saqlovchi qattiq o'g'it hamda suyuq kompleks ammoniy sulfat eritmasi olish texnologiyasining maqbul ko'rsatkichlarini ishlab chiqishdan iboratdir. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar bajarildi: boshlang'ich xomashyolarning to'liq kimyoviy-mineralogik tahlili amalga oshirildi; konversiya jarayoniga harorat, suyuq:qattiq fazalar nisbati va reaksiya davomiyligining ta'siri o'rganildi; olingan mahsulotlarning agrokimyoviy samaradorligini belgilovchi asosiy ko'rsatkichlari aniqlandi.

Tajribalar uchun "Ammofos-Maksam" AJ da ishlab chiqarilgan ekstraksiya fosfat kislotasi (16,46% P₂O₅), 25% li ammiak eritmasi hamda korxonaning o'zida yig'ilgan va oldindan yuvilib quritilgan fosfogips namunasi (og'ir. %: 0,70 P₂O₅; 33,28 CaO; 47,60 SO₃) ishlatildi. Dastlabki bosqichda EFK 60 °C haroratda pH=4,5 ga yetguncha ammiak bilan neytrallanib, monoammoniy fosfat bo'tqasi tayyorlandi. Neytrallash jarayonida pH ning 4,5 da ushlab turilishi muhim ahamiyatga ega, chunki aynan shu kuchsiz kislotali muhitda fosfogipsning CaSO₄·2H₂O tarkibidagi kalsiy ioni eritmadagi gidrofosfat ionlari bilan to'liq reaksiyaga kirishib, agrokimyoviy jihatdan eng qimmatli bo'lgan dikalsiyfosfat dihidrati (brushit, CaHPO₄·2H₂O) hosil qiladi.

Keyingi bosqichda MAF bo'tqasiga suyuq:qattiq fazalar massa nisbati (S:Q) 2:1, 2,5:1 va 3:1 qiymatlarda fosfogips qo'shildi. Reaksiya ikki xil haroratda – 30 °C va 50 °C da, aralashtirish davomiyligi 30, 60, 120 hamda 180 daqiqa oraliqlarida olib borildi. Hosil bo'lgan bo'tqa vakuum-filtrda qattiq va suyuq qismlarga ajratildi; qattiq qoldiq 60 °C da doimiy massaga kelguncha quritilib, uning tarkibidagi P_2O_5 shakllari fotokolorimetrik, sulfat ioni miqdori gravimetrik, CaO va MgO esa kompleksonometrik usullar yordamida tahlil qilindi. Konversiya darajasini aniqlash uchun esa boshlang'ich va qoldiq sulfat ionlari balansi asos qilib olindi.

Olingan natijalarga ko'ra, harorat, S:Q nisbati va aralashtirish vaqtining oshishi bilan konversiya darajasi sezilarli darajada ortdi. S:Q=2:1 nisbatda konversiya 30 °C da 78,45% dan 180 daqiqada 89,12% gacha, 50 °C da esa 82,85% dan 88,64% gacha ko'tarildi. Mazkur nisbatda suyuq faza miqdorining kamligi ionlar harakatchanligini cheklab, konversiyani nisbatan past darajada qoldirdi. S:Q=2,5:1 da ionlarning diffuziyalanishi yaxshilanishi hisobiga 50 °C haroratda 120 daqiqada 90,32% konversiyaga erishildi, bu esa jarayonning maqbul nuqtasi sifatida belgilandi. S:Q=3:1 nisbatda esa 50 °C va 180 daqiqada eng yuqori konversiya – 94,10% kuzatildi, biroq suyuq faza hajmining ortishi ammoniy sulfat konsentratsiyasini suyultirib yuborishi (22,50% gacha tushishi) sababli texnologik jihatdan S:Q=2,5:1 nisbat afzalroq deb topildi. Maqbul sharoitda olingan qattiq mahsulotning kimyoviy tarkibi quyidagicha bo'ldi (og'ir.%): umumiy P_2O_5 – 35,42; limon kislotasida o'zlashuvchan P_2O_5 – 28,64; umumiy CaO – 38,92; o'zlashuvchan CaO – 27,92; SO_3 – 6,12; N – 1,85. Rentgenfazaviy tahlil mahsulot asosan monetit ($CaHPO_4$) va brushit ($CaHPO_4 \cdot 2H_2O$) fazalaridan iborat bo'lib, oz miqdorda reaksiyaga kirishmagan gips va $NH_4H_2PO_4$ qoldig'i mavjudligini tasdiqladi. Suyuq faza esa 24,15% ammoniy sulfat va 1,97% MAF saqlagani sababli uni tomchilatib sug'orish tizimlari uchun suyuq kompleks NPS-o'g'it sifatida bevosita qo'llash imkoniyati mavjud.

Taklif etilayotgan prinsipial texnologik sxema quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi: EFK ni tezkor ammoniylashtirgich-bug'latgichda pH=4,5 gacha neytrallashtirish; dozalangan fosfogipsni konversiya reaktoriga uzatish; 50 °C haroratda S:Q=2,5:1 nisbatda 120 daqiqa davomida aralashtirish; bo'tqani tasmali vakuum-filtrda qattiq va suyuq fazalarga ajratib, qattiq mahsulotni barabanli quritgichda quritish; suyuq mahsulotni yig'gichga to'plash va absorbsiya tizimi orqali chiqindi gazlarni zararsizlantirish. Taxminiy moddiy balans hisob-kitoblariga ko'ra, loyiha bo'yicha 1 tonna tayyor presipitat olish uchun 1,2 tonna yuvilgan fosfogips va 2,9 tonna MAF bo'tqasi sarflanadi. Ushbu texnologiya nafaqat chiqindixonalardagi ekologik yukni kamaytiradi, balki qishloq xo'jaligi uchun sekin ta'sir etuvchi samarali o'g'it hamda import o'rnini bosuvchi mahalliy xomashyo asosidagi suyuq o'g'it ishlab chiqarish imkonini beradi (Namazov va boshq., 2014).

Shunday qilib, olib borilgan tadqiqotlar natijasida chiqindi fosfogipsdan foydali fosforli o'g'it ishlab chiqarishning ilmiy asoslari ishlab chiqildi va uning maqbul texnologik ko'rsatkichlari laboratoriya sharoitida eksperimental jihatdan asoslandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. FAO. World fertilizer trends and outlook to 2022. – Rome, 2018.
2. Жуманова М.О., Усанбаев Н.Х., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Органоминеральные серосодержащие удобрения на основе окисленного бурого угля и фосфогипса // Химическая промышленность. Санкт-Петербург, 2011. - т. 88. - № 8. – В. 407-411.

3. Левин Б.А. Фосфогипс: выбор стратегически перспективных направлений переработки использования // Сб. материалов II Международной научно практической конференции «Фосфогипс. Хранение и направления использования». – М.: 2010. – В. 10-24.

4. Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М., Волынскова Н.В., Садыков Б.С., Мирзакулов Х.Ч. Переработка нового вида фосфооксидов фосфоритов Центральных Кызылкумов, содержащего 26% P_2O_5 , на экстракционную фосфорную кислоту, аммофос и диаммофос // Химический журнал Казахстана. – Алматы, 2014. - № 3. – В. 158-167.

TARKBIDA AZOT SAQLAGAN IONITLARNING Cu(II), Cr(VI) VA Mn(VII) IONLARI SORBSIYASINING ERITMA MUHITIGA BOG'LIQLIGINI O'RGANISH

¹Nurimbetova M.Y., ¹Bekimmetova A.X., ²Qutlimuratov N.M.

¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti magistranti

Chirchiq davlat pedagogika university, k.f.f.d(PhD), dotsent

Abstract This study systematically investigated the influence of aqueous medium parameters on the sorption of Cu(II), Cr(VI), and Mn(VII) ions by nitrogen-containing ion exchangers, focusing on pH, ionic strength, and electrolyte composition. The results showed that pH is the key factor controlling sorption behavior through changes in protonation and surface charge of nitrogen functional groups. Cu(II) uptake increased at moderately acidic and neutral pH due to complexation with nitrogen donor sites, whereas Cr(VI) and Mn(VII) sorption was favored in acidic media via anion-exchange and electrostatic interactions. The findings provide a basis for designing selective ion recovery and wastewater treatment processes.

Keywords: nitrogen-containing ion exchangers; sorption; solution pH; copper(II); chromium(VI); permanganate; selective separation

Sanoat va laboratoriya oqimlarida uchraydigan og'ir metall ionlari hamda kuchli oksidlovchi oksianionlar bilan ifloslangan oqava suvlarni samarali tozalash ekologik va texnologik jihatdan dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, Cu(II) ionlarining galvanik va metallurgiya jarayonlarida keng tarqalganligi, Cr(VI) ionlarining yuqori toksikligi va migratsion faolligi, Mn(VII) ionlarining esa kuchli oksidlovchi xossalari ularni suv muhitidan selektiv ajratish masalasini muhim ilmiy-amaliy vazifaga aylantiradi. Shu nuqtai nazardan tarkibida azot saqlagan ionitlar funksional aminoguruhlar mavjudligi sababli bir vaqtning o'zida ham metall kationlari, ham oksianionlarni sorbsiyalash imkoniyatiga ega istiqbolli sorbentlar sifatida alohida ahamiyat kasb etadi.

Mazkur tadqiqotda azot saqlagan ionitlarda Cu(II), Cr(VI) va Mn(VII) ionlari sorbsiyasining eritma muhiti parametrlariga, xususan pH, ion kuchi va fon elektrolit tabiatiga bog'liqligi tizimli ravishda o'rganildi. Tadqiqot ob'ekti sifatida aminoguruhlar bilan funktsionallashtirilgan makrog'ovakli ionit tanlanib, sorbsiya jarayonlari statik va dinamik sharoitlarda olib borildi. Ionitning kislota-asos xususiyatlari pH-titrlash usuli bilan baholanib, sorbsiya muvozanati Langmyur va Freyndlix izotermalari asosida tahlil qilindi. Kinetik parametrlarni aniqlashda psevdolikkinchi tartibli model hamda ichki diffuziya mexanizmlaridan foydalanildi.

Tadqiqot natijalari ionit funksional guruhlarining protonlanish darajasi va sirt zaryadi sorbsiya jarayonini boshqaruvchi asosiy omillar ekanligini ko'rsatdi. Cu(II) ionlari uchun maksimal sorbsiya pH 4–6 oralig'ida kuzatilib, bu aminoguruhlarning qisman deprotonlanishi natijasida koordinatsion komplekslanishning kuchayishi bilan izohlandi. Past pH qiymatlarida protonlarning

raqobat ta'siri sababli Cu(II) ionlarining yutilishi pasayishi qayd etildi. Aksincha, Cr(VI) va Mn(VII) oksianionlari uchun sorbsiya kislotali muhitda yuqori bo'lib, protonlangan aminoguruhlar bilan elektrostatik tortilish va anion almashinish mexanizmlarining ustunligi bilan tavsiflandi. pH ortishi bilan ionitning musbat zaryadi kamayib, oksianionlar sorbsiyasi sezilarli ravishda pasaydi.

Shuningdek, ion kuchining ortishi Cr(VI) va Mn(VII) ionlari sorbsiyasini sezilarli darajada kamaytirishi, Cu(II) ionlari sorbsiyasiga esa nisbatan sustroq ta'sir qilishi aniqlandi. Ko'pkomponentli tizimlarda pH bo'yicha "selektiv sorbsiya oynasi" mavjudligi kuzatildi: pH 2–3 oralig'ida Cr(VI) va Mn(VII) ionlari ustun yutilsa, pH 4–6 da Cu(II) ionlarining selektiv sorbsiyasi kuchaydi. Dinamik kolonkali tajribalar ionit qatlamida lokal pH frontlari hosil bo'lishi va bu holat selektivlikning qatlam bo'yicha taqsimlanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi. Olingan natijalar azot saqlagan ionitlar asosida og'ir metall ionlari va oksianionlarni selektiv ajratish, qayta tiklash hamda ko'pkomponentli oqava suvlarni samarali tozalash texnologiyalarini ishlab chiqish uchun muhim ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari pH boshqaruvi asosida selektiv sorbsiya jarayonlarini optimallashtirish va reagent sarfini kamaytirishga yo'naltirilgan texnologik sxemalarni yaratishda qo'llanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Helfferich F. Ion Exchange. New York, McGraw-Hill, 1962. 624 p.
 2. Greenwood N. N., Earnshaw A. Chemistry of the Elements. Oxford, Butterworth-Heinemann, 1997. 1600 p.
 3. Самойлов В. Н., Лурье Ю. Ю. Ионный обмен. Теория и практика. Москва, Химия, 1982. 304 с.
 4. Рахимов А. А., Набиев Н. Н. Оқова сувларни тозалашда ион алмашинувчи материаллар. Тошкент, Фан, 2018. 216 б.
 5. Соколов И. В. Методы исследования сорбционных процессов. Санкт-Петербург, Лань, 2014. 288 с.
 6. Rengaraj S., Moon S. H. Kinetics of adsorption of Co(II) removal from water and wastewater by ion exchange resins. Water Research. London, Elsevier, 2002. Vol. 36, No. 7. P. 1783–1793.
 7. Karimov U. K., Abdurahmonov B. S. Og'ir metall ionlarini selektiv ajratishda funkcionallashgan ionitlarning roli. Samarqand, Samarqand universiteti nashriyoti, 2020. 192 b.
- pH dependence of the thermodynamics and kinetics of Cu(II) Cr(VI) and Mn(VII) ions on nitrogen-containing ionites

TARKIBIDA AZOT SAQLAGAN IONITLARDA Cu(II), Cr(VI) VA Mn(VII) IONLARINING SORBSIYA TERMODINAMIKASI VA KINETIKASI

Nurimbetova Mexriban Yesengaliy qizi, Bekimmetova Aziza Xushnud qizi,

Qutlimuratov Nurbek Matkarimovich

Chirchiq pedagogical university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract This thesis examines how solution pH controls the thermodynamics and kinetics of Cu(II), Cr(VI), and Mn(VII) uptake by nitrogen-containing ion-exchangers. The aim is to identify pH-dependent factors governing equilibrium, rate, and selectivity. Batch experiments, isotherm and kinetic modelling, and calculations of ΔG° , ΔH° , and ΔS° are applied. Scientific

novelty lies in distinguishing ion-exchange versus coordination mechanisms through pH-driven speciation and functional-group protonation.

Keywords: nitrogen-containing ion exchanger; adsorption; pH effect; thermodynamics; kinetics; complexation; isotherm

Tarkibida azot saqlagan ionitlarga Cu(II) Cr(VI) va Mn(VII) ionlarining termadinamikasi va kinetikasining pH muxitga bog'liqligi

Tarkibida azot saqlagan ionitlar og'ir metall va kuchli oksidlovchi anionlarni ajratishda amaliy jihatdan muhim bo'lib, ularning funksional guruhlar protonlanish darajasi va koordinatsion qobiliyati sababli sorbsiya xossalari pH ga keskin bog'lanadi. Cu(II) kabi kationlar uchun ionitning amin, imino yoki kvaterner azot markazlari hamda matriksdagi qo'shimcha donor atomlar bilan kompleks hosil qilish ehtimoli yuqori bo'lsa, Cr(VI) va Mn(VII) kabi anion shaklda mavjud bo'ladigan oksianionlar uchun elektrostatik tortilish, ion juftlanish va redoksga bog'liq ko'chish jarayonlari ustun bo'lishi mumkin. Shuning uchun pH bir vaqtning o'zida uchta asosiy omilni boshqaradi: eritmadagi ionlarning spetsiyasi, ionit funksional guruhlarining zaryad holati hamda chegara qatlamida massa almashinish va ichki diffuziya sharoitlari. Mazkur tezisda pH ni nazorat qilish orqali Cu(II), Cr(VI) va Mn(VII) ionlarining muvozanat sig'imi, sorbsiya tezligi va mexanizmlarining o'zgarishi termodinamik va kinetik modellash asosida izohlanadi.

Eritmadagi spetsiyalanish masalasi pH ta'sirini talqin qilishning markaziy nuqtasidir. Cu(II) suvli muhitda pH oshishi bilan gidroksokomplekslar hosil qiladi: Cu^{2+} dan CuOH^+ va keyinroq $\text{Cu}(\text{OH})_2(0)$ hamda cho'kma fazaga o'tish ehtimoli ortadi, bu esa sorbsiya tajribalarida "haqiqiy" sorbsiya bilan birga heterogen nukleatsiya yoki sirtga birikib qolish kabi jarayonlarni aralashtirib yuborishi mumkin. Shu bois Cu(II) uchun optimal pH diapazoni, odatda, gidroliz boshlanadigan chegaradan pastda tanlanadi va ionitning amin guruhlar qisman protonlangan, ammo koordinatsion donorlikni yo'qotmagan holatda bo'lishi maqsadga muvofiq deb qaraladi. Cr(VI) uchun esa pH past bo'lganda HCrO_4^- va $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ pH yuqoriroqda CrO_4^{2-} ulushi ortadi; bu o'zgarish anion zaryadi va gidratlanish radiusini o'zgartirib, ionitdagi musbat markazlarga affinitetni qayta taqsimlaydi. Mn(VII) ko'pincha MnO_4^- ko'rinishida mavjud bo'lsa-da, kuchli oksidlovchi xususiyati sababli ionit matriksi yoki funksional guruhlar bilan redoks o'zaro ta'sir ehtimoli pH ga hamda organik muhit barqarorligiga bog'liq; bu hol sorbsiya sig'imidan tashqari kinetik egri chiziqlar shaklini ham o'zgartiradi. Demak, pH ni tanlashda faqat zaryad mosligi emas, balki oksidlanish-qaytarilish barqarorligi va yon jarayonlarning minimallasuvi ham inobatga olinishi zarur.

Ionitning funksional guruhlar nuqtai nazaridan, azot saqlagan ionitlar odatda zaif asosli (birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi amin) va kuchli asosli (kvaterner ammoniy) markazlarga ega bo'lishi mumkin. Zaif asosli aminlar pH pasayganda protonlanib, anion almashinishga moyil musbat markazlarga aylanadi; pH ko'tarilganda esa deprotonlanib, kationlarni ion almashinish orqali ushlashdan ko'ra, koordinatsion komplekslanish orqali bog'lashga ko'proq hissa qo'shadi. Shuning uchun Cu(II) sorbsiya mexanizmi ko'pincha ikki kanalning yig'indisi sifatida ko'riladi: elektrostatik bog'lanish va donor-akseptor kompleks hosil bo'lishi. Cr(VI) va Mn(VII) kabi oksianionlar uchun esa protonlangan amin markazlari yoki kvaterner ammoniy guruhlar bilan ion juftlari hosil bo'lishi asosiy mexanizm bo'lib, bu jarayon pH pasayganda kuchayadi, ammo juda past pH da raqobatdosh anionlar (masalan, kiritilgan kislota anionlari) va yuqori ion kuchi

selektivlikni kamaytirishi mumkin. Natijada optimal pH bir tomondan protonlanishni ta'minlasa, ikkinchi tomondan fon elektrolit ta'sirini boshqaradigan muvozanat nuqtasini talab qiladi.

Muvozanat holatini tahlil qilishda izotermalar va termodinamik kattaliklar pH bo'yicha solishtirma baholash imkonini beradi. Tajribada bir xil ionit massasi va zarracha o'lchami sharoitida turli boshlang'ich konsentratsiyalar qatorida muvozanat konsentratsiyasi va sorbsiya sig'imi aniqlanadi hamda Langmyur va Freyndlix modellari bilan moslashtiriladi. Agar Langmyur parametrlari pH o'zgarishi bilan keskin o'zgarsa, bu faol markazlar soni yoki ularning "foydalanish" darajasi protonlanish orqali boshqarilayotganini ko'rsatadi; Freyndlix ko'rsatkichi esa sirt energetik notekisligini va ko'p turdagi bog'lanishlarning ishtirokini aks ettiradi. Termodinamik tahlilda taqsimlanish koeffitsienti yoki muvozanat konstantasi asosida $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ orqali spontanlik baholanadi, turli haroratlarda K aniqlanib, van't Hoff tenglamasi yordamida ΔH° va ΔS° topiladi. pH oshishi bilan Cu(II) uchun ΔG° ning manfiylashuvi kuchaysa, bu deprotonlangan aminlarning koordinatsion bog'lanish energiyasi ortayotganidan dalolat beradi; aksincha, Cr(VI) uchun pH oshishi bilan ΔG° kamroq manfiy bo'lsa, bu protonlangan markazlar soni kamayishi va CrO_4^{2-} ning kuchli gidratlanishi sababli sorbsiya susayishini ko'rsatadi. Mn(VII) holida esa termodinamik parametrlar "sof sorbsiya" bilan birga redoks-transformatsiya ulushiga ham sezgir bo'lishi mumkin; shuning uchun muvozanat ma'lumotlarini oksidlovchi ionning saqlanishi bo'yicha analitik nazorat bilan birga talqin qilish ilmiy jihatdan asosli yondashuv hisoblanadi.

Kinetik tadqiqotlar pH ga bog'liq ravishda tashqi diffuziya, ichki diffuziya va kimyoviy bog'lanish bosqichlarining qaysi biri cheklovchi ekanini aniqlashga xizmat qiladi. Tajribada vaqt bo'yicha sorbsiya miqdori aniqlanib, psevdobirinchi tartib va psevdok ikkinchi tartib tenglamalari bilan moslashtiriladi; pH o'zgarishi bilan tezlik doimiysi va muvozanat sig'imi baholanadi. Agar psevdok ikkinchi tartib modeli yaxshi mos kelsa va pH bilan tezlik doimiysi funktsional guruhlarning protonlanishiga mos ravishda o'zgarsa, bu kimyoviy bog'lanish yoki ion juftlanish bosqichi muhimligini ko'rsatadi; agar esa zarracha ichiga diffuziya grafigi bo'yicha ko'p chiziqli uchastkalar kuzatilsa, avval chegara qatlam, keyin ichki diffuziya bosqichlari ketma-ketligi ehtimoli ortadi. Cu(II) uchun pH oshishi bilan ionitning ichki muhitida komplekslanish kuchayib, boshlang'ich tezlik ortishi mumkin, ammo pH juda yuqori bo'lganda gidroksokomplekslar va cho'kma hosil bo'lishi diffuziyani sekinlashtirib, kinetik egri chiziqni "soxta" tez to'yinuvchi ko'rinishga olib kelishi mumkin. Cr(VI) uchun past pH da protonlangan markazlar ko'pligi sababli sorbsiya tezligi yuqori bo'lishi kutiladi, biroq fon kislotasi anionlari raqobati va ion kuchining ortishi tashqi diffuziya qarshiligini kuchaytirib, umumiy tezlikni pasaytirishi ham mumkin. Mn(VII) uchun esa pH va organik matriks o'rtasidagi redoks mosligi kinetikani keskin o'zgartiradi: agar MnO_4^- ionitda qisman qaytarilib, past valentli Mn turlariga aylansa, sorbsiya bilan birga reaksiya iste'mol ham kuzatiladi, bu esa oddiy kinetik modellarga to'liq sig'imasligi mumkin. Shuning uchun Mn(VII) bo'yicha kinetik talqinda eritmadagi qoldiq oksidlovchi aniqligi, pHning vaqt bo'yicha barqarorligi va ehtimoliy katalitik parchalanish yo'llari alohida nazorat qilinishi kerak.

pH ga bog'liq selektivlik masalasi uch ion orasidagi farqni chuqurroq ochib beradi. Cu(II) kation sifatida ko'pincha aminli ionitlarda yuqori selektivlik ko'rsatadi, chunki N-donor markazlar bilan koordinatsion barqaror komplekslar hosil bo'lishi mumkin; bu selektivlik pH o'rtacha qiymatlarida maksimal bo'lib, juda kislotali muhitda aminlarning to'liq protonlanishi koordinatsion bog'lanishni susaytiradi, juda ishqoriy muhitda esa Cu(II) gidrolizi va fon kationlar

ta'siri kuchayadi. Cr(VI) uchun selektivlik protonlangan markazlar soni va oksianion shakliga bog'liq bo'lib, HCrO_4^- ning bir zaryadli shakli ba'zan diffuziya jihatdan qulayroq, CrO_4^{2-} esa ikki zaryadli bo'lgani uchun elektrostatik jihatdan kuchliroq tortilishi mumkin, ammo gidratlanish va sterik omillar selektivlikni qayta taqsimlaydi. Mn(VII) esa oksidlovchi sifatida selektivlikni "bog'lanish" emas, balki "transformatsiya" orqali ham namoyon qilishi mumkin; agar ionit matriksi yoki amin guruhlari bilan oksidlanish sodir bo'lsa, sorbsiya sig'imi nominal ko'rsatkichdan farq qilib, amaliy regeneratsiya imkoniyatlarini cheklaydi. Shu sababli mazkur tizimlarda pH ni optimallashtirish faqat maksimal yutilish emas, balki qaytar regeneratsiya, ionitning kimyoviy barqarorligi va ko'p siklli ishlash xususiyatlari bilan birga baholanishi lozim.

Tadqiqotning amaliy-metodik yondashuvida pH ni tamponlash masalasi alohida ahamiyatga ega, chunki ionitning o'zi protonlarni yutishi yoki ajratishi natijasida muhit pH i siljishi mumkin. Shuning uchun har bir tajribada boshlang'ich va yakuniy pH ni qayd etish, ion kuchini nazorat qilish, shuningdek, muvozanatga erishish vaqti yetarliligini tekshirish talab etiladi. Termodinamik hisoblarda K ning aniqlanishi tanlangan model va konsentratsiya birligiga sezgir bo'lgani sababli, pH bo'yicha solishtirma tahlil bir xil hisoblash yondashuvi doirasida olib borilishi kerak. Kinetik tahlilda esa zarracha o'lchami, aralashtirish intensivligi va harorat pH bilan bir qatorda o'zgaruvchi bo'lib qolmasligi zarur, aks holda pH ta'sirini ajratib ko'rsatish ilmiy jihatdan ishonchsiz bo'ladi. Natijalarni mexanistik talqin qilishda ionitning strukturaviy tavsifi (masalan, funksional guruhlarning sig'imi, shishish darajasi) ham pH bilan bog'liq bo'lishi mumkinligi inobatga olinadi, chunki shishish ortishi ichki diffuziya yo'llarini kengaytirib, tezlikka ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Xulosa: Xulosa sifatida, tarkibida azot saqlagan ionitlarda Cu(II), Cr(VI) va Mn(VII) ionlarining sorbsiya termodinamikasi va kinetikasi pH orqali boshqariladigan spetsiyaning va protonlanish hodisalari bilan uzviy bog'langan. Cu(II) uchun pH o'rtacha qiymatlarida komplekslanish va yuqori affinitetli bog'lanishlar hisobiga spontanlik va tezlikning ortishi kutiladi, ammo gidroliz chegarasi yaqinida yon jarayonlar ehtimoli kuchayadi. Cr(VI) uchun past va o'rtacha kislotali muhitda protonlangan markazlar hisobiga sorbsiya kuchayadi, pH ortishi bilan oksianion shakli va elektrostatik sharoitlar o'zgarishi natijasida muvozanat susayishi mumkin. Mn(VII) tizimlarida esa sorbsiya bilan birga redoks o'zaro ta'sir ehtimoli pH ga sezgir bo'lib, kinetik va termodinamik ko'rsatkichlarni talqin qilishda barqarorlik va regeneratsiya omillari majburiy ravishda hisobga olinadi. Shu asosda pH ni optimallashtirish mezoni sifatida maksimal sig'im bilan birga selektivlik, tezkorlik, ionitning kimyoviy barqarorligi va ko'p marta regeneratsiya imkoniyati integrallashgan holda qaralishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Helfferich F. Ion Exchange. New York: McGraw-Hill Book Company, 1962. 624 p.
2. Inglezakis V. J., Zorpas A. A. Handbook of Natural Zeolites. Bentham Science Publishers, 2012. 678 p.
3. Barakat M. A. New trends in removing heavy metals from industrial wastewater. Arabian Journal of Chemistry. Cairo: Elsevier, 2011. P. 361–377.
4. Sokolov V. I., Burov S. V. Ionnyy obmen i sorbtziya v tekhnologiyakh ochistki vody. Moskva: Khimiya, 2008. 304 s.
5. Rahimov A. A., Karimov O. Sh. Ionitlar va ularning suv tozalashdagi qo'llanilishi. Toshkent: Fan, 2017. 216 b.
6. Abdullayev S. A., Usmonov M. M. Og'ir metall ionlarini sorbtzion ajratishning fizik-kimyoviy asoslari. Samarqand: Samarqand universiteti nashriyoti, 2019. 180 b.

N,N'-DONORLI SCHIFF ASOSLI LIGANDLAR BILAN Cu(II) KOMPLEKSINING UV-Vis SPEKTRAL TADQIQOTI

Muhiddinova Nigora Muhiddinovna,

Buxoro davlat universiteti, tayanch-doktorant

E-mail: muxiddinovanigora0597@gmail.com

Avezov Quvondiq G'iyosovich

Buxoro davlat universiteti, k.f.f.d. (PhD), dotsent

E-mail: q.g.avezov@buxdu.uz

Abstract: *In this study, the electronic absorption spectrum of a Cu(II) complex synthesized from an N,N'-donor Schiff base ligand was investigated using UV-Vis spectroscopy. Intense absorption bands observed in the 260–280 nm region were attributed to $\pi \rightarrow \pi^*$ electronic transitions associated with aromatic fragments and the azomethine system. Relatively weaker absorption bands in the 320–340 nm region were assigned to $n \rightarrow \pi^*$ transitions involving lone-pair electrons of azomethine nitrogen and other heteroatoms, as well as ligand-to-metal charge transfer (LMCT) processes. The absence of intense absorption bands above 400 nm was explained by the Laporte-forbidden and low-intensity nature of $d-d$ transitions characteristic of Cu(II) ions. The obtained results confirmed coordination between the ligand and Cu(II) ion and indicated the formation of a conjugated electronic system within the complex structure.*

Keywords: *Schiff base, Cu(II) complex, UV-Vis spectroscopy, electronic spectrum, $\pi \rightarrow \pi^*$ transition, $n \rightarrow \pi^*$ transition, ligand-to-metal charge transfer, coordination compound.*

Schiff asoslar tarkibida C=N funksional guruhi mavjud bo'lgan, odatda aldehid yoki ketonlarning aminlar bilan kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo'ladigan muhim organik birikmalar sinfiga kiradi.[1] Bunday ligandlar azot, kislorod yoki oltingugurt kabi donor atomlar orqali metall ionlari bilan mustahkam koordinatsion bog'lar hosil qilishi sababli koordinatsion kimyo, bioanorganik kimyo, analitik kimyo va kataliz sohalarida katta qiziqish uyg'otadi.[2]

Ayniqsa, N,N'-donorli Schiff asos ligandlari o'tish metallari, jumladan mis(II) ionlari bilan barqaror komplekslar hosil qilishi bilan ajralib turadi. Cu(II) ionining d9 elektron konfiguratsiyasi tufayli uning komplekslari o'ziga xos elektron tuzilishga ega bo'lib, spektroskopik metodlar yordamida ularning tuzilishi haqida muhim ma'lumot olish mumkin. Bunday komplekslar antioksidant, antimikrob, ferment-mimetik hamda katalitik xossalarga ega bo'lishi mumkinligi sababli amaliy jihatdan ham dolzarbdir.[3]

Koordinatsion birikmalarni tavsiflashda UV-Vis spektroskopiya sodda, tezkor va informativ usullardan biri hisoblanadi. Ushbu usul yordamida ligand skeletidagi pi-elektron tizim, azometin fragmenti, zaryad ko'chish jarayonlari va ayrim hollarda metall markaziga mansub d-d o'tishlar haqida ma'lumot olish mumkin. Shu sababli N,N'-donorli Schiff asos ligandi asosidagi Cu(II) kompleksining elektron spektrini tahlil qilish uning koordinatsion xususiyatlarini aniqlashda muhim bosqich hisoblanadi.[4]

Tadqiqot maqsadi.

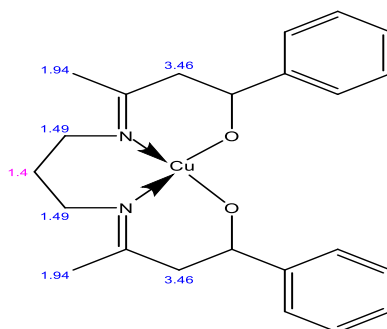
Tadqiqotning asosiy maqsadi N,N'-donorli Schiff asos ligandi asosida olingan Cu(II) kompleksining UV-Vis spektral xossalari o'rganish, spektral polosalarni elektron o'tishlar nuqtayi nazaridan talqin qilish hamda kompleks hosil bo'lishini spektroskopik jihatdan asoslashdan iborat.

Tadqiqot obyekti va usuli.

Tadqiqot obyekti sifatida N,N'-donor atomlariga ega bo'lgan Schiff asos ligandi va uning Cu(II) ioni bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasi olindi. Kompleksning elektron yutilish

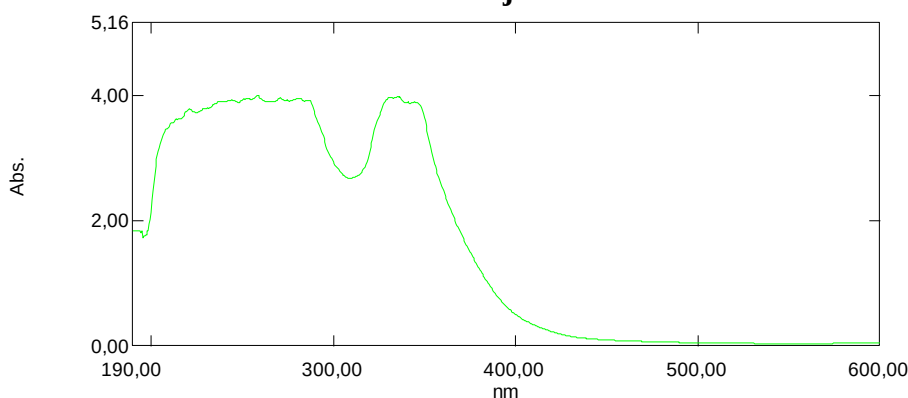
spektri UV-Vis spektrofotometri yordamida 190-600 nm diapazonda qayd etildi. Spektral ma'lumotlarni talqin qilishda organik xromoforlar uchun xos bo'lgan $\pi \rightarrow \pi^*$ va $n \rightarrow \pi^*$ o'tishlar, shuningdek, koordinatsion birikmalar uchun muhim bo'lgan ligand-metall zaryad ko'chishi ehtimoli hisobga olindi.

UV-Vis tahlil natijalarini sharhlashda yutilish maksimumlarining joylashuvi, nisbiy intensivligi va kengligi asosiy mezon sifatida qabul qilindi. Schiff asos ligandlarida azometin guruhi, aromatik halqa hamda konjugatsiyalangan fragmentlar spektrning ultrabinafsha qismida faol namoyon bo'lishi ma'lum. Metall bilan koordinatsiya hosil bo'lganda ushbu polosalar joylashuvi o'zgarishi yoki yangi polosalar paydo bo'lishi mumkin.



1-rasm. Cu(II) kompleksining strukturaviy formulasi.

Natijalar va muhokama.



2-rasm. Cu(II) kompleksining UV-Vis elektron yutilish spektri (190-600 nm).

Cu(II) kompleksi uchun qayd etilgan UV-Vis spektrda 260-280 nm oralig'ida kuchli yutilish maksimumlari kuzatildi. Mazkur maksimumlar ligand tarkibidagi aromatik tizim hamda azometin fragmentining konjugatsiyalangan elektron buluti bilan bog'liq $\pi \rightarrow \pi^*$ elektron o'tishlar natijasida yuzaga keladi. Ushbu polosalar yuqori intensivlikka ega bo'lishi ligand skeletida delokalizatsiyalangan elektron tizim mavjudligini tasdiqlaydi.[5]

Spektrning 320-340 nm diapazonida o'rtacha intensivlikdagi yutilish sohasi qayd etildi. Ushbu signalni bir necha omillar bilan izohlash mumkin. Avvalo, azometin azoti va boshqa donor atomlaridagi bo'linmagan elektron juftlari ishtirokidagi $n \rightarrow \pi^*$ o'tishlar aynan shu sohada kuzatilishi odatiy hol hisoblanadi. Bundan tashqari, metall-ligand o'zaro ta'siri kuchayishi natijasida liganddan metall markaziga zaryad ko'chishi (LMCT) komponenti ham yuzaga kelishi mumkin. Bunday holat ayniqsa Cu(II) singari o'tish metallari bilan hosil bo'lgan koordinatsion birikmalar uchun muhim diagnostik belgi sifatida qaraladi. 400 nm dan yuqori qismda sezilarli

intensiv d-d o'tishlar kuzatilmagan. Bu holat Cu(II) ionlari uchun xos bo'lgan Laport taqiqlangan d-d o'tishlarning sust intensivligi bilan izohlanadi. Olingan natijalar Cu(II)-Schiff asos kompleksi muvaffaqiyatli hosil bo'lganini tasdiqlaydi.

LMCT xarakterdagi polosalar mavjudligi kompleks tarkibida ligand donor markazlari bevosita metall markaz bilan koordinatsion bog' hosil qilganini ko'rsatadi. Bu esa oddiy mexanik aralashma emas, balki yangi elektron tuzilishga ega bo'lgan koordinatsion birikma shakllanganidan dalolat beradi. Spekrda yutilish maksimumlarining siljishi yoki intensivlikning o'zgarishi ligandning erkin holatiga nisbatan elektron zichlik qayta taqsimlanganini anglatadi.

400 nm dan yuqori sohada sezilarli intensiv yutilish kuzatilmadi. Cu(II) ionlari uchun xarakterli bo'lgan d-d o'tishlar odatda past intensivlikka ega bo'lib, bu holat Laport qoidasi bilan bog'liq taqiqlanganlik hamda geometriya deformatsiyasi darajasiga bog'liq. Shu sababli mazkur o'tishlar ayrim hollarda juda keng, sust va fon bilan qisman qoplanadigan ko'rinishda namoyon bo'ladi. Tadqiq etilgan kompleksda ham aynan shunday holat kuzatilgani ehtimoldan xoli emas.

Olingan spektral natijalar kompleks tarkibida N,N'-donorli ligandning Cu(II) ioni bilan muvaffaqiyatli koordinatsiyalanganini tasdiqlaydi. Elektron spektrda kuzatilgan asosiy polosalar ligand skeletining konjugatsiyalangan tabiati saqlanib qolganini, biroq metall bilan o'zaro ta'sir tufayli yangi elektron muvozanat shakllanganini ko'rsatadi. Bu esa kompleksning barqarorligi va ehtimoliy funksional xossalari uchun muhim omildir.

Shuni alohida ta'kidlash joizki, UV-Vis spektroskopiya kompleks hosil bo'lganini ko'rsatadigan muhim usul bo'lsa-da, koordinatsion markaz geometriyasini to'liq tasdiqlash uchun IR, EPR, element tahlili, magnit moment, termik tahlil yoki rentgen strukturaviy tahlil kabi qo'shimcha metodlar bilan birgalikda baholash maqsadga muvofiq bo'ladi. Biroq mavjud elektron spektr ma'lumotlarining o'zi ham Cu(II)-Schiff asos tizimida koordinatsiya jarayoni ro'y berganini ilmiy asoslash uchun yetarli darajada informativdir.

N,N'-donorli Schiff asos ligandi asosida olingan Cu(II) kompleksining UV-Vis spektri 190-600 nm oralig'ida o'rganildi va asosiy yutilish sohalari talqin qilindi. 260-280 nm dagi kuchli polosalar $\pi \rightarrow \pi^*$ o'tishlarga, 320-340 nm atrofidagi polosalar esa $n \rightarrow \pi^*$ va qisman LMCT jarayonlariga mansub ekanligi ko'rsatildi.

400 nm dan yuqori qismda intensiv d-d polosalar kuzatilmagan bo'lsa-da, bu holat Cu(II) markaziga xos bo'lgan elektron o'tishlarning sustligi bilan izohlanadi. Umuman olganda, spektral natijalar ligandning Cu(II) ioniga koordinatsiyalanishi natijasida barqaror kompleks birikma hosil bo'lganini tasdiqlaydi.

Mazkur tadqiqot natijalari N,N'-donorli Schiff asos ligandlari asosidagi mis komplekslarining elektron tuzilishi va spektroskopik xossalari chuqurroq tushunishga xizmat qiladi. Kelgusida ushbu kompleksni boshqa fizik-kimyoviy hamda biologik metodlar yordamida qo'shimcha tadqiq qilish uning amaliy qo'llanish istiqbollarini baholash imkonini beradi.

Schiff asos asosidagi Cu(II) komplekslarini spektral jihatdan tavsiflash yangi koordinatsion birikmalarni maqsadli sintez qilish, ularning reaktivligi va biologik faolligini oldindan baholashda muhim o'rin tutadi. Mazkur yondashuv farmatsevtik yo'nalishdagi komplekslar, sensor materiallar va katalitik tizimlarni yaratishda nazariy hamda eksperimental asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Olingan UV-Vis spektral natijalar N,N'-donorli Schiff asos ligandining Cu(II) ioni bilan koordinatsiyalanib barqaror kompleks hosil qilganini ko'rsatdi. Kompleks tarkibida $\pi \rightarrow \pi^*$, $n \rightarrow \pi^*$ va LMCT elektron o'tishlari aniqlanib, yangi elektron muvozanat shakllangani tasdiqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Calligaris M., Randaccio L. Schiff Bases as Ligands in Coordination Chemistry // Coordination Chemistry Reviews. 1987. Vol. 7. P. 385–403.
2. Lever A.B.P. Inorganic Electronic Spectroscopy. Elsevier, Amsterdam, 1984.
3. Nakamoto K. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. Wiley, New York, 2009.
4. Maurya R.C., Patel P. Synthesis and spectral studies of Cu(II) Schiff base complexes // Spectrochimica Acta Part A. 2006.
5. Singh K., Barwa M.S., Tyagi P. Schiff base complexes of transition metals // European Journal of Medicinal Chemistry. 2006.

GIDROTERMAL USULDA OLINGAN ALYUMOSILIKAT ADSORBENTNING SEM TAHLILI

**Xudayberganov Mansur Soburovich, Normatov Shuxrat Almurat o'g'li,
Mamadaminova Iroda Fayzulla qizi,**

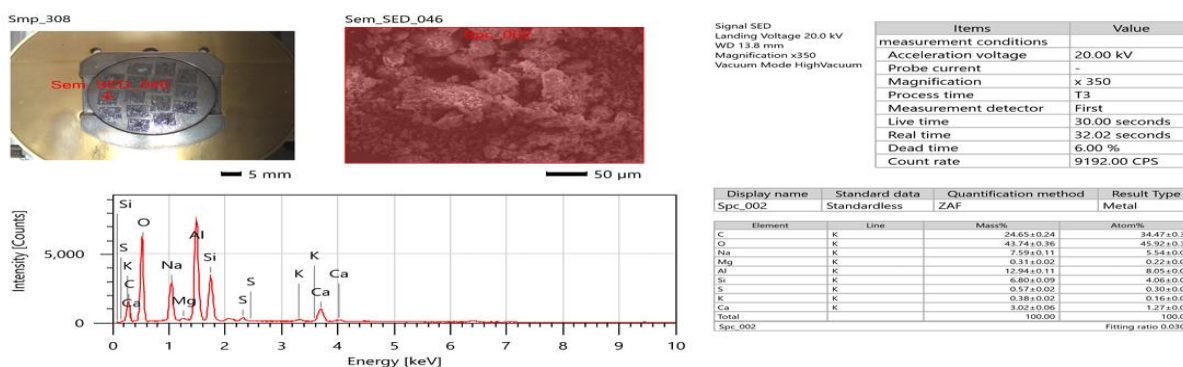
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, O'zbekiston
mamdaminovairoda58@gmail.com

Abstract. : In this work, an aluminosilicate adsorbent was synthesized from local clay by hydrothermal treatment. The synthesized material was investigated by SEM analysis. The results showed porous and irregular surface morphology, which indicates the possibility of using the obtained material as an adsorbent.

Keywords aluminosilicate, adsorbent, hydrothermal synthesis, SEM analysis, clay material.

So'nggi yillarda tabiiy mineral xomashyolar asosida adsorbent materiallar olishga bo'lgan qiziqish sezilarli darajada ortib bormoqda. Ayniqsa, aluminosilikat tabiatli materiallar yuqori termik va kimyoviy barqarorligi, rivojlangan sirt maydoni hamda g'ovak strukturasiga ega ekanligi sababli adsorbsiya jarayonlarida keng qo'llanilmoqda. Mahalliy gil minerallari tarkibida SiO_2 va Al_2O_3 komponentlarining mavjudligi ularni funksional adsorbent materiallar sintezi uchun istiqbolli xomashyo sifatida qo'llash imkonini beradi. Tadqiqot ishida mahalliy gil xomashyosi asosida aluminosilikat adsorbent gidrotermal usul yordamida sintez qilindi. Dastlab tabiiy gil maydalandi va 1N HCl eritmasi bilan kimyoviy aktivlashtirildi. Aralashma 24 soat davomida magnitli aralashtirgichda ushlab turildi. So'ngra namuna distillangan suv bilan $\text{pH}=7$ bo'lguncha neytrallandi va $100\text{ }^\circ\text{C}$ haroratda quritildi. Qurtilgan material $600\text{ }^\circ\text{C}$ haroratda termik ishlodan o'tkazildi. Keyingi bosqichda namuna 15M NaOH eritmasining 50 ml hajmiga joylashtirilib, qo'shimcha SiO_2 manbai bilan birgalikda magnitli aralashtirgichda qayta ishlav berildi. Hosil bo'lgan aralashma yana neytral muhitgacha yuvildi va $120\text{ }^\circ\text{C}$ haroratda avtoklavda gidrotermal sintez qilindi. SEM tahlil natijalari sintez qilingan aluminosilikat adsorbent yuzasida notekis, g'ovaksimon va agregatlangan struktura hosil bo'lganligini ko'rsatdi. Mikrostrukturaviy tasvirlarda zarrachalarning bir-biri bilan birikkan holda joylashgani hamda yuzada mayda g'ovaklarning shakllangani kuzatildi. Bunday morfologik tuzilish adsorbent materiallar uchun xarakterli hisoblanadi. Termik va ishqoriy ishlav berish natijasida materialning tabiiy strukturasida qisman destruksiya sodir bo'lib, yangi aktiv markazlar hosil bo'lgan. Material yuzasining rivojlanganligi adsorbsiya jarayonlari uchun qulay sharoit yaratadi. SEM tahlillari asosida sintez

qilingan materialning adsorbent sifatida istiqbolli ekanligi aniqlandi.



Mahalliy gil asosida gidrotermal usul yordamida alumosilikat adsorbent sintez qilindi. SEM tahlil natijalari material yuzasida rivojlangan g'ovaksimon struktura hosil bo'lganligini ko'rsatdi. Olingan natijalar sintez qilingan materialning adsorbent sifatida qo'llash imkoniyati mavjudligini tasdiqladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Breck D.W. Zeolite Molecular Sieves. Wiley, New York, 1974.
2. Wang S., Peng Y. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. Chemical Engineering Journal, 2010.
3. Querol X. Application of zeolites obtained from fly ash. International Journal of Coal Geology, 2001.
4. Bekkum H. Introduction to Zeolite Science and Practice. Elsevier, Amsterdam, 2001.

⁹⁹Mo/^{99m}Tc GENERATORI XROMATOGRAFIK KOLONKASI SORBENTINING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINI OPTIMALLASHTIRISH

O.U. Qobilov¹, A.M. Abdukayumov², SH.J. Nishonov², J.A. Ahmedov¹.

¹Yadro fizikasi instituti "Radiopreparat" davlat muassasasi, Toshkent, O'zbekiston

E-mail: Oybekqobilov93@gmail.com

Abstract: The study investigates optimization of physicochemical properties of Al₂O₃ sorbents for ⁹⁹Mo/^{99m}Tc generators. The influence of NaOH and HCl concentrations on molybdenum sorption capacity and generator efficiency was analyzed. Optimal conditions increased sorption capacity and ensured high radionuclide purity.

Keywords: ⁹⁹Mo/^{99m}Tc generator, sorbent, aluminum oxide, molybdenum, radionuclide, chromatography.

Yadro tibbiyotida keng qo'llaniladigan qisqa yashovchi radionuklidlardan biri — ^{99m}Tc hisoblanadi. Mazkur radionuklid diagnostik tekshiruvlarda yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi va asosan ⁹⁹Mo/^{99m}Tc sorbsion generatorlari yordamida olinadi. Hozirgi vaqtda generatorlar ishlab chiqarishda asosan uran-235 bo'linish mahsulotidan olingan yuqori solishtirma faollikka ega ⁹⁹Mo qo'llaniladi. Biroq ushbu usul katta miqdorda yarim yemirilish davri uzoq bo'lgan radioaktiv chiqindilar hosil qilishi bilan ekologik va iqtisodiy muammolarni yuzaga keltiradi. Shu sababli ⁹⁸Mo(n,γ)⁹⁹Mo reaksiyasi asosida aktivatsion molibdendan foydalanishga asoslangan deyarli chiqindisiz texnologiyalarni yaratish dolzarb masala hisoblanadi [1].

Generator samaradorligi asosan xromatografik kolonkada qo'llaniladigan sorbentning molibden bo'yicha sorbsion sig'imiga bog'liq. Shu sababli Al₂O₃ sorbentining sorbsion

xususiyatlarini yaxshilash hamda generator unumdorligini oshirish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega [2]. Mazkur tadqiqotda natriy izopolimolibdat sintezi orqali molibdenning sorbsion faolligini oshirish va NaOH hamda HCl konsentratsiyalarining Al_2O_3 sorbentiga ta'siri o'rganildi. Tadqiqot davomida turli konsentratsiyalardagi ishqoriy va kislotali muhitlarda eritmalarining tashqi ko'rinishi, molibden konsentratsiyasi, sorbsiya sig'imi hamda generatorning texnologik ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.



Jadval 1. NaOH va HCl konsentratsiyasining Al_2O_3 sorbentining Mo bo'yicha sorbsion sig'imiga ta'siri

Jadval 1.

NaOH kons., M	$\text{Na}_2^{99}\text{MoO}_4$ eritmasi holati	HCl kons., M	$\text{Mo}_7\text{O}_{24}^{6-}$ eritmasi holati	Mo kons., mg/ml	Al_2O_3 sig'imi, mgMo/g Al_2O_3	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ chiqishi, %	^{99}Mo aralashmasi, %
1,0	Rangsiz	1,0	Rangsiz	19,7	33,8	97,8	0,005
1,5	Rangsiz	1,5	Rangsiz	28,5	34,2	98,6	0,004
2,0	Rangsiz	2,0	Rangsiz	36,6	37,4	99,0	0,004
2,5	Xiralashishi	2,5	Xiralashishi	44,2	39,6	92,0	0,010
2,0	Rangsiz	3,0	Rangsiz	42,2	42,5	99,0	0,0007
2,0	Rangsiz	3,5	Xiralashishi	44,16	46,2	90,0	0,002
3,0	Xiralashishi	4,0	Cho'kma hosil bo'ldi	56,5	—	—	—

Tadqiqot natijalariga ko'ra, NaOH ning 2,0 M va HCl ning 3,0 M konsentratsiyalarida eritmaning rangsiz holatda saqlanishi kuzatildi hamda optimal texnologik ko'rsatkichlarga erishildi.

Ushbu sharoitda molibden konsentratsiyasi 42,2mg/ml ni tashkil etib, Al_2O_3 sorbentining sorbsion sig'imi 42,5 mg Mo/g Al_2O_3 gacha oshdi. Natriy izopolimolibdat asosida tayyorlangan eritmalaridan foydalanish Al_2O_3 sorbentining molibden bo'yicha sorbsion sig'imini taxminan 1,25 barobar oshirish imkonini berishi aniqlandi. Shu bilan birga, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ning chiqish darajasi 99,0 % ni tashkil etdi, elyuat tarkibidagi ^{99}Mo radionuklidining miqdori esa 0,0007 % dan oshmadi. Konsentratsiyalar yanada oshirilganda eritmaning xiralashishi va cho'kma hosil bo'lishi kuzatildi, bu esa sorbsiya jarayonining barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatdi.

Olingan natijalar aktivatsion molibden asosida samarali va ekologik xavfsiz $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ generatorlarini yaratishda Al_2O_3 sorbentlarining struktura va fizik-kimyoviy xossalari optimallashtirish muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi. Taklif etilgan usul yuqori radionuklid tozalikka ega bo'lgan samarali $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ generatorlarini yaratishda istiqbolli texnologik yechim sifatida xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Стасюк Е.С., Коробочкин В.В., Скуридин В.С., Чибисов Е.В., Нестеров Е.А. Исследование процессов адсорбции молибдена на γ -оксидах алюминия с различной структурой // Радиохимия. 2004. Т.46. №2. С. 144–147.
2. Dittmann H., et al. Journal of Nuclear Medicine. 2021.

**SULFAT KISLOTANING TURLI KONSENTRATSIYALARI BILAN ISHLOV
BERILGAN Na-KMS NAMUNALARI UCHUN Cu^{2+} IONLARI SORBSION
XUSUSIYATLARINI O'RGANISH**

**Tayanch doktorant Sharibov Imomjon Ikrom o'g'li,
k.f.d.,kat.i.x Yo'ldoshov Sherzod Abdullayevich.,
PhD Xolturayev Baxriddin Jumayevich**

O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Polimer kimyosi va fizikasi instituti, Toshkent
100128, O'zbekiston. (E-mail: polymer@academy.uz)

Mualliflar: sharibovimomjon@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur ishda sulfat kislotaning turli konsentratsiyalari bilan modifikatsiyalangan natriy-karboksimetilsellyuloza (Na-KMS) asosidagi sorbentlarning Cu^{2+} ionlariga nisbatan sorbsion xossalari o'rganildi. Tadqiqot davomida Na-KMS namunalari 5–25% konsentratsiyadagi H_2SO_4 bilan ishlov berilib, ularning mis ionlarini yutish samaradorligiga modifikatsiya darajasining ta'siri baholandi. Sorbsion sig'im UB-spektroskopiya usuli asosida aniqlanib, jarayon Ber–Lambert qonuni hamda Langmuir va Freundlich izotermalari yordamida tavsiflandi. Olingan natijalar sulfat kislota bilan modifikatsiyalash Na-KMS sorbentining faol markazlari soni va sorbsion faolligini oshirishini ko'rsatdi. Ayniqsa 20 % konsentratsiyada modifikatsiyalangan namunalar yuqori sorbsion samaradorlikni namoyon etdi. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ miqdori ortishi bilan yutish sohasi kengayib borishi sorbsiya jarayonining barqaror va samarali kechishini tasdiqladi. Tadqiqot natijalari modifikatsiyalangan Na-KMS sorbentlarini og'ir 295etal ionlari bilan ifloslangan oqova suvlarni tozalashda istiqbolli material sifatida qo'llash mumkinligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: sorbent, Na-KMS, modifikatsiya, sulfat kislota, Cu^{2+} ionlari, sorbsiya, UB-spektroskopiya, Langmuir izotermasi, Freundlich izotermasi.

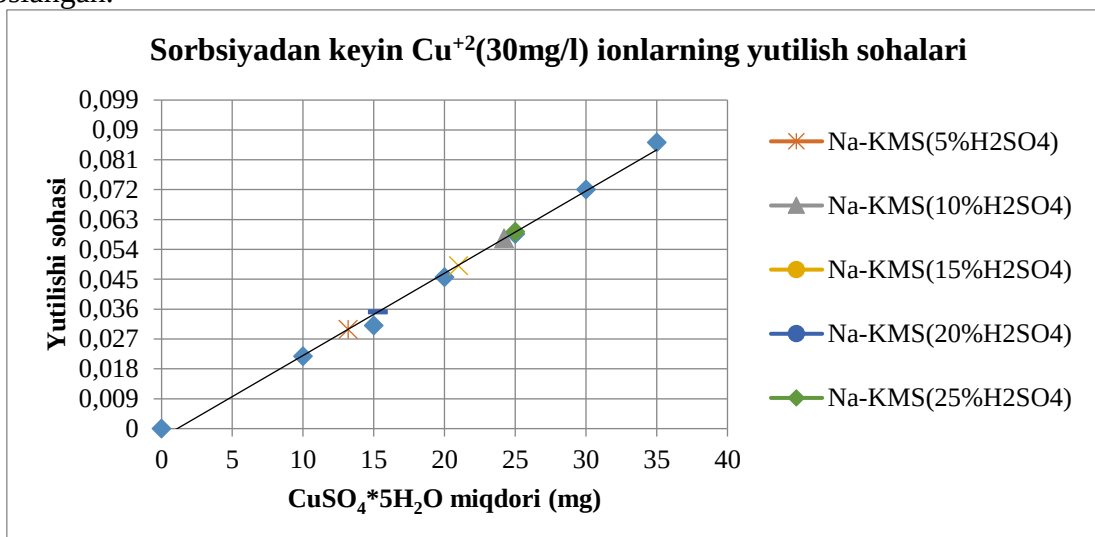
Hozirgi kunda sanoat va gidrometallurgiya korxonalarida eritmalar tarkibidan rangli hamda qimmatbaho metall ionlarini ajratib olish, shuningdek, suvlarni tuzsizlantirish va oqova suvlarni zaharli komponentlardan tozalash jarayonlarida keng qo'llanilayotgan samarali usullardan biri sorbentlar ishtirokidagi tozalash texnologiyalari hisoblanadi (Foo, K. Y., Hameed, B. H., 2010). Ushbu usulning afzalligi uning iqtisodiy jihatdan maqbulligi, texnologik soddaligi va yuqori samaradorligi bilan izohlanadi.

Tabiiy polimerlar orasida ayniqsa sellyuloza asosidagi sorbentlar alohida e'tiborga ega bo'lib, ular bio-parchalanish xususiyatiga ega, ekologik xavfsiz va qayta tiklanuvchi xomashyo manbalaridan olinadi (Klemm, D va boshq., 2005). Shu bilan bir qatorda, natriy-karboksimetilsellyuloza (Na-KMS) asosidagi modifikatsiyalangan sorbentlarni yaratish va ularning sorbsion xossalari takomillashtirish ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Na-KMSni kimyoviy modifikatsiyalash, xususan, kislotali muhitda ishlov berish uning makromolekulyar tuzilishi, karboksil guruhlarining miqdori va taqsimlanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Natijada materialning faol markazlari soni ortib, og'ir metall ionlari, jumladan Cu^{2+} ionlariga nisbatan sorbsion faolligi oshadi. Bu esa sellyuloza hosilalarining strukturaviy xususiyatlari va funksional guruhlarining o'zgarishi ularning adsorbsion xatti-harakatini belgilovchi asosiy omillardan biri ekanligini tasdiqlaydi (Yuldozhov Sh.A., va boshq., 2021). Mazkur tadqiqotda Na-KMS asosidagi sorbentlarning Cu^{2+} ionlarini sorbsiyalash xususiyatlarini o'rganish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Tadqiqot jarayonida Na-KMS sorbentini turli konsentratsiyadagi sulfat kislotasi bilan modifikatsiyalashda uning strukturasi va faol markazlarining soniga sezilarli ta'sir ko'rsatishi o'rganildi. Bunga ko'ra sorbentning modifikatsiya darajasi oshgani sari Cu^{2+} ionlarini yutish samaradorligi ham oshgani aniqlandi. Xususan, 5–25% konsentratsiyadagi sulfat kislotasi bilan ishlov berilgan namunalarda Cu^{2+} ionlarini sorbsiyalash maksimal darajada etgani kuzatildi. Shu bilan bir qatorda namunalarni sorbsion sig'implari UB spektroskopiya usuli yordamida aniqlandi

va Sorbsiya izotermalari Langmuir va Freundlich modellari asosida hisoblandi (Belova, T. P. 2019)

Ushbu grafikda Na-KMS (natriy karboksimetilsellyuloza) sorbentining sulfat kislotaning 5%, 10%, 15%, 20% va 25% konsentratsiyalarida modifikatsiyadan keyin 30 mg/l konsentratsiyadagi Cu^{2+} ionlarini yutish sohalari ko'rsatilgan. Grafikda $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ miqdori (mg) bilan yutilish sohasi o'rtasidagi bog'lanish taqdim etilgan. Har bir rang va belgilar orqali turli modifikatsiya sharoitidagi Na-KMS namunalarining Cu^{2+} ionlarini yutish samaradorligi taqqoslangan.



Na-KMS sorbentining turli konsentratsiyadagi sulfat kislotasi bilan modifikatsiyadan keyin 30 mg/l Cu^{2+} ionlarini yutish sohalari

Grafik natijalari Na-KMS sorbentining sulfat kislota turli konsentratsiyalari bilan modifikatsiyalanishi uning Cu^{2+} ionlariga nisbatan sorbsion xossalari sezilarli ta'sir ko'rsatishini namoyon etdi. Xususan, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ miqdorining ortishi bilan barcha namunalar uchun yutish sohasi kengayib borishi kuzatildi, bu esa sorbsiya jarayonining samaradorligi ortib borishini ko'rsatadi. Ayniqsa, 20–25% konsentratsiyadagi sulfat kislota bilan modifikatsiyalangan Na-KMS namunalarida Cu^{2+} ionlarini yutish sohasi nisbatan yuqori qiymatlar bilan tavsiflandi, bu esa mazkur sharoitlarda sorbentning yuqori sorbsion faollikka ega ekanligini bildiradi.

Bunga ko'ra 20 % konsentratsiyada modifikatsiyalangan namuna boshqa namunalarga nisbatan yuqori (71mg/g) yutish sohasi ko'rsatkichlarini namoyish etdi va ptimal namuna sifatida tanlab olindi. Mazkur holat Na-KMS ning modifikatsiyalanish darajasi, shuningdek, sorbent yuzasidagi faol markazlar soni va ularning tabiati sorbsion xossalarning shakllanishida muhim omil ekanligini tasdiqlaydi. Kislotaning 25 % konsentratsiyasida ishlov berilganda (73 mg/g) ekanligi aniqlandi, bu esa ortiqcha kuchayishga, polimer zanjirlarining qisman destruksiyanishiga yoki ayrim faol markazlarning Cu^{2+} ionlari uchun past holatga o'tishi bilan izohlash mumkin.

Shuningdek, yutish sohasi bilan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ miqdori o'rtasida kuzatilgan chiziqli bog'lanish sorbsiya jarayonining barqaror va izchil kechishini ko'rsatadi. Ushbu natijalar modifikatsiyalangan Na-KMS sorbentlari yuqori konsentratsiyadagi metall ionlarini yutishda samarali ekanligini ko'rsatadi.

Umuman olganda, olingan grafik natijalar Na-KMS sorbentini turli konsentratsiyadagi sulfat kislota bilan modifikatsiyalash Cu^{2+} ionlarini sorbsiyalash samaradorligini oshirish va jarayon parametrlarini optimallashtirishda muhim omil ekanligini ko'rsatdi.

Mazkur tadqiqotda turli konsentratsiyadagi sulfat kislota bilan modifikatsiyalangan Na-KMS asosidagi sorbentlarning Cu^{2+} ionlariga nisbatan sorbsion xossalari o'rganildi. Olingan natijalar sulfat kislota bilan ishlov berish Na-KMS sorbentining tuzilishi, faol markazlari soni va

ularning sorbsion faolligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ miqdori ortishi bilan yutilish sohasining izchil kengayib borishi sorbsiya jarayonining barqaror va samarali kechishini ko'rsatdi. 20–25% konsentratsiyadagi H_2SO_4 bilan modifikatsiyalangan namunalar orasida Cu^{2+} ionlarini yutish xususiyati yuqori bo'lib, ayniqsa 20% konsentratsiyada modifikatsiyalangan namuna eng yuqori sorbsion faollikni namoyon etdi. Bu esa modifikatsiya darajasi sorbentning funksional guruhlari holati va adsorbsion markazlari soni bilan bevosita bog'liqligini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Belova, T. P. (2019). Adsorption of heavy metal ions (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} and Fe^{2+}) from aqueous solutions by natural zeolite. *Heliyon*, 5(9).
2. Foo, K. Y., & Hameed, B. H. (2010). Insights into the modeling of adsorption isotherm system s. *Chemical engineering journal*, 156 (1), 2-10.
3. Klemm, D., Heublein, B., Fink, H. P., & Bohn, A. (2005). Cellulose: fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewandte chemie international edition*, 44(22), 3358-3393.
4. Yuldoshov Sh.A., Yunusov Kh.E., Sarymsakov A.A., G'oyibnazarov I.Sh. Synthesis and characterization of sodium-carboxymethylcellulose from cotton, powder, microcrystalline and nanocellulose. *Polymer Engineering & Science*, 2021.

СОРБЦИОННО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЛЮМИНИЯ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Х.Ш. Бобожонов^{1,2}, Х.У. Усманова³, З.А. Сманова¹

¹Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, г. Ташкент, Узбекистан

²Управление координации специальных операций Министерства внутренних дел Республики Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан

³Университет общественной безопасности Республики Узбекистан,
E-mail: world.0707@mail.ru

Алюминий относится к числу наиболее распространённых элементов земной коры и широко используется в металлургии, энергетике, химической промышленности, производстве строительных материалов и других отраслях. Однако увеличение техногенной нагрузки приводит к росту содержания подвижных и биодоступных форм Al(III) в природных и сточных водах, почвах и атмосферных выпадениях. Растворимые формы алюминия способны оказывать токсическое воздействие на гидробионтов, растения и организм человека, особенно в кислых средах, где возрастает миграционная способность ионов Al^{3+} . В связи с этим актуальной задачей аналитической химии и экологического мониторинга является разработка чувствительных, селективных и доступных методов определения алюминия в сложных объектах окружающей среды.

В настоящей работе обобщены результаты исследований по разработке сорбционно-фотометрических и сорбционно-люминесцентных методов определения Al(III) с использованием иммобилизованных органических реагентов. Основой разработанных подходов является сочетание процессов сорбции, комплексообразования и спектроскопического детектирования, что обеспечивает повышение чувствительности анализа и снижение пределов обнаружения.

Для сорбционно-фотометрического определения алюминия использовали ксиленоловый оранжевый, иммобилизованный на матрице шелкового фиброина, полученного из отходов шелкового производства. Использование биополимерного носителя позволяет создавать экологически безопасные и недорогие аналитические системы. Установлено, что эффективность иммобилизации реагента составляет около 95%, а образование комплекса Al(III) с иммобилизованным ксиленоловым оранжевым сопровождается выраженным батохромным смещением полосы поглощения от 439 до 575 нм. Это позволило проводить определение алюминия методом диффузной отражательной

спектроскопии с высокой чувствительностью и хорошей воспроизводимостью. Метод характеризовался линейностью в диапазоне 0.2–1.0 мг/л, коэффициентом корреляции $r = 0.9994$ и пределом обнаружения 0.16 мг/л. Разработанная система была успешно применена для анализа кислотных минерализатов почвенных образцов, а результаты хорошо согласовывались с данными ICP-OES.

В сорбционно-люминесцентных методах в качестве аналитических реагентов использовали эриохромовый красный В и морин, иммобилизованные на полимерных носителях. Показано, что иммобилизация реагентов способствует повышению интенсивности аналитического сигнала, улучшению селективности и уменьшению влияния сопутствующих компонентов матрицы. Разработанные методы обеспечивали низкие пределы обнаружения, высокую воспроизводимость и сокращение времени анализа. Для определения Al(III) были достигнуты пределы обнаружения до 0.0006 мкг/мл при коэффициентах линейности $R^2 \geq 0.999$.

Дополнительно были проведены спектральные, ИК-спектроскопические и квантово-химические исследования, позволившие установить возможные механизмы иммобилизации реагентов и комплексообразования с ионами алюминия. Показано, что образование поверхностных комплексов обусловлено донорно-акцепторным взаимодействием функциональных групп реагентов с ионами металла, а также водородными связями между реагентом и носителем.

Разработанные сорбционно-спектроскопические методы отличаются простотой выполнения, доступностью оборудования, высокой чувствительностью и возможностью анализа реальных объектов окружающей среды без сложных стадий разделения. Полученные результаты подтверждают перспективность использования иммобилизованных органических реагентов в качестве чувствительных слоёв оптических сенсоров для экологического мониторинга алюминия и других токсичных металлов.

Литература:

1. Bobojonov Xikmat Shavkatovich, Usmanova, X. U., & Smanova, Z. A. (2024). Galliy va alyuminiy ionlarini lyuminessent usulda aniqlashda qo'llaniladigan organik reagentlarni immobillash. Fardu. ilmiy xabarlar – scientific journal of the fergana state university, 30(4), 44–49. https://doi.org/10.56292/SJFSU/vol30_iss4/a95.
2. Bobojonov, K., Usmanova, K., Smanova, Z., Gafurova, D., & Abdullayeva, M. (2026). Analytical application of sorption–fluorescence methods for the determination of aluminium, beryllium, and lead in environmental samples. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 106(1), 142–162. <https://doi.org/10.1080/03067319.2025.2511983>
3. Bobojonov, K. Shavkatovich, Usmanova, K. Umatalievna, Smanova, Z. Asanaliyevna, Todjiyev, J. Nasiriddinovich, Gafurova, D. Anvarovna, Abdullaeva, M. Maksumovna, Tursunqulov, J. Baxtiyorovich, Sapaev, I. Bayramdurdiyevich, Fathullaeva, M. and Yuldasheva, U. Asanaliyevna (2025). Sorption–fluorescence determination of aluminum(III) and gallium(III) using immobilized organic reagents. Chemical Review and Letters, 8(6), 1295-1306. doi: 10.22034/crl.2025.540565.1674

KOBALT-KALSIY FTALOSIANIN PIGMENT SINTEZI VA SINTEZ JARAYONIGA TURLI OMILLARNING TA'SIRI

Nabiyev D. A¹, Turayev X.X¹, Eshmurodov X.E¹, Toshboltayeva X. A¹

¹Termiz davlat universiteti, Termiz, O'zbekiston.

E-mail: dilmurodnabiev@mail.ru

Abstract. In this work, methods for synthesizing cobalt-calcium phthalocyanine pigment based on terephthalic acid and phthalic anhydride and its physicochemical properties were studied. During the experiments, the effect of temperature and ratio of starting materials on the reaction

yield was studied, and optimal conditions (temperature 185°C-200°C and molar ratio 1:1:5:0.5:1) were determined. When the structure of the synthesized pigment was analyzed by IR spectroscopy, the disappearance of the absorption bands of the carboxyl groups of terephthalic acid and the appearance of new vibrations characteristic of the isoindole and pyrrole rings confirmed the formation of a phthalocyanine macrocycle. Keywords: cobalt-calcium phthalocyanine, terephthalic acid, synthesis, IR spectroscopy, optimal yield, chromophore, isoindole ring.

Keywords: cobalt-calcium phthalocyanine, terephthalic acid, synthesis, IR spectroscopy, optimal yield, chromophore, isoindole ring.

500 ml sig'imli yuqori haroratga, kislotaga chidamli zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan maxsus idishga 16,6 g (0,1 mol) tereftal kislotaga, 14,8 g (0,1 mol) ftal anhidrid 30 g (0,5 mol) karbamid, 6,5 g (0,05 mol) kobalt (II) xlorid, 11,1 g (0,1 mol) kalsiy xlorid va katalizator sifatida 0,31 g (0,005 mol) ortaborat kislotaga qo'shib aralashtirildi. Hosil bo'lgan moddalar aralashmasi SNOL-8,2/1100 pechida sekinlik bilan 130-135°C suyuqlanma hosil bo'lguncha qizdiriladi. Bu haroratda ftal anhidrid va karbamid suyuqlanadi, tereftal kislotaga bu suyuqlanmada eriydi. To'liq suyuqlanma holatiga o'tgach aralashma 1 soat davomida 185°C gacha pechda qizdiriladi.

Reaksiya tugagandan so'ng idishda g'ovak holatdagi qo'ng'ir rangli modda hosil bo'ladi. Olingan moddani xona haroratigacha sovutilib 10 ml 92% li konsentrlangan sulfat kislotaga quyib aralashtirildi, natijada quyuq qoramtir yashil rangli eritma hosil bo'ldi. Eritma bir necha marta qaynoq distillangan suv bilan neytral muhit hosil bo'lgunga qadar yuviladi. Bunda reaksiyaga kirishmay qolgan boshlang'ich mahsulotlar hamda oraliq mahsulotlar erib chiqadi. Hosil bo'lgan kobalt-kalsiy ftalosianin pigment cho'kmaga tushadi.

Olingan kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentni optimal sharoitlari, fizik - kimyoviy xossalarini tadqiq etilgan bo'lib asosan eng yuqori unum bilan olingan pigmentni tarkibi eng yaxshi optimal tarkibi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Quyidagi 1-jadvalda yuqori samarali bo'lgan kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentni sintezida mahsulot unumiga harorat va boshlang'ich moddalar nisbatining ta'siri o'rganilgan.

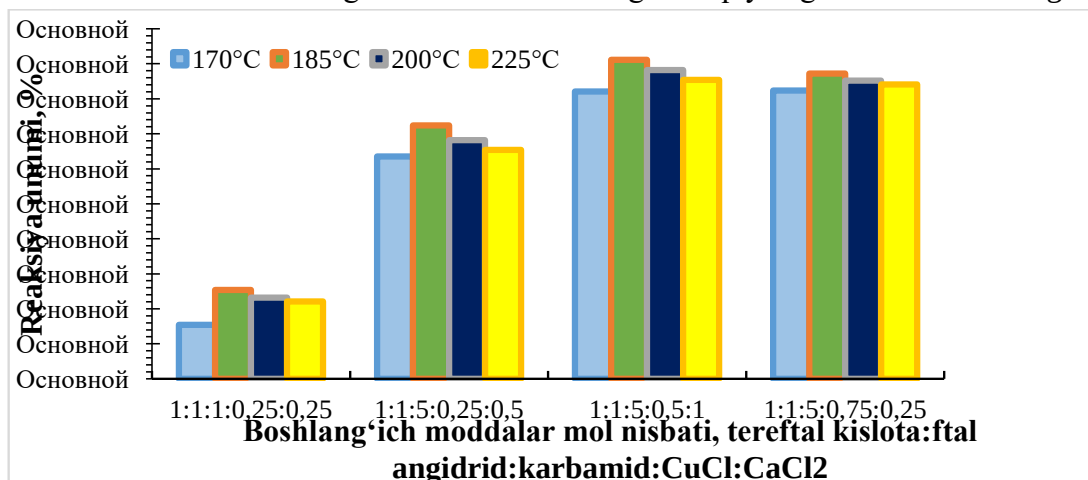
1-jadval.

Kobalt-kalsiy ftalosianin pigment sintezida mahsulot unumiga harorat va boshlang'ich moddalar nisbatining ta'siri

№	Tk:Fa:Ka r:CoCl ₂ :C aCl ₂	T, °C	ω, %	№	Tk:Fa:Ka:Kar:C oCl ₂ :CaCl ₂	T, °C	ω, %
1	1:1:1:0,25: 0,25	170	25,2	9	1:1:5:0,5:1	170	88,7
2		185	29,1	10		185	91,3
3		200	25,1	11		200	89,1
4		225	24,7	12		225	82,1
5	1:1:5:0,25: 0,5	170	58,2	13	1:1:5:0,75:0,25	170	74,4
6		185	65,4	14		185	88,1
7		200	63,2	15		200	82,3
8		225	62,2	16		225	80,1

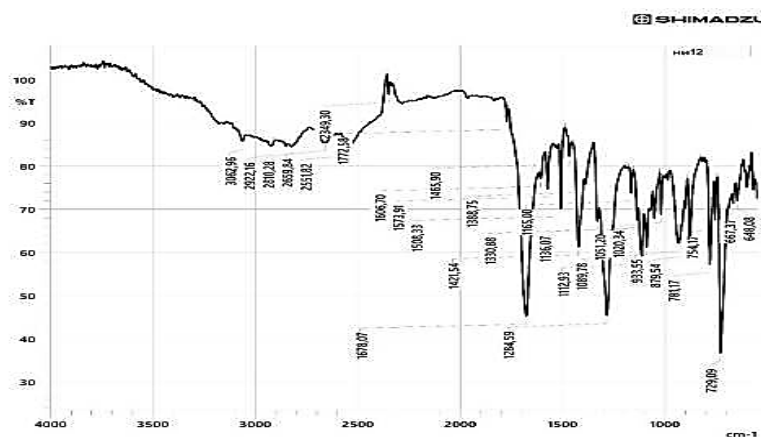
Kobalt-kalsiy ftalosianin pigment sintezida turli xil sharoitlarda va nisbatlarda ko'plab tajribalar qo'yildi. Tadqiqotlar natijasida olingan pigment unumi harorat va tarkibiy qismlarning

nisbatiga bog'liqligi hisoblab topildi. Optimal reaksiya harorati 185-200°C ni tashkil etdi va 1:1:5:0,5:1 nisbatda olingan pigment eng yuqori unumni tashkil etdi. Haroratning va dastlabki olingan moddalar mol nisbatlarining ta'sirini ifodalovchi grafik quyidagi 1-rasmda keltirilgan¹.



1-rasm. Kobalt-kalsiy ftalosianin pigment reaksiya unumiga boshlang'ich moddalar miqdori va haroratning ta'siri diagrammasi

Olingan birikmaning IQ-spektridan ko'rinadiki, tereftal kislotaning karboksil guruhlariga tegishli intensiv yutilish polosalari ko'rinmaydi. 3000 cm^{-1} sohadan katta sohada qoldiq suv molekulariga tegishli valent yutilish polosalari mavjud. Tereftal kislotaning karbonil guruhiga tegishli yutilish polosalari 1689 cm^{-1} dan amidlarga tegishli bo'lgan 1678 cm^{-1} sohaga siljiganligi kuzatilgan. Bundan tashqari izoindol halqasining valent tebranishlariga tegishli 1421 cm^{-1} sohadagi va deformatsion tebranishlariga ega 879 cm^{-1} sohada tebranishlar kuzatilgan. Pirrol xalqasining valent 1508 cm^{-1} va deformatsion 1020 cm^{-1} sohadagi tebranishlari ham mavjud.



2-rasm. Kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentning IQ-spektri

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Borker P., Salker A. V. Synthesis, characterization and photocatalytic studies of some metal phthalocyanines // Indian J. Chem. Technol. 2006. Vol. 13, № 4.
2. Pişkin M. Synthesis, characterization, thermal and photophysical properties of novel strontium (II) phthalocyanine // J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem. 2021.

3. Бондар, А. П. Математическое моделирование распространения электромагнитной волны в двулучепреломляющем световоде с поляризующим эффектом. Усиление Рамановского рассеяния с использованием ФК, С. 280.
4. Усенко, Л. В., & Царьов, О. В. (2018). Кровезаменители с газотранспортной функцией: надежды и реалии. Медицина неотложных состояний, (1 (88)), С. 9-18.
5. Рудокова Т.П., Моисеев Ю.В., Чалых А.Е., Заиков Г.Е. Кинетика и механизм гидролиза полиэтилентерефталата в водных растворах гидроксида калия // Высокомолекулярные соединения. 1972. Vol. XIV, № 2. С. 449–453.
6. Ешимбетов А.Г. ИК-спектроскопия усулидан амалий қўлланма. 2014. 15–17 б.
7. Nabiev D., Turaev K. Study of Synthesis and Pigment Characteristics of the Composition of Copper Phthalocyanine with Terephthalic Acid. 2022. Vol. 70, № 8. P. 1–9.
8. Набиев Д.А., Тураев Х.Х., Бабамуродов Б.Э., Джалилов А.Т. Production and study of composition pigmeint the participation of tereftalic acid // Международная научная конференция “Современная химическая физика- на стыке физики, химии и биологии”. Черноголовка, 29 ноября – 3 декабря 2021 года, Москва – Черноголовка. 2021. С. 237–238.
9. Набиев Д.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Физико – химические свойства фосфор, азот и металлосодержащего органического олигомера // “Кимё – технология фанларининг

1,10-FENANTROLIN ASOSIDAGI KOBALT(II) KOMPLEKS BIRIKMANING RAMAN SPEKTROSKOPIK TAHLILI

¹G.X. Toirova , ¹Kh. Kh. Turaev, ²A.B. Ibragimov

¹Termez State University, Uzbekistan

gulshodatoirova0202@mail.ru

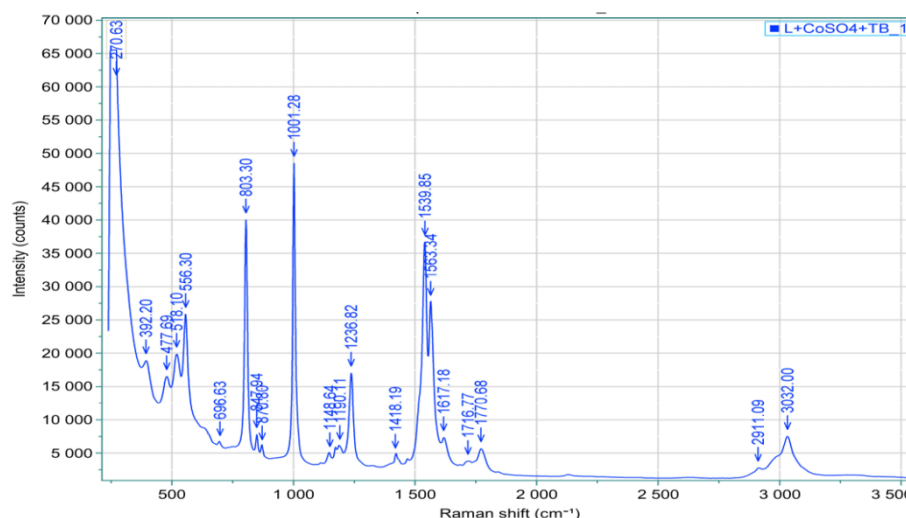
²Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan.

Abstract. In the present study, the Raman spectroscopic properties of a coordination complex synthesized from a cobalt(II) salt and an auxiliary ligand based on 1,10-phenanthroline were comprehensively investigated. The principal vibrational bands identified in the Raman spectrum confirmed the coordination of the ligand to the metal center. Raman spectroscopic results made it possible to determine the structural stability of the complex as well as changes in its electronic environment.

Key words. kobalt(II), 1,10-fenantrolin, Raman, koordinatsiya, kompleks, tebranish, spektr

Raman spektroskopiya koordinatsion birikmalarning molekulyar tuzilishini aniqlashda muhim va yuqori sezgir usullardan biri hisoblanadi. Ushbu metod ayniqsa aromatik ligandlarga ega komplekslarda samarali bo'lib, simmetrik tebranishlarni aniqlashda infraqizil spektroskopiyaga nisbatan ustunlikka ega. 1,10-fenantrolin ligandining keng π -elektron tizimi Raman spektrida intensiv polosalar bilan namoyon bo'ladi. Metall ionlari bilan koordinatsiya natijasida liganddagi elektron zichlik qayta taqsimlanadi, bu esa tebranish chastotalarining siljishi orqali aniqlanadi. Kobalt(II) ionlari bilan hosil bo'lgan komplekslar o'zining koordinatsion xilma-xilligi va elektron xossalari bilan ajralib turadi. Trilon B ning mavjudligi esa tizimni yanada murakkablashtirib, ko'p koordinatsiyali strukturani shakllantiradi.

Olingan Raman spektri kompleks birikmaning molekulyar va koordinatsion tuzilishini aniqlashda muhim ma'lumot beradi. Spektrda bir qator aniq va intensiv polosalar kuzatilib, ular ligand va metall o'rtasidagi o'zaro ta'sirni ko'rsatadi.



1- Rasm. 1,10-fenantrolin asosidagi Co(II) kompleks birikmaning Raman spektri, asosiy tebranish polosalari va metall–ligand o‘zaro ta’sirlarini aks ettiradi (400–3500 sm^{-1}).

Spektrning past chastotalar sohasida ($392\text{--}556\text{ sm}^{-1}$) joylashgan polosalar metall–ligand tebranishlariga tegishli bo‘lib, ayniqsa 392.20 , 477.98 va 556.30 sm^{-1} signallar $\nu(\text{Co--N})$ va $\nu(\text{Co--O})$ bog‘lariga mos keladi. Bu tebranishlar kompleks hosil bo‘lganligining to‘g‘ridan-to‘g‘ri dalili hisoblanadi. 696.63 va 803.30 sm^{-1} diapazonidagi polosalar aromatik halqaning tashqi deformatsion tebranishlariga tegishli bo‘lib, 1,10-fenantrolin ligandining strukturaviy yaxlitligini tasdiqlaydi. Ushbu signallar ligand skeletining saqlanganligini ko‘rsatadi. Spektrdagi eng intensiv piklardan biri 1001.28 sm^{-1} da joylashgan bo‘lib, bu aromatik halqaning “ring breathing” tebranishiga mos keladi. Bu signal fenantrolin ligandlari uchun xarakterli bo‘lib, kompleks tarkibida uning mavjudligini aniq tasdiqlaydi. 1148.64 va 1236.82 sm^{-1} oralig‘idagi polosalar $\nu(\text{C--N})$ va $\nu(\text{C--C})$ tebranishlariga tegishli bo‘lib, ligandning ichki bog‘lanishlari koordinatsiya natijasida o‘zgarganligini ko‘rsatadi. 1418.19 sm^{-1} da kuzatilgan signal aromatik tizimdagi simmetrik tebranishlarga tegishli bo‘lib, elektron zichlikning qayta taqsimlanganligini bildiradi. Spektrning eng muhim qismlaridan biri 1539.85 va 1563.34 sm^{-1} diapazondagi intensiv polosalar bo‘lib, ular $\nu(\text{C=N})$ va $\nu(\text{C=C})$ tebranishlariga mos keladi. Ushbu polosalarning siljishi ligandning azot atomlari orqali kobalt(II) ioniga koordinatsiyalanganligini ko‘rsatadi.

1617.18 sm^{-1} signali aromatik halqaning yuqori energiyali tebranishlariga tegishli bo‘lib, ligandning π -elektron tizimi metall bilan o‘zaro ta’sirga kirishganligini tasdiqlaydi.

Yuqori chastotalar sohasida 2911.09 va 3032.00 sm^{-1} polosalar aromatik va alifatik C–H tebranishlariga mos keladi, bu esa organik ligandlarning kompleks tarkibida mavjudligini bildiradi.

Umuman olganda, Raman spektr natijalari asosida kompleks birikmada:

- metall–ligand bog‘lari shakllanganligi
- 1,10-fenantrolin ligandining koordinatsiyalanganligi
- aromatik tizimning saqlanganligi
- elektron zichlikning qayta taqsimlanganligi aniqlandi.

Raman spektroskopik tahlil natijalari sintez qilingan kobalt(II) kompleks birikmaning barqaror koordinatsion tuzilma hosil qilganligini ishonchli tarzda tasdiqlaydi. Spektdda aniqlangan metall–ligand tebranishlari $\nu(\text{Co--N})$ va $\nu(\text{Co--O})$ bog‘larining mavjudligini ko‘rsatadi. C=N va

C=C tebranish polosalarining siljishi ligandning metall markaz bilan faol o'zaro ta'sirga kirishganligini bildiradi. 1,10-fenantrolinning aromatik tizimi saqlanib qolgan bo'lib, u kompleksning elektron xossalarini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi.

Trilon B ning ishtiroki kompleksning koordinatsion muhitini kengaytirib, uning strukturaviy barqarorligini oshiradi. Raman spektr natijalari kompleksning murakkab va ko'p komponentli koordinatsion tizimga ega ekanligini ko'rsatadi. Mazkur kompleks birikma yuqori darajada barqaror bo'lib, uning strukturaviy va elektron xususiyatlari uni materialshunoslik va biologik yo'nalishdagi tadqiqotlar uchun istiqbolli obyekt sifatida tavsiya etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Nakamoto K. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds . Wiley, 2009.
2. Smith E., Dent G. Modern Raman Spectroscopy . Wiley, 2019.
3. Kumar R. et al. J. Mol. Struct. , 2021.
4. Zhang Y. et al. Spectrochimica Acta A , 2022.

GRAVIMETRIK ANALIZ USULI VA UNING QO'LLANILISHI

Mehmonova.M.B¹, Ro'zimboyeva.G.Q²

¹Tabiiy fanlar fakulteti, Chirchiq Davlat Pedagogika universiteti, Toshkent, O'zbekiston.

*Email: muxlisamehmonova405@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda gravimetrik analiz usulining nazariy asoslari, amalga oshirish bosqichlari va amaliy qo'llanilish sohalari o'rganildi. Analiz jarayonida moddaning miqdori uni aniq kimyoviy shaklga o'tkazish va massani o'lchash orqali aniqlanishi yoritildi. Olingan natijalar gravimetrik usulning yuqori aniqlik va ishonchlikka ega ekanligini ko'rsatdi hamda uning turli sohalarda samarali qo'llanilishini tasdiqladi.

Kalit so'zlar: gravimetrik analiz, cho'ktirish, filtratsiya, quritish, tortish, analitik kimyo.

Analitik kimyoning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblangan gravimetrik analiz usuli moddalarning miqdoriy tarkibini aniqlashda keng qo'llaniladigan aniq va ishonchli usullardan biridir. Mazkur usul modda tarkibidagi komponentni erimaydigan yoki juda kam eriydigan birikma holiga keltirib ajratish hamda uning massasini aniq tortish prinsipiga asoslanadi. Gravimetrik analiz laboratoriya amaliyotida yuqori aniqlik berishi, natijalarning ishonchligi va murakkab texnik qurilmalarni talab qilmasligi bilan boshqa analiz usullaridan ajralib turadi. Shu sababli u kimyo, farmatsevtika, metallurgiya, ekologiya va oziq-ovqat sanoati kabi ko'plab sohalarda keng qo'llanadi. Ushbu usul yordamida moddalarning sifat va miqdor tarkibini aniqlash imkoniyati yaratiladi hamda tajriba natijalarining aniqligi yuqori darajada ta'minlanadi.

Gravimetrik analiz bir necha ketma-ket bosqichlardan tashkil topadi: eritma tayyorlash, cho'ktirish, filtratsiya, yuvish, quritish yoki kuydirish hamda yakuniy tortish ishlari. Ushbu bosqichlar orasida cho'ktirish jarayoni alohida ahamiyat kasb etadi, chunki hosil bo'lgan cho'kmaning tozaligi, kristall shakli va tarkibi analiz natijasining aniqligiga bevosita ta'sir qiladi. Cho'ktirish vaqtida reagentni to'g'ri tanlash, eritmaning harorati, konsentratsiyasi va pH muhitini nazorat qilish muhim hisoblanadi. Filtrlash va yuvish bosqichlarida esa cho'kma tarkibidagi ortiqcha ionlar hamda aralashmalar to'liq ajratib olinadi. Quritish yoki kuydirish jarayonlari moddaning barqaror massasini hosil qilishga xizmat qiladi. Natijada olingan yakuniy massa asosida moddaning miqdori aniq hisoblab chiqiladi va ilmiy jihatdan asoslangan xulosalar olinadi.

Filtratsiya va yuvish jarayonlari gravimetrik analizning eng mas'uliyatli bosqichlaridan biri hisoblanadi. Filtratsiya vaqtida hosil bo'lgan cho'kma eritmadan to'liq ajratib olinadi va maxsus

filtr qog'ozlari yoki shisha filtrlardan foydalaniladi. Ushbu bosqichning asosiy vazifasi cho'kmani yo'qotmasdan ajratish hamda eritma tarkibidagi ortiqcha moddalarning cho'kma bilan aralashib qolishining oldini olishdan iborat. Yuvinish jarayonida esa cho'kma tarkibida saqlanib qolgan eruvchan tuzlar, ionlar va boshqa aralashmalar maxsus eritmalar yordamida chiqarib tashlanadi. Yuvinish uchun ishlatiladigan suyuqlikning tarkibi va miqdori ham muhim ahamiyatga ega, chunki noto'g'ri tanlangan eritma cho'kmaning qisman erib ketishiga yoki tarkibining o'zgarishiga sabab bo'lishi mumkin. Shu sababli gravimetrik analizda har bir bosqich qat'iy laboratoriya qoidalari asosida amalga oshiriladi.

Cho'kmani quritish va kuydirish bosqichlari moddaning barqaror kimyoviy holatini hosil qilish uchun xizmat qiladi. Quritish odatda pastroq haroratda olib borilib, cho'kma tarkibidagi namlikni bartaraf etadi. Kuydirish esa maxsus mufel pechlarida yuqori haroratda bajariladi va natijada cho'kma tarkibidagi uchuvchan moddalar chiqarib yuboriladi. Bu jarayon moddaning aniq va doimiy massasini hosil qilish imkonini beradi. Analitik tarozilar yordamida amalga oshiriladigan tortish bosqichi esa gravimetrik analizning yakuniy va eng muhim bosqichi hisoblanadi. Zamonaviy analitik tarozilar juda kichik massalarni ham yuqori aniqlik bilan o'lchash imkoniyatiga ega bo'lib, bu usulning ishonchliligini yanada oshiradi. Olingan massa asosida kimyoviy formulalar va matematik hisob-kitoblar yordamida moddaning miqdoriy tarkibi aniqlanadi.

Gravimetrik analiz usuli fan va ishlab chiqarishning ko'plab sohalarida keng qo'llanadi. Ekologik tadqiqotlarda suv va tuproq tarkibidagi sulfatlar, xloridlar, og'ir metallar va boshqa zararli moddalarni aniqlashda ushbu metod muhim o'rin egallaydi. Sanoat korxonalarida rudalar, metall qotishmalari va mineral xom ashyolarning sifatini nazorat qilishda gravimetrik analizdan foydalaniladi. Kimyo sanoatida mahsulot tarkibidagi asosiy komponentlarning miqdorini aniqlash texnologik jarayonlarni samarali boshqarishga yordam beradi. Farmatsevtika laboratoriyalarida esa dori vositalarining tarkibiy qismlarini tekshirish va ularning standartlarga mosligini aniqlashda ushbu usul keng qo'llaniladi. Oziq-ovqat sanoatida mahsulot tarkibidagi kul miqdori, mineral moddalar va ayrim qo'shimchalarning miqdorini aniqlash ham gravimetrik analiz yordamida amalga oshiriladi.

Mazkur usulning asosiy afzalliklari yuqori aniqlik, natijalarning ishonchliligi va murakkab asbob-uskunalarni talab qilmasligidan iborat. Gravimetrik analizda xatolik darajasi juda past bo'lib, to'g'ri bajarilgan tajriba aniq natijalarni beradi. Shu bilan birga, bu usulning ayrim kamchiliklari ham mavjud. Jarayonning uzoq davom etishi, cho'kmani tayyorlash va quritish uchun ko'p vaqt talab qilinishi hamda ayrim hollarda yuqori malakali laboratoriya tajribasini talab etishi shular jumlasidandir. Biroq yuqori aniqlik va ilmiy ishonchlilik sababli gravimetrik analiz klassik analitik kimyoning eng muhim va samarali usullaridan biri sifatida hozirgi kungacha o'z ahamiyatini saqlab kelmoqda.

Tadqiqot metodlari: tajriba, tahliliy va qiyosiy metodlardan foydalanildi. Tadqiqot jarayonida olingan natijalar laboratoriya sharoitida kuzatilib, ularning aniqligi matematik hisob-kitoblar asosida baholandi. Bundan tashqari, gravimetrik analiz usulining samaradorligi boshqa analitik usullar bilan qiyosiy ravishda tahlil qilindi.

Gravimetrik analizning asosiy afzalliklari uning yuqori aniqligi, ishonchliligi va oddiy laboratoriya sharoitida ham samarali qo'llanilishidadir. Ushbu usul yordamida moddalarning miqdoriy tarkibini juda kichik xatolik bilan aniqlash mumkin. Shu bilan birga, usulning ayrim

kamchiliklari ham mavjud bo'lib, ular qatoriga tajriba jarayonining nisbatan uzoq davom etishi, cho'ktirish va quritish bosqichlariga ko'p vaqt sarflanishi hamda ayrim hollarda cho'kmaning to'liq ajralmasligi kiradi. Ba'zi moddalarning eruvchanligi yuqori bo'lgani sababli natijalarda xatolik yuzaga kelishi mumkin. Shunga qaramay, barcha laboratoriya qoidalariga amal qilingan holda olib borilgan gravimetrik analiz juda aniq va ishonchli natijalarni beradi hamda analitik kimyoda muhim o'rin egallaydi.

Xulosa qilib aytganda, gravimetrik analiz usuli analitik kimyoning muhim va ishonchli miqdoriy analiz metodlaridan biri hisoblanadi. Ushbu usul moddalarning tarkibini yuqori aniqlik bilan aniqlash imkonini berishi sababli ilmiy tadqiqotlar, sanoat, ekologiya va farmatsevtika sohalarida keng qo'llaniladi. Gravimetrik analizning asosiy afzalliklari uning aniqligi, ishonchliligi hamda murakkab asbob-uskunalarni talab qilmasligidadir. Tajriba bosqichlarining to'g'ri va ketma-ket bajarilishi natijalarning sifatini oshiradi. Hozirgi kunda ushbu usul zamonaviy texnologiyalar bilan uyg'unlashtirilib, laboratoriya tadqiqotlarining samaradorligi va aniqligini yanada oshirishga xizmat qilmoqda. Shu sababli gravimetrik analiz kimyo fanining amaliy va nazariy yo'nalishlarida muhim ahamiyat kasb etadi. Kelajakda ushbu usul asosida yanada tezkor va samarali analiz metodlarini ishlab chiqish imkoniyatlari kengayib bormoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Shoumarov G.B. Analitik kimyo asoslari. – Toshkent: Yangi asr avlodi, 2021.
2. Xolmatov B.A. Analitik kimyo usullari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020.
3. Karimov U.K. Kimyoviy analiz metodlari. – Toshkent: O'zbekiston, 2019.
4. Harris D.C. Quantitative Chemical Analysis. – New York: W.H. Freeman, 2016.
5. Skoog D.A., West D.M., Holler F.J. Fundamentals of Analytical Chemistry. – Boston: Cengage Learning, 2014.

MIXED-LIGAND ZINC COMPLEX AND ITS IR SPECTROSCOPIC ANALYSIS

Ruzmetov A.Kh.^{1*}, Djemuratov M.B.², Ibragimov A.B.¹

¹Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of Uzbekistan. Tashkent city, Uzbekistan. *Email: uzchemist@gmail.com

²National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek. Tashkent city, Uzbekistan

Annotation. In this study, a mixed-ligand zinc complex compound was synthesized and its structure was analyzed using infrared spectroscopy. The obtained results revealed the presence of Zn–O and Zn–N bonds in the complex and confirmed the coordination of ligands through shifts in characteristic absorption bands.

Key words: Synthesis, ligand, IR spectroscopy, salicylate, neocuproine. One of the important directions of modern bioinorganic chemistry is the synthesis of mixed-ligand complexes formed by metals with biologically active ligands and the study of their molecular structures. Zinc plays an essential role in many enzymatic processes in the human body; therefore, studying its compounds with salicylic acid and neocuproine is of great scientific and practical importance. Salicylic acid, due to its chelating nature, forms stable bonds with metal ions, while neocuproine acts as a second ligand, increasing the lipophilicity and structural stability of the complex. Infrared spectroscopy is one of the most informative methods for confirming the synthesis of such complexes and determining their structural features. According to literature data, during complex formation, the valence vibrations of the carboxyl group in salicylic acid shift to lower frequencies due to coordination with the metal atom. In addition, the coordination of nitrogen donor atoms in neocuproine with the zinc ion is characterized by changes in intensity and shifts of absorption bands corresponding to C=N and C=C bonds in the aromatic ring. These spectral changes serve as key evidence for the coordination mode and spatial arrangement of ligands around the metal center.

X-ray structural analysis results show that in the coordination compound with the composition $C_{28}H_{22}N_2O_6Zn$ (**Fig 1**), the central Zn (II) ion is located in a five-coordinate environment forming a distorted square-pyramidal geometry. The structural stability of the complex is ensured by strong donor–acceptor interactions between the central atom and donor atoms of the ligands. In particular, the neocuproine molecule forms a stable five-membered chelate ring with the zinc atom through its two nitrogen atoms, increasing the rigidity and thermodynamic stability of the system. The coordination mode of salicylate anions exhibits specific conformational features: one salicylate ligand is coordinated in a monodentate manner via one oxygen atom of the carboxyl group, while the second ligand is coordinated in a bidentate-chelating mode, saturating the coordination sphere of the central ion. The nature of these coordination bonds is determined by their degree of covalency and the distribution of electron density between ligands. The methyl groups at positions 2 and 9 in neocuproine create significant steric hindrance around the zinc atom, affecting ligand orientation and bond angles. This steric effect not only shapes the geometry of the complex but also limits the approach of external molecules, thereby increasing the overall lipophilicity of the compound. At the same time, phenolic hydroxyl groups and free oxygen atoms of the carboxyl groups that do not directly participate in coordination form a complex network of intermolecular hydrogen bonds. These interactions, together with π – π stacking between aromatic rings, provide additional stability to the crystal lattice and determine the packing of molecules in the solid state.

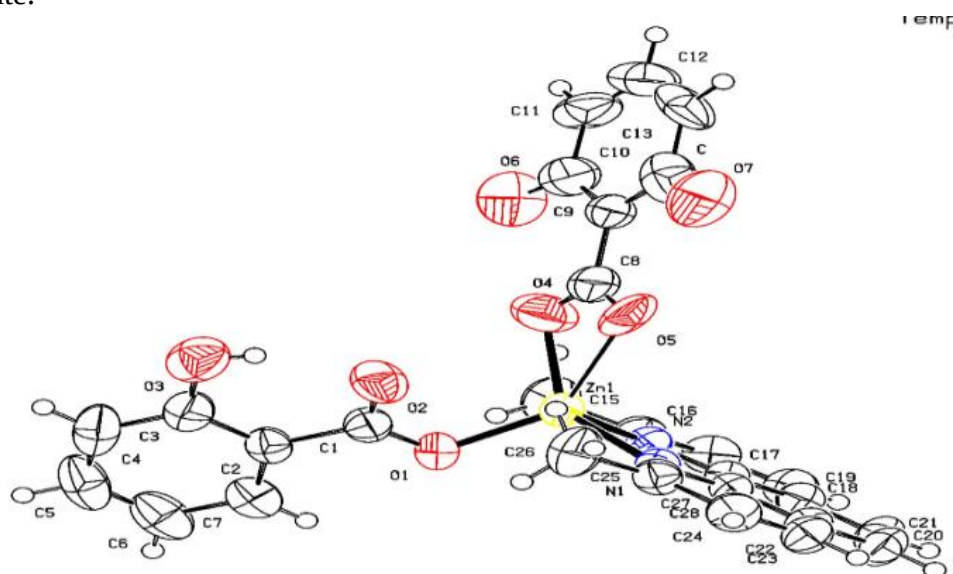


Fig 1. Structure of the synthesized compound

The IR spectral analysis (Figure 2) fully confirms the molecular structure of the synthesized mixed-ligand complex $C_{28}H_{22}N_2O_6Zn$ and the coordination modes of the ligands. In the high-frequency region of the spectrum, weak absorption bands observed around 3072 cm^{-1} correspond to the valence vibrations of aromatic C–H bonds, indicating the preservation of the aromatic framework of salicylate and neocuproine. The most significant evidence of complex formation is the presence of intense absorption bands at 1626 , 1594 , and 1565 cm^{-1} . The band at 1626 cm^{-1} corresponds to the C=N stretching vibration in neocuproine, and its shift indicates coordination of nitrogen atoms with the zinc ion.

The vibrations of the carboxyl group of the salicylate anion appear at 1565 cm^{-1} ($\nu_{as}(\text{COO}^-)$) and 1393 – 1368 cm^{-1} ($\nu_s(\text{COO}^-)$). The difference between these asymmetric and symmetric

stretching vibrations ($\Delta\nu = \nu_{\text{as}} - \nu_{\text{s}}$) is an important criterion for determining the coordination mode of the carboxylate group. The calculated $\Delta\nu$ value of approximately 172–197 cm^{-1} confirms that salicylate ligands are coordinated both in monodentate and bidentate-chelating modes, in agreement with X-ray structural data. The bands at 1481 and 1449 cm^{-1} are attributed to C=C skeletal vibrations of aromatic rings, and their increased intensity indicates complex formation. In the fingerprint region, particularly at 1246–1221 cm^{-1} , vibrations corresponding to the C–O bond of phenolic groups are observed. Their presence indicates that hydroxyl groups of salicylic acid are not deprotonated and do not participate directly in coordination. Strong bands at 859 and 761 cm^{-1} correspond to out-of-plane deformation vibrations of aromatic rings. In the low-frequency region (535–424 cm^{-1}), the appearance of new absorption bands confirms the formation of metal–ligand bonds (Zn–O and Zn–N). Overall, the spectral data fully support the mixed-ligand nature and proposed structural model of the complex.

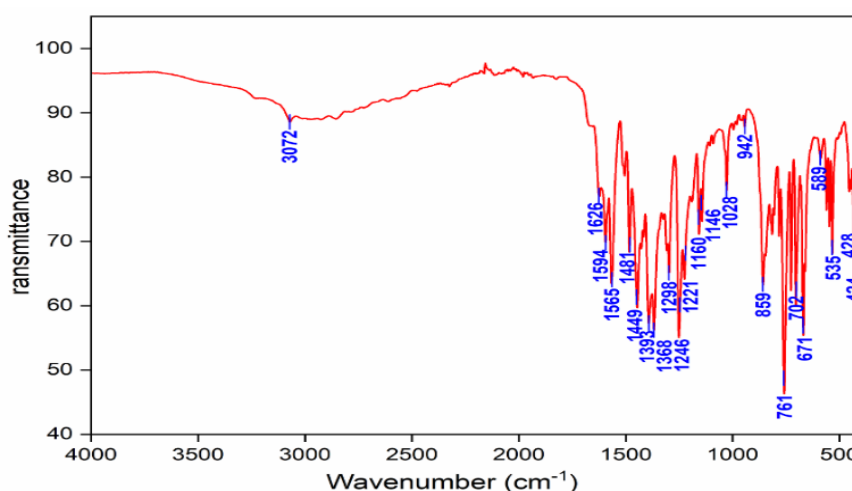


Fig 2. IR spectrum of the synthesized compound

Based on X-ray structural and IR spectroscopic analyses, it was confirmed that Zn (II) forms a stable five-coordinate complex with salicylate and neocuproine ligands, exhibiting a distorted square-pyramidal geometry. Salicylate anions coordinate both in monodentate and bidentate-chelating modes, forming a unique coordination environment. Neocuproine acts as a strong chelating ligand, enhancing the rigidity and lipophilicity of the complex. Thus, both X-ray and IR spectroscopic data fully confirm the formation of a mixed-ligand complex involving Zn (II), neocuproine, and salicylate ligands. The synthesis of new compounds based on carboxylic acids and mixed ligands is ongoing within the framework of the fundamental project № F3-20200929348.

References :

1. Synthesis, structures and spectroscopic studies of mixed ligand complexes of Zinc(II) with nitrogen and oxygen donor ligands. *Molecular and Biomolecular Spectroscopy* (Refat.M.S and others, 2013)
2. Synthesis, characterization and antibacterial activity of some metal complexes of salicylic acid. *Journal of Applied Chemistry* (Lawal.A and Obaleye.J, 2014)
3. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. (Tarasevich, 2012)

Hirshfeld Surface Analysis of a Bis(1,10-phenanthroline)copper(II) Chloride Co-crystal Containing Metasulfanil

G.X. Toirova, Kh. Kh. Turaev, A.B. Ibragimov –

Termez State University, Uzbekistan

Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of

Abstract. In this thesis, the crystal packing properties of a coordination complex synthesized from 1,10-phenanthroline, copper chloride, and metasulfanil were investigated using Hirshfeld surface analysis. Based on dnorm, di, de, and fragment patch maps, the nature of intermolecular contacts, their influence on crystal lattice stability, and the factors responsible for the formation of the supramolecular structure were analyzed. The red spots observed on the dnorm surface indicated the presence of short intermolecular contacts, mainly associated with hydrogen bonding and chlorine-involving interactions. The di and de maps distinguished close contacts within the internal and external molecular environments. The fragment patch map revealed the spatial distribution of contact zones between neighboring complex molecules. The obtained results demonstrated that the crystal structure of the complex is stabilized not only through coordination bonding, but also through hydrogen bonds, Cl...H, O...H, C...H, and weak van der Waals interactions.

Keywords: 1,10-phenanthroline, metasulfanil, copper complex, Hirshfeld surface, dnorm, fragment patch, supramolecular structure.

Determining the factors governing crystal packing in coordination complexes is one of the important directions of modern crystal chemistry. In particular, intermolecular interactions in complexes containing aromatic nitrogen donor ligands such as 1,10-phenanthroline and sulfonamide-type metasulfanil fragments lead to the formation of multicomponent supramolecular systems. In such systems, the metal center forms the coordination skeleton, whereas the functional groups of the ligands generate hydrogen bonding, electrostatic contacts, and aromatic stacking interactions within the crystal lattice.

In Hirshfeld surface analysis, the dnorm map was used to identify the most significant short contacts on the surface of the complex molecule. The appearance of red regions on the maps indicated the presence of strong intermolecular contacts shorter than the sum of the van der Waals radii.

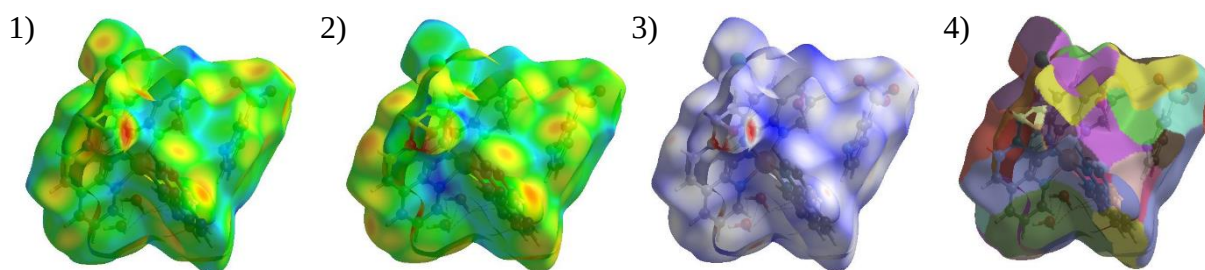


Figure 1. dnorm Hirshfeld surface of the bis(1,10-phenanthroline)copper(II) chloride co-crystal containing metasulfanil and water molecules showing short intermolecular contacts and hydrogen-bonding interactions.

Figure 2. de surface map illustrating external intermolecular contacts in the supramolecular crystal structure of the copper(II) co-crystal.

Figure 3. di surface map representing internal close-contact regions within the Hirshfeld surface of the coordination complex.

Figure 4. Fragment patch representation of the Hirshfeld surface showing the spatial distribution of intermolecular contact regions in the crystal packing.

These red regions were mainly associated with oxygen atoms of the metasulfanil fragment, chloride ions, and hydrogen atoms surrounding the aromatic ligands, demonstrating that hydrogen bonding and Cl $\cdots$ H-type contacts play an important role in crystal packing. The di map reflects the distances from the internal surface of the molecule to neighboring atoms. The observed color differences indicated the presence of contacts with different intermolecular distances within the crystal lattice. Red and yellow regions corresponded to close contacts, whereas green and blue regions represented relatively longer interactions. This observation demonstrated that the intermolecular environment surrounding the complex molecule is not uniform but directionally organized.

The de map represents the distances from neighboring external molecules to the Hirshfeld surface. The presence of several strongly colored regions in this map also confirmed the existence of close intermolecular interactions between neighboring molecules. In particular, the contacts observed around the aromatic 1,10-phenanthroline fragments indicated that weak C $\cdots$ H and π -type interactions contribute significantly to crystal packing.

The fragment patch map illustrated contact zones associated with different neighboring fragments on the molecular surface of the complex through various colors. The mosaic-like distribution of colors indicated the formation of multidirectional contacts with several neighboring molecules within the crystal lattice. This demonstrates that the structure is stabilized not by a single dominant interaction type, but rather through the combined influence of hydrogen bonding, chlorine–hydrogen contacts, aromatic interactions, and weak dispersion forces.

Overall, the Hirshfeld surface results confirmed that the supramolecular structure of the complex compound is stabilized through multicentered and multidirectional intermolecular contacts. The localized arrangement of red regions demonstrated the existence of strong hydrogen bonds, whereas the colored zones observed in the fragment patch map revealed that intermolecular contacts are spatially well organized. These findings prove that the crystal structure of the complex synthesized from 1,10-phenanthroline, copper chloride, and metasulfanil represents a highly ordered supramolecular system.

Hirshfeld surface analysis of the coordination complex synthesized from 1,10-phenanthroline, copper chloride, and metasulfanil made it possible to determine the principal factors responsible for stabilizing crystal packing. The red spots observed on the dnorm map indicated the presence of strong short contacts, particularly hydrogen bonds and Cl $\cdots$ H interactions. The di and de maps confirmed that close contacts are distributed unevenly but directionally within both the internal and external molecular environments. The fragment patch map demonstrated that the complex molecules are connected with several neighboring fragments within the crystal lattice, forming a multidirectional supramolecular architecture.

The obtained results showed that the crystal structure of the complex is stabilized not only through metal–ligand coordination bonds, but also through intermolecular hydrogen bonds,

chlorine-containing contacts, weak interactions between aromatic fragments, and dispersion forces. From this point of view, the investigated compound represents an important object in the fields of crystal chemistry and supramolecular design.

References

1. Desiraju G.R. Crystal Engineering: The Design of Organic Solids. Elsevier, Amsterdam,
2. McKinnon J.J., Spackman M.A., Mitchell A.S. Novel tools for visualizing intermolecular interactions in molecular crystals // Acta Crystallographica Section B. 2004. Vol. 60. P. 627–
3. Spackman M.A., Jayatilaka D. Hirshfeld surface analysis // CrystEngComm. 2009. Vol.
4. Steiner T. The hydrogen bond in the solid state // Angewandte Chemie International Edition. 2002. Vol. 41. P. 48–76.

Fe(III) IONLARINI ANIQLASHNING SORBSION-SPEKTROFOTOMETRIK USULI

¹R.N.Norboyeva, ²S.B.Raximov, ²Z.A.Smanova

¹Karshi State Technical University, Qashqadaryo viloyati, O'zbekiston

²Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahar, O'zbekiston

e-mail: norboyeva1990@gmail.com

Abstract: A method for the sorption-spectrophotometric determination of Fe(III) ions using a reagent immobilized on a silk fibroin carrier based on methyl thymol blue has been developed. Optimal conditions, light absorption spectra, grading graphs, and metrological indicators were studied. The method demonstrated high sensitivity, selectivity and speed.

Keywords: Iron(III) ion, sorption spectrophotometry, methyl thymol blue, silk fiber, light absorption spectra.

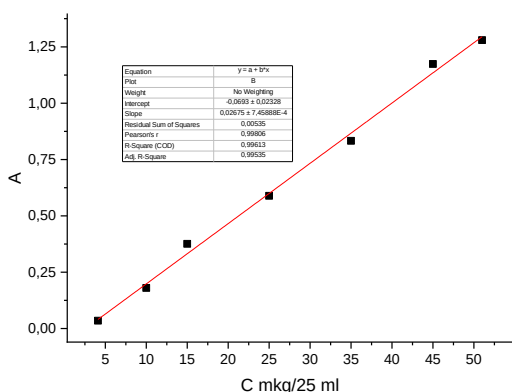
Temir ionlari biologik, ekologik va sanoat jarayonlarida muhim ahamiyatga ega bo'lgan elementlardan biridir. Temir po'lat ishlab chiqarish, katalitik jarayonlar, suvni tozalash hamda pigmentlar olishda keng qo'llaniladi [1]. Inson organizmida temir gemoglobin tarkibiga kirib, kislorod tashilishida ishtirok etadi. Inson organizmida taxminan 5 g temir mavjud bo'lib, uning asosiy qismi gemoglobin tarkibida uchraydi. Shu bilan birga, temir ionlarining ortiqcha miqdori toksik ta'sir ko'rsatib, jigar, taloq va yurak-qon tomir tizimida salbiy o'zgarishlarni yuzaga keltirishi mumkin [2]. Shu sababli temir ionlarini sezgir va selektiv usullar yordamida aniqlash analitik kimyoning dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Adabiyotlarda Fe(III) ionlarini aniqlashning turli fizik-kimyoviy usullari tavsiflangan. Jumladan, spektrofotometrik usullar ishlab chiqilgan bo'lib, ular tabiiy va dengiz suvlarida temirni aniqlash imkonini beradi [3]. Qattiq fazali ekstraksiya bilan birgalikdagi spektrofotometrik usullar ham temirning juda kichik miqdorlarini aniqlashda samarali hisoblanadi [4]. So'nggi yillarda sorbsion-spektrofotometrik usullar ham keng rivojlanib, ularda turli xil tolali va polimer tashuvchilarga immobillangan organik reagentlar yordamida Fe(III) ionlarini yuqori selektivlik va sezgirlik bilan aniqlash imkoniyati yaratilgan. Bunday usullar qattiq fazada kompleks hosil bo'lishi hisobiga aniqlash chegarasini kamaytirishi va tahlilning selektivligini oshirishi bilan ahamiyatlidir. Sorbsion-spektrofotometrik usullar oddiyligi, tezkorligi hamda arzonligi sababli analitik amaliyotda istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Sorbsion-spektrofotometrik usullar samarali, arzon va amaliy jihatdan qulay ekanligini ko'rsatadi.

Tadqiqot davomida Fe(III) ionlarini sorbsion-spektrofotometrik aniqlashda metil timol ko'ki natrili tuzi analitik reagent sifatida qo'llanildi. Reagentni tashuvchi sifatida ipak fibroin tolasi tanlandi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, metil timol ko'ki Fe(III) ionlari bilan barqaror ichki kompleks birikma hosil qilishi aniqlandi. Kompleks hosil bo'lishida eritma muhiti muhim rol

o'ynab, optimal sharoit sifatida atsetatli bufer muhitda $\text{pH}=5.5\pm 5$ qiymati tanlandi. Kompleks hosil bo'lishining optimal molyar nisbati $\text{Me}:\text{R} = 2:1$ ekanligi izomolyar seriyalar usuli yordamida tasdiqlandi. Kompleks hosil bo'lish vaqti eritmada 0.15 minut, qattiq fazada esa 0.12 minutni tashkil etdi. Ushbu natijalar ishlab chiqilgan usulning tezkor ekanligini ko'rsatadi.

Metil timol ko'ki reagentining nur yutish maksimumi $\lambda=440$ nm da kuzatildi, Fe(III) bilan hosil qilgan kompleksning maksimal nur yutish sohasi esa $\lambda=600$ nm da qayd etildi. Reagent va kompleks orasidagi batoxrom siljish $\Delta\lambda=160$ nm ni tashkil etdi. Bu esa yangi kompleks birikma hosil bo'lganligini va uning yuqori kontrastlikka ega ekanligini tasdiqlaydi. Qattiq fazadagi nur qaytarish spektrlari ham shunga mos natijalarni ko'rsatdi. Kubelka-Munk funksiyasi asosida olib borilgan tahlillar immobillangan reagentning optik xususiyatlari kuchayganligini ko'rsatdi. Kompleks hosil bo'lishida reagent tarkibidagi $-\text{COO}-$, $-\text{OH}$ va $-\text{N}-$ funksional guruhlari ishtirok etishi IQ-spektroskopik tahlillar orqali tasdiqlandi. IQ spektrlarda $3300\text{--}3500\text{ sm}^{-1}$, $1600\text{--}1500\text{ sm}^{-1}$ va $2600\text{--}2700\text{ sm}^{-1}$ sohalarda sezilarli siljishlar kuzatildi. Bu esa Fe(III) ionlari bilan koordinatsion bog' hosil bo'lishini ko'rsatadi.



Darajalash grafigi Fe(III) ionlari miqdorining optik zichlikka bog'liqligi asosida qurildi. Natijalarga ko'ra, 25 ml eritmada 4.2 mkg dan 51 mkg gacha bo'lgan oraliqda Ber qonuniga bo'ysunish kuzatildi. Ushbu konsentratsiya oralig'ida optik zichlikning to'g'ri chiziqli o'zgarishi usulning analitik imkoniyatlari yuqori ekanligini ko'rsatadi. Qattiq fazadagi molyar yutilish koeffitsiyenti $\epsilon=7.2 \times 10^4$ ga teng bo'lib, bu kompleksning yuqori

sezgirlikka ega ekanligini bildiradi. Sorbsion holatda aniqlash chegarasi 0.118 mkg/ml ni tashkil etib, eritmada usul nisbatan ancha sezgir natija kuzatildi.

Ishlab chiqilgan usulning selektivligi turli yondosh ionlar ishtirokida o'rganildi. Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} va boshqa ionlar ishtirokida o'tkazilgan tajribalar usulning yuqori selektivligini ko'rsatdi. Model aralashmalarda Fe(III) ionini aniqlash natijalarida nisbiy standart chetlanish $S_r = 0.006\text{--}0.018$ oralig'ida bo'lib, usulning yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlikka ega ekanligini tasdiqladi.

Olingan natijalar asosida xulosa qilish mumkinki, ipak fibroin tolasi asosida immobillangan metil timol ko'ki reagentidan foydalanilgan sorbsion-spektrofotometrik usul Fe(III) ionlarini aniqlashda yuqori sezgirlik, selektivlik va tezkorlikni namoyon qiladi. Nur yutish va nur qaytarish spektrlarida kuzatilgan batoxrom siljishlar kompleksning barqarorligini tasdiqladi. Metrologik ko'rsatkichlarning yuqori bo'lishi ishlab chiqilgan usulning analitik imkoniyatlari yuqori ekanligini ko'rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Зинина О.Т. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. - Хабаровск, 2001.- №4.- С. 99-105.

2. Lusía Iglesias-Vásques, Nuria Voltas, Karmen Ernandes- Martines, Josefa Canals, Pilar Coronel MSc, Mercedes Gimeno MScXosep Basora, Viktoriya The importance of maternal iron status in improving cognitive function in children after Prenatal iron supplementation // Arijia American Journal of Preventive Medicine. - September 2023, - Volume 65, issue 3. - P. 395-405
3. Ribas, TC, Mesquita, RB, Moniz, T., Rangel, M., & Rangel, AO. A greener and more widely applicable flow-based spectrophotometric method for the determination of iron in fresh and seawater // Talanta. – 2020. – P. 216. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.120925>
4. Kassem, MA va Amin, A. Spectrophotometric determination of iron in environmental and food samples using solid phase extraction // Food Chemistry. – 2013 - №14. - P. 1941–1946. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.038>

TORIY (IV) IONINI 1-(2-GIDROKSI-1-NAFTOYAZO)-2-NAFTOL-4-SULFOKISLOTA BILAN EKSTRAKSION-SPEKTROFOTOMETRIK A NIQLASH USULINI ISHLAB CHIQISH

Otebaeva Jamila Tleubay qizi¹

1-bosqich magistranti Chirchiq davlat pedagogika universiteti¹

tleubaevnazamila@gmail.com

Tursunqulov Jasur Baxtiyorovich²

Alfraganus universiteti², farmatsevtika va kimyo kafedrası, Dotsent, Phd.

Abstract.In this study, an extraction-spectrophotometric method for the determination of thorium (IV) using 1-(2-hydroxy-1-naphthylazo)-2-naphthol-4-sulfonic acid was developed. The effects of solvent type, pH, and phase ratio were investigated. Chloroform showed the highest extraction efficiency (99%). The method demonstrated good linearity, sensitivity, and reliability.

Keywords.thorium (IV), extraction, spectrophotometry, chloroform, analytical chemistr
Toriy (IV) ionlarini mikro miqdorlarda aniqlash yadro energetikasi va atrof-muhit muhofazasida strategik ahamiyatga ega. Oddiy spektrofotometrik usullar ba'zan selektivlik va sezgirlik jihatidan yetarli bo'lmayligi mumkin [1-2]. Ekstraksiya-spektrofotometrik usul esa elementni ham konsentrlash, ham xalaqit beruvchi ionlardan ajratish imkonini beradi [3-4]. Ushbu ishda toriyning organik reagent bilan hosil qilgan kompleksini organik fazaga o'tkazish orqali tahlil natijalarini yaxshilash maqsad qilingan.

Ekspirimental qism.Tadqiqotda toriy (IV) ionining standart eritmasi va 1-(2-gidroksi-1-naftoyazo)-2-naftol-4-sulfokislota reagentining 0,1% li suvli-spirtli eritmasidan foydalanildi. Muhitni sozlash uchun 0,1 M HCl eritmasi qo'llanildi. Ekstraksiya jarayoni ajratish voronkalarida xona haroratida olib borildi. Optik zichliklar spektrofotometrda reagent va kompleksning maksimal yutilish to'liq uzunliklarida ($\lambda_{\max} = 580$) nm) o'lchandi.

Natijalar va ularning muhokamasi.Kompleks birikmani organik fazaga o'tkazish uchun turli tabiatli erituvchilar solishtirildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, xloroform kompleksni eng yaxshi ekstraksiya qiladi.

Ekstragent	Optik zichlik (A)	Ekstraksiya darajasi (R, %)
Geksan	0.245	72.0
Benzol	0.380	78.5
Toluol	0.412	84.0
Xloroform	0.785	99.0

Tadqiqot davomida toriy (IV) ionining 1-(2-gidroksi-1-naftoyazo)-2-naftol-4-sulfokislota bilan hosil qilgan kompleksini xloroform qatlamiga maksimal darajada o'tkazish uchun bir qator fizik-kimyoviy parametrlar optimallashtirildi. Dastlab olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, majmuaning hosil bo'lishi va uning barqarorligi muhitning kislotalilik darajasiga bevosita bog'liq bo'lib, 0.1 M HCl eritmasi qo'llanilganda optik zichlik eng yuqori qiymatga erishdi. pH ko'rsatkichining 3.5 dan 5.0 gacha bo'lgan oralig'ida kompleksning organik fazaga selektiv o'tishi kuzatildi va bu holat toriy (IV) ionining reagent bilan barqaror xelat birikma hosil qilishi bilan izohlanadi. Ekstraksiya jarayonida fazalar nisbatining ta'siri o'rganilganda, organik va suvli faza hajmlari nisbati 1:2 ($V_{org}:V_{aq}$) bo'lishi elementni konsentrlash va tahlil sezgirligini oshirish uchun eng maqbul sharoit ekanligi isbotlandi. Mazkur tanlangan optimal parametrlarda toriy (IV) ionining ekstraksiya darajasi 99% ni tashkil etdi, bu esa usulning yuqori samaradorligini va sanoat ob'ektlari tahlilida qo'llash imkoniyatini tasdiqlaydi.

Optimal sharoitlarda toriy (IV) konsentratsiyasining optik zichlikka bog'liqligi 0,2–2,5 $\mu\text{g/ml}$ oraliqda aniqlandi. Korrelyatsiya koeffitsiyenti $R^2 = 0,998$ ga teng bo'lib, bu usulning yuqori darajada ishonchliligini ko'rsatadi.

Toriy (IV) ionini 1-(2-gidroksi-1-naftoyazo)-2-naftol-4-sulfokislota bilan xloroform muhitida ekstraksiya-spektrofotometrik aniqlash usuli ishlab chiqildi. Tanlangan ($V_{org}:V_{aq}$)= 1:2 nisbat va pH 3.5–5.0 sharoitida ekstraksiya darajasi 99% ni tashkil etdi. Ushbu usul murakkab tarkibli sanoat namunalariidagi toriy miqdorini tahlil qilishda qo'llanilishi mumkin.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Niazi, A., & Yazdanipour, A. (2021). *Spectrophotometric Determination of Thorium (IV) Using New Organic Reagents in Environmental Samples*. Journal of Analytical Chemistry, 76(4), 452-460.
2. Sadeghi, S., & Moghaddam, A. Z. (2022). *Liquid-Liquid Extraction and Preconcentration of Thorium Ions Using Solvent Extraction Methods*. Separation Science and Technology, 57(2), 215-228.
3. Kumar, S., & Rao, P. V. (2020). *Recent Advances in the Extractive Spectrophotometric Analysis of Actinides*. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 324(1), 15-32.
4. Zhang, L., & Wang, Y. (2023). *Development of Highly Sensitive Organic Reagents for Thorium Detection in Complex Matrices*. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 285, 121-134.

SHAMPINYON QO'ZIQORINI EKSTRAKTI ASOSIDA KUMUSH

NANOZARRACHALARINI OLIISH

Yettiboyeva Lolaxon Abdumalikovna, Lapasova Mashhura Shokir qizi, Yaxshiboyeva Dilobar Alisher qizi.

Guliston davlat universiteti, Kimyo kafedrası

Annotatsiya. Shampinyon qo'ziqorini (*Agaricus bisporus*) tarkibidagi fenolik va antioksidant birikmalar borligi o'rganildi. Ekstraktning qaytaruvchi xususiyati asosida kumush nanozarrachalari olinmoqda. Olingan nanozarrachalarning biologik faolligi baholanadi. Natijalar ularning tibbiyot, farmatsevtika va nanobiotexnologiyada qo'llanilish imkoniyatini ko'rsatadi. Ularning barqarorligi va potensial antibakterial xususiyatlari ham muhim ahamiyatga ega ekanligi ilmiy asosda o'rganilmoq.

Kalit soʻzlar: Agaricus bisporus, Phenolic compounds, Antioxidant activity, Silver nanoparticles, Biogenic synthesis.

Kirish. Soʻnggi yillarda tabiiy bioaktiv moddalardan foydalanish zamonaviy kimyo va nanobiotexnologiyaning dolzarb yoʻnalishlaridan biridir. Qoʻziqorinlar biologik faol birikmalarga boy tabiiy manba hisoblanadi. Shampinyon (*Agaricus bisporus*) keng tarqalgan oziq-ovqat qoʻziqorini boʻlib, tarkibida fenolik birikmalar, polisaxaridlar va vitaminlar mavjud.

Fenolik va antioksidant moddalar erkin radikallarni zararsizlantirib, biologik tizimlarni oksidlovchi stressdan himoya qiladi. Ularning qaytaruvchi xususiyati metall ionlarini nanozarrachalarga aylantirish imkonini beradi. Shu sababli qoʻziqorin ekstrakti asosida nanozarrachalarni olish “yashil sintez” yoʻnalishida keng qoʻllanilmoqda.

Kumush nanozarrachalari yuqori antibakterial va biologik faollikka ega boʻlib, tibbiyot va farmatsevtikada istiqbolli material hisoblanadi. Kimyoviy usullarga nisbatan biologik sintez ekologik xavfsiz va arzonligi bilan ajralib turadi.

Adabiyotlar tahlili: *Agaricus bisporus* tarkibida polisaxaridlar, beta-glukanlar va fenolik birikmalar mavjudligi ilmiy manbalarda qayd etilgan. Bu moddalarning immunitetni qoʻllab-quvvatlash va antioksidant faollik koʻrsatish xususiyati aniqlangan[1]. Ekstraksiya jarayonida suvli va spirtli erituvchilar keng qoʻllaniladi. Suvli ekstraksiya ekologik xavfsiz boʻlsa, etanol asosidagi usul fenolik birikmalarni samarali ajratib beradi. Zamonaviy usullar — ultratovushli va mikrotoʻlqinli ekstraksiya — bioaktiv moddalarning chiqishini tezlashtiradi va samaradorlikni oshiradi[2-3]. Yashil sintez jarayonida qoʻziqorin ekstrakti kumush ionlarini (Ag^+) metall holatga (Ag^0) qaytaruvchi tabiiy reduktor sifatida xizmat qiladi. Natijada 15–60 nm oʻlchamdagi nanozarrachalar hosil boʻladi. Ilmiy tadqiqotlar kumush nanozarrachalar gram-musbat va gram-manfiy bakteriyalarga qarshi kuchli antibakterial faollik koʻrsatishini tasdiqlaydi[4-5]. Shu sababli ular antibiotiklarga muqobil vosita sifatida oʻrganilmoqda.

Xulosa. Shampinyon qoʻziqorini bioaktiv moddalarga boy tabiiy manba boʻlib, uning ekstrakti kumush nanozarrachalar sintezida samarali biologik reduktor vazifasini bajaradi. Yashil sintez usuli ekologik xavfsizligi va yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi. Olingan nanozarrachalar tibbiyot, farmatsevtika va nanobiotexnologiya sohalarida keng qoʻllanilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Chang S.T., Miles P.G. Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact. CRC Press, 2004.
2. P.C.K. Mushrooms as Functional Foods. John Wiley & Sons, 2008.
3. Ferreira I.C.F.R. et al. Food Chemistry, 2010.
4. Iravani S. Green Chemistry, 2011.
5. Roy S. et al. Journal of Nanomedicine & Nanotechnology, 2015.

ATROF-MUHIT OBYEKTлари MUHOFAZASI UCHUN TUPROQ TARKIBIDAGI O'GIR METALLARNI SORBSION-SPEKTROSKOPIK USULDA ANIQLASH

M.N. Mamedova¹, Z.A.Smanova²

Toshkent davlat agrar universiteti, k.f.f.d. PhD¹, O'zbekiston

O'zbekiston Milliy universiteti k.f.d., professori². O'zbekiston

Abstract. In the study, soil samples taken from the industrial area of Ahangaran factories were studied using mass spectrometric analysis methods. The results of the analysis of heavy metals in the analyzed soil are presented ions. As a result of monitoring, Cr ions were found to be above the permissible limit and exceeded the RPL.

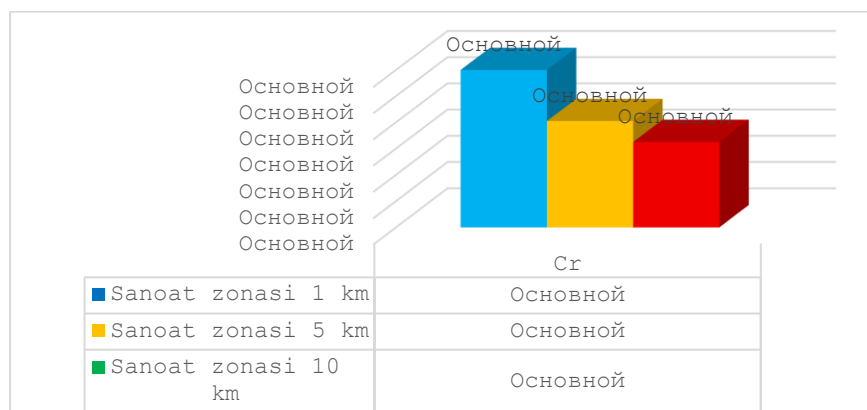
Keywords: Heavy metals, soil, mass spectrometry, inductively coupled plasma (ISP), mass spectrometry (MS), MPS, monitoring, Tashkent region, Ahangaran industrial zone, sorption spectroscopy. Bugungi kunda atrof-muhitning holati inson va butun jamiyatning hayotiy faoliyatini va rivojlanishini belgilovchi eng muhim omil hisoblanadi. Eng keng tarqalgan kimyoviy ifloslantiruvchilardan biri og'ir metallar orqali ifloslanishdir. Og'ir metallar barcha tabiiy muhit atmosfera, tuproq, suv, o'simliklar, hayvonlarda mavjud. Zaharliligi bo'yicha ular atrof-muhitni ifloslantirishda ikkinchi o'rinni egallaydi va biosferaning eng xavfli ifloslantiruvchilar guruhini tashkil qiladi. Zavodlar, ruda konlari, chiqindilar uyumlari xrom va qo'rg'oshin ionlari konsentratorlari hisoblanadi. Tuproq va atmosfera havosining xrom va qo'rg'oshin ionlari bilan texnogen ifloslanishi atrof-muhitning ko'proq ifloslanishida, shuningdek, metall ionlar bilan ifloslangan joylarda o'sadigan o'simliklarda, ayniqsa o'simliklarning barglarida xrom va qo'rg'oshin ionlarining miqdori ko'payadi. Metallurgiya zavodi sanoat zonasi sharoitida barglardagi Cr elementning to'planish koeffitsiyenti 2,38 dan 6,68 gacha bo'ladi. [1]. Tuproqda, o'simliklarda, hayvonlar va insonlarda to'planish qobiliyatini hisobga olgan holda og'ir metallarning yuqori toksikligini hamda ularning eng xavfli kimyoviy ifloslantiruvchi moddalar qatoriga kiritiladi, tuproqning ifloslanish darajalarini o'rganib belgilangan me'yorlaridan oshib ketmasligini ta'minlash zarur. Toshkent viloyati Ohangaron tumanida yirik sanoat hududi mavjud hamda O'zbekiston iqtisodiyotini rivojlantirishda ushbu hududda joylashgan zavodlar muhim ahamiyat kasb etsada, tabiati va aholisining salomatligi bilan bog'liq masalalariga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Sement, metall, armatura, sanoat korxonalari chiqindilari Ohangaron tumanining ekologik holati bilan bog'liq bo'lib, suv, tuproq va atmosferaning ifloslanishi o'simliklar va hayvonlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ohangaron tumani sanoat hududi tuprog'ining muhim tarkibiy qismini aniqlash va ayrim xossalarini o'rganish uchun DavST (GOST) bo'yicha tahlilga tayyorlandi. Tuproq eritmasi tarkibidan xrom ionlarini konsentrlab olish uchun organik reagent bilan immobillangan polimer sorbent qo'llanildi. Polimer sorbent tabiiy ipak fibroin tolasidan foydalanildi. Organik reagentlardan sulfarsazen, erioxrom qora, toron, arsenazo (III), sulfosalitsil kislotalar qo'llanildi va natijalar qora erioxrom ya'ni GNGS organik reagentida yaxshi natija kuzatildi. Tahlil qilinadigan namuna tuproq eritmasi ipak fibroin tolasiga immobillangan organik reagent hamda universal bufer eritma solinib sorbsiyalash ijobiy samara beradi. Tadqiqotda Ohangaron sanoat hududu va unga yaqin hududlardan olingan tuproq namunalari tarkibidagi og'ir metallar mass-spektrometrik (ICP-MS) «O'zO'U 0677:2015 (MBI №499-AЭM/MC)» priborida tahlil qilindi.[2]. Sanoat hududidagi tuproq namunasi hududdan 1 km, 5 km, 10 km masofalardan olindi va monitoring qilindi. Tuproq namunasi tarkibida 61 ta element mavjudligi aniqlandi. Quyida tuproq namunalariidagi Cr ionining tarqalishi 1-jadval va 1-diagrammada keltirilgan.

1-jadval

Ohangaron sanoat hududi tuprog'i namunalariidagi Cr ionining
ICP-MS tahlili, mkg/g

№	Metall nomi	Zonadan 1 km	Zonadan 5 km	Zonadan 10 km
1	Cr	120	81,0	65,0

Natijalar tahlil qilinganda tuproq migratsiyasida xrom metallining tuproq tarkibidagi miqdori sanoat hududidan uzoqlashgan sari kamayishi kuzatildi.



1-diagramma. Xrom metallining tarqalish diagrammasi

Atrof-muhit obyektlarida og'ir metallardan xrom ionini aniqlashning sorbsion-spektroskopik usuli ishlab chiqildi. Usulda organik reagentlar bilan immobillangan polimer sorbent orqali metallar namunadan konsentrlash natijasida amalga oshiriladi.

Organik reagent GNGS eritmasi ipak fibroin sorbentga immobillash jarayoni diametri 2 sm, massasi 0,2 g bo'lgan tola namunasi 0,1 M HCl kislota eritmasida faollashtiriladi. Tashuvchi tola sorbent distillangan suv bilan yuviladi va immobillash uchun olingan organik reagent 10 ml o'lchab, 50 ml stakanga solinadi. Stakanga HCl kislotada faollangan tola solib immobillash jarayoni olib borildi, jarayon vaqti 20 daqiqada immobillandi. Immobillangan tola distillangan suv bilan yuviladi, nam holatda tola Petri idishiga solib qo'yiladi. Stakanda qolgan organik reagentning nur yutish spektrometrda, tolaga immobillangan qismi esa nur qaytarish spektrofotometri yordamida aniqlandi. [3].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ш.Т.Холиқулов. Х.М.Неъматов. “Тупроқнинг оғир металлар билан ифлосланиши” Theoretical and Practical Principles of Innovative Volume 3 | SB TSAU Conference | 2022
2. Mamedova M.N., Smanova Z.A., Abdullayeva M.M. Toshkent viloyati Ohangaron sanoat hududi tuprog'i tarkibidagi og'ir metallarni hamda Cr ionini sorbsion-spektroskopik usulda aniqlash. O'zMU xabarleri. 3/2/1. 2025 y. 437-439 B.
3. Мамедова М.Н, Сманова З.А.Имобилизованные азореагенты для определения ионов свинца. (II) // Universum: Химия и биология. Москва. 2025. № 3(129).

**EPIXLORGIDRINGA NATRIY POLISULFID TA'SIR ETTIRIB OLINGAN
OLIGOMERLARNING IQ-SPEKTR TAHLILI****¹B. Sh. Sharipov ²M. R. Shodieva**¹*Buxoro davlat texnika universiteti. Kimyo texnologiya kafedrası dotsenti.*²*Buxoro davlat texnika universiteti. Kimyo texnologiya kafedrası magistranti.**e-mail: sharipovbekki91@gmail.com**tel: +998977071023*

Annotation: *Oligomeric compounds have been synthesized based on polysulfide and epichlorohydrin containing sodium, nitrogen, phosphorus, and sulfur atoms. The chemical composition and spatial structure of the synthesized oligomers were thoroughly investigated using infrared (IR) spectroscopy. The following advantages of these oligomers have been identified: high flexibility and mechanical strength, excellent adhesion to various parts of building structures. Moreover, they are characterized by resistance to high and low temperatures, working environment conditions, moisture, light, and ozone. Due to these properties, such oligomers can be effectively used for producing sealant (filler) materials.*

Keywords: *sodium polysulfide, epichlorohydrin, sulfur, nitrogen, phosphorus.*

In the production of polysulfide oligomers, the reaction between halogenated organic compounds and aqueous solutions of sodium polysulfide is used. As a result of this process, a liquid thiokol is obtained in solution, with terminal SH-functional groups. To date, many new methods for the synthesis of thiokol oligomers and their modified analogs have been developed, and related data are published in various scientific periodicals [1].

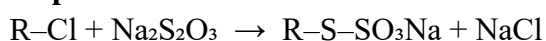
One of the main principles for obtaining polysulfide oligomers is based on the substitution of chlorine atoms in aliphatic polychlorinated derivatives with SH groups. The oxidation of the resulting polythiols into disulfide compounds using atmospheric oxygen is of great scientific and practical interest.

The above approach makes it possible to control the molecular weight of polysulfide oligomers, simplify their production technology, and ensure environmental safety.

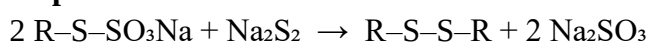
Polysulfide oligomers (PSO) can also be obtained by another method – using Bunte salt. For this purpose, a solution of sodium hydrosulfide in toluene and water is treated, and a polycondensation process is carried out.

In the next technological variant, Bunte salt can be isolated directly from liquid thiokol.

Bunte salts are alkyl or aryl thiosulfates ($R-SO_3Na$), which are formed by the reaction of halogenated alkyls with sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$). This reaction proceeds via a nucleophilic substitution (SN_2) mechanism. In the next step, the Bunte salt reacts with sodium polysulfide (Na_2S_x) to form oligomers containing disulfide or polysulfide bonds. The second and third equations given originally are incorrect; the actual reactions are shown below.

Step 1 – Formation of Bunte salt:

(where R is an alkyl radical, e.g., $-CH_2-CH_2-Cl$)

Step 2 – Reaction of Bunte salt with sodium disulfide (or polysulfide):

(in general form, polysulfides $R-S_x-R$ can be formed)

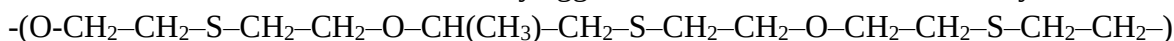
Step 3 – Formation of liquid thiokol (SH-terminated oligomers):



This technology for producing polysulfide oligomers operates almost without waste and uses a closed cycle. As a result, thiokol with the required molecular parameters is isolated in a yield of 95–98% [2].

In the United States, a new type of liquid sulfide rubber, named "Permapol," has been developed, offering significant advantages over conventional liquid thiokols. These materials contain SH-mercaptan groups. Vulcanizates based on Permapol are characterized by high physical and mechanical properties and stable technological viscosity. Due to this, they are used in the aviation industry to protect fuel tanks from corrosion [3].

Comparing the structure of the R-3 compound with that of polysulfide oligomers (PSO), it is noted that their resistance to extremely aggressive conditions becomes clearly evident.



In such a case, the functional groups within the oligothiol may differ in their nature. This study investigated a method for synthesizing polysulfide oligomers (PSO) involving free hydroxyl groups based on dithiodiethylene glycol. It is noted that this approach provides a set of properties characteristic of polysulfide oligomers and urethane-based materials, as well as the possibility of obtaining oligomers with only small amounts of by-products.

It has been emphasized that the modification of terminal groups during the oligothiol synthesis stage can be achieved through subsequent reactions of mercapto groups with reactive compounds. It is also indicated that unsaturated comonomers can be used in the polycondensation process – for example, styrene, methyl methacrylate, isoprene, vinyl acetate, and others [4].

A 500 mL three-necked flask equipped with a stirrer, reflux condenser, thermometer, and an additional dropping funnel was used. In this flask, 31.5 g (0.40 mol) of sodium sulfide was dissolved in 150 mL of distilled water. Then, 37.5 g (1.17 mol) of sulfur powder was added to the solution, and the mixture was boiled for 1 hour with constant stirring. The solution was then filtered, and 0.22 g (0.0013 mol) of ionic liquid – tetraethylammonium chloride – was added.

To the prepared solution, 38.7 g (0.30 mol) of epichlorohydrin was added dropwise over 1 hour at 70 °C with stirring. After that, 0.3 g (0.0013 mol) of urea (carbamide) was added to the reaction mixture, and it was heated further for 1 hour at 80 °C. The mixture was then allowed to cool. The resulting dark brown viscous mass was washed three times with boiling water and dried in a desiccator (or drying oven). As a result, 62 g of oligomer was obtained, which corresponds to a yield of 93% based on theoretical calculation. The sulfur content in the obtained product was 56.3%. In the infrared (IR) absorption spectrum of the oligomer synthesized based on sodium polysulfide and epichlorohydrin, absorption bands are observed in the region of 2850–2920 cm⁻¹, indicating the presence of –CH₂– groups. An absorption line corresponding to free –CONH₂ groups is recorded at around 1651 cm⁻¹. The deformation vibrations of all active groups appear as sharp, narrow lines between the –CH₂–SO– fragments in the range of 1440–1400 cm⁻¹.

Furthermore, in the regions of 450–550 cm⁻¹ and 1460 cm⁻¹, low-intensity narrow lines appear in the IR spectrum, which are attributed to the bonds of sulfur-containing compounds (Figure 1).

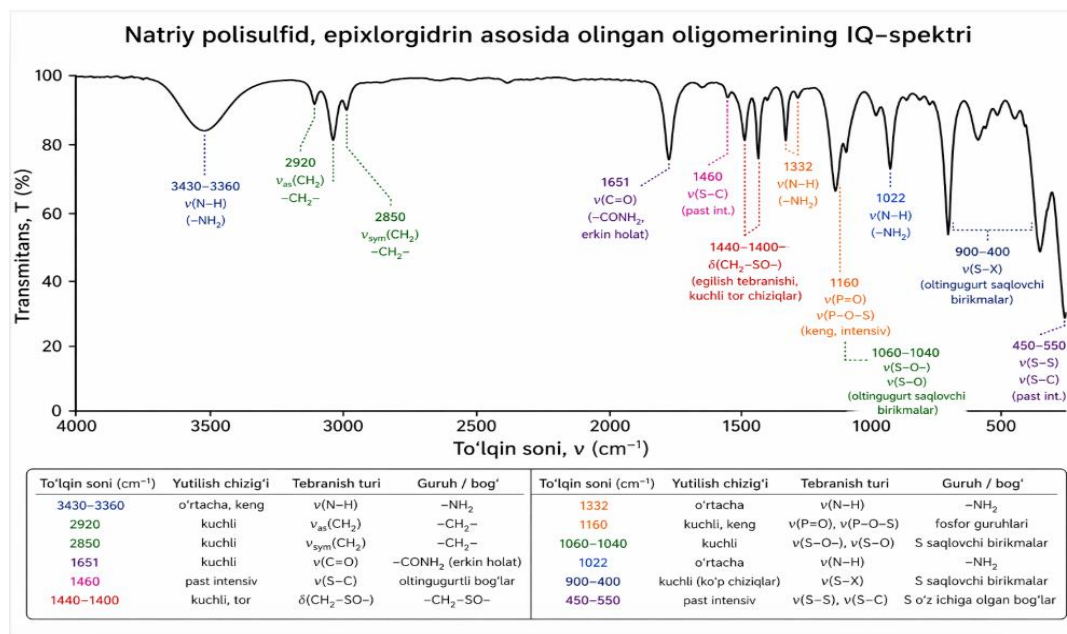
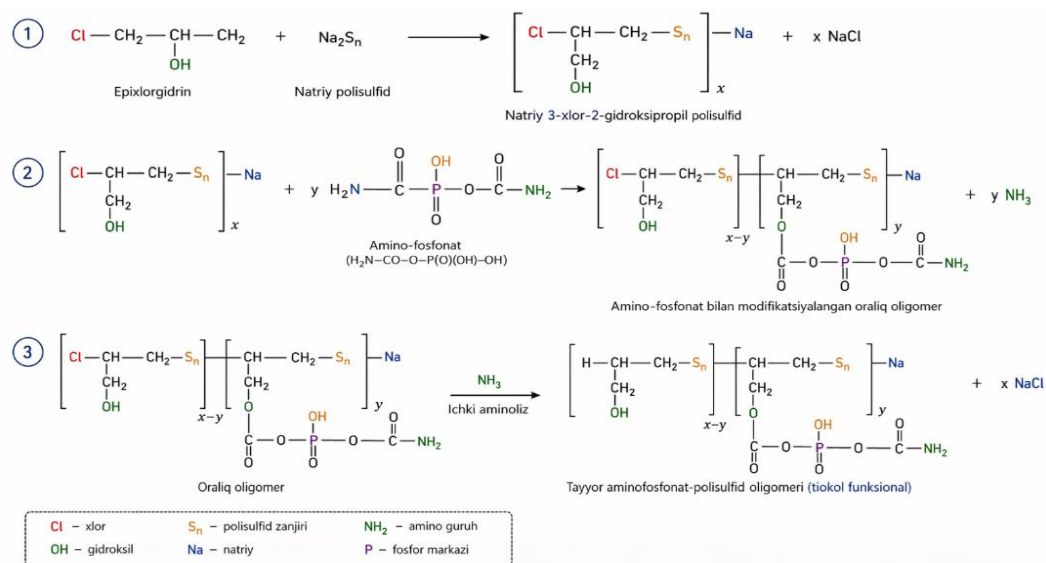


Figure 1. Infrared absorption spectrum of the oligomer synthesized based on epichlorohydrin and sodium polysulfide.

Based on the experimental results presented above and data from the literature, the reaction scheme for the chemical transformations of the oligomer formed from the starting materials – sodium polysulfide and epichlorohydrin – can be represented as follows:



From the above reaction, it can be seen that all substances have fully reacted.

REFERENCES

1. Хакимуллин Ю.И. Герметики на основе полисульфидных олигомеров: синтез, свойства, применение / Ю. И. Хакимуллин, В. С. Минкин. Ф. М. Малютин [и др.] - М.: Наука, 2007.- С.301.
2. Deryagina E. N., Levanova E. P., Grabel'nykh V. A., Sukhomazova E. N., Russavskaya N. V., Korchevin N. A. Thiylation of Polyelectrophiles with Sulfur in Hydrazine Hydrate Amine Systems // Russian Journal of General Chemistry, - 2005, -V.75, -I. 2, p.194 -199.

3. Levanova E. P., Nikonova V. S., Grabel'nykh V. A., Russavskaya N. V., Albanov A. I., Rozentsveig I. B., Korchevin N. A. Reactions of Dichloroethenes with Sulfur in the System Hydrazine Hydrate–KOH // Russian Journal of General Chemistry, 2018, V. 88, I. 3, p. 383–388.

4. Khakimullin Y.N. et al. New alternative to liquid thiokol in commercial sealants // Polym. Sci. Ser. D 2017 101. Springer, 2017. Vol. 10, № 1. P. 1–3.

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КООРДИНАЦИОННОГО СОЕДИНЕНИЯ Co (II) С ГЛУТАРОВОЙ КИСЛОТОЙ И ВИТАМИНОМ B₅.

З.М.Махмудова¹, А.С. Газиева², З.А. Сманова², Т.И. Алиева,³ С.З. Ахмедова⁴

¹Ташкентский фармацевтический институт, Узбекистан

²Национальный университет Узбекистана, Узбекистан

³Институт общей и неорганической химии академии наук Республики Узбекистан,
Узбекистан

⁴Бакинский государственный университет, Азербайджан
e-mail: aziza_analitik@mail.ru

Аннотация

Была синтезировано новое координационное соединение Co(II) с глутаровой кислотой и витамином B₅. Изучено элементный состав и некоторые физико-химические свойства полученного комплекса. Для определения чистоты и специфичности были получены рентгенодифракционные спектры исходных материалов и комплекса. С помощью ИК-спектроскопии и термического анализа было установлено, что глутаровая и гомопантотеновая кислоты координируются с металлом бидентатным образом в депротонированном состоянии. Также, изучена константа устойчивости комплекса.

Ключевые слова: глутаровая кислота, витамин B₅, гомопантотеновая кислота, ИК-спектроскопия, дериватографический анализ.

Среди многообразия макро- и микроэлементов, из которых состоят биологические объекты, немаловажное значение имеет кобальт. Биологическая роль микроэлементов изучена еще поверхностно. Но имеющиеся сведения позволяют утверждать, что они необходимы ферментным системам живых организмов [1]. Но имеющиеся сведения позволяют утверждать, что они необходимы ферментным системам живых организмов. Экспериментальные исследования на живых организмах показали, что кобальт важен для всех форм жизни. Он влияет на рост и развитие организма, один из главных компонентов витамина B₁₂, участвует в процессе кроветворения, стимулирует образование эритроцитов.

Однако, неорганические соли металлов токсичны, поэтому большое внимание уделяется координационным соединениям металлов с биолигандами, так как связанный металл обладает меньшей токсичностью и большей биологической активностью. Одна из обладающей высокой биологической активностью это - гомопантотеновая кислота. Гомопантотеновая кислота требуется для обмена жиров, углеводов, аминокислот, синтеза жизненно важных жирных кислот, холестерина, гемоглобина. Важнейшим свойством гомопантотеновой кислоты является её способность стимулировать производство гормонов надпочечников — глюкокортикоидов, что делает его мощным средством для лечения таких заболеваний как артрит, колит, аллергия и болезни сердца [2, 3]. На основании вышеизложенного нами был осуществлен синтез и изучен состав координационного соединения Co (II), обладающего малой токсичностью и высокой

биологической активностью с глутаровой кислотой и витамином B₅ (гомопантотеновой кислотами).

Исходными веществами для синтеза комплексных соединений применялись азотнокислая соль кобальта, едкий натр, глутаровая кислота (ГЛК) марки «ч.д.а.» и гомопантотенат кальция (ГПТТ) марки «фармакопейный».

Анализ выделенных соединений на содержание металла проводили комплексонометрически. Азот определяли по микрометоду Дюма, а содержание воды – гравиметрически. Также для сравнения количественный анализ углерода, азота и металла, входящих в состав комплексных соединений, проведен с помощью энерго-дисперсионных спектров (ЭДС), снятых на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ), оснащенным рентгеновском детектором. Температура плавления комплексных соединений определяли в закрытых капиллярах.

Индивидуальность выделенного комплекса изучено сравнением рентгенограммы исходного вещества и комплексного соединения, которые получали на дифрактометре Дрон-УМ-1 с Cu-антикатодом. ИК-спектры снимали на Фурье-спектрометре IRTracer-100 (SHIMADZU CORP., Япония) в комплекте с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) MIRacle-10 с призмой diamond/ZnSe (спектральный диапазон по шкале волновых чисел - $4000\div 400$ см⁻¹; разрешение - 4 см⁻¹, чувствительность соотношение сигнал/шум - 60,000:1; скорость сканирования - 20 спектров в секунду). Термическое исследование проводили на дериватографе системы F. Paulik, J. Paulik, L. Erdey фирмы «MOM» (Венгрия).

Синтез соединения состава Co(ГЛК-2Н)(ГПТТ)·3Н₂О проводили по следующей методике: к раствору 0,006 моля кальциевой соли гомопантотеновой кислоты в 10 мл воды добавили раствор 0,006 моля сульфата натрия в 5 мл воды. Смесь перемешивали в течении 2 часов. При этом образуется осадок сульфата кальция, который отфильтровали. К полученному маточному раствору при перемешивании прибавляли по каплям 0,006 моля глутаровой кислоты и азотнокислую соль металла растворенных в 5 мл воды. Образовавшийся раствор выпарили до ¼ части первоначального объема, высаживали пятикратным по объему количеством ацетона. Выпавший осадок отделяли, промывали ацетоном и эфиром.

Соединение идентифицирован рентгенофазовым и элементным анализами. Рентгенограммы исходных компонентов и комплексного соединения резко отличаются, что доказывает индивидуальность и чистоту комплекса.

Анализ дериватограммы комплекса Co(ГЛК-2Н)(ГПТТ)·3Н₂О показывает, что при 190°C удаляется вода. На кривой ДТА наблюдаются эндоэффекты при 98, 130, 144, 160, 190, 260, 311, 470, 462, 496, 566°C и экзотермические эффекты при 185, 207, 595, 617, 640, 672, 738, 778°C. При выше 207°C идет разложение ГЛК и ГПТТ.

В ИК спектре гомопантотеновой кислоты содержатся полосы, характерные для карбоновых кислот: широкие поглощение при $2500\text{--}3000$ см⁻¹, интенсивная полоса при 1712 см⁻¹ и полосы при 1420 , 1255 см⁻¹. Полосы, характерные для вторичных амидов $\nu(\text{N-H})$, “амид-I, II, III”, проявляются, в области: 3100 , 1633 , 1537 и 1255 см⁻¹. Полосы $\nu(\text{C-O})$ первичной и вторичной спиртовой групп обнаружены соответственно при 1037 и 1074 см⁻¹. Полосы $\nu(\text{CH})$ и деформационных колебаний метильной и метиленовой групп

проявляются при 2963, 2933, 2870, 1470, 1450, 1370, 1230, 1180, 1074 см^{-1} . Из них полосы при 1230 и 1180 см^{-1} характерны для гем-диметильной группы.

В ИК спектре комплекса отсутствуют полосы карбоксильной группы наблюдаемые в спектрах лигандов и проявляются интенсивные полосы карбоксилатной группы около 1556 и 1400 см^{-1} , отнесенные к $\nu_{\text{as}}(\text{COO})$ и $\nu_{\text{s}}(\text{COO})$, соответственно. Это указывает на замещение водорода карбоксильной группы лигандов в комплексах на металл.

Характер изменения “амидных” полос аналогичен смешаннолигандным комплексам глутаровой и пантотеновой кислот. Так, полоса “амид-I” перетерпевает низкочастотное смещение на 73-8 см^{-1} , а полосы и “амид-II и III” высокочастотное смещение на 19 см^{-1} и 68-48 см^{-1} , соответственно. Это, как и в предыдущем случае, связано с миграцией отщепившегося протона карбоксильной группы к азоту вторичного амида, что также подтверждается появлением в спектрах комплексов полос $\nu(\text{N}^+ \text{H}_2)$. Следовательно, исключается участие атома азота вторичного амида в координации с металл-ионом. Таким образом, в рассматриваемых смешаннолигандных комплексах гомопантотеновая кислота координируется к металлу с участием кислорода карбоксилато группы.

Таким образом, глутаровая и гомопантотеновая кислоты хорошо совместимы в координационной сфере $\text{Co}(\text{II})$. Следовательно, в рассматриваемых смешаннолигандного комплекса гомопантотеновая кислота координируется к металлу с участием кислорода карбоксилато группы. Учитывая состав комплекса $\text{Co}(\text{II})$, а также выявленную большую склонность глутаровой кислоты к координации в дважды депротонированном состоянии тетрадентатно, можно полагать, что и в данном случае имеет место бидентатная координация карбоксилато группы лигандов к металлу.

Список литературы:

1. *Руководства по применению витаминов и микроэлементов во врачебной практике. ООО «Арнебия» Часть.I. 2019 г. стр.82-83.*
2. *Чистяков Ю.В. Основы бионеорганической химии. – М.: Химия, КолоС, 2007. – 539с.*
3. *Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: ОНИКС XXI век – Мир, 2004. – С. 139.*

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Абдуллаева Фазилат Арсланбековна

Доктарант Академии Маъмуна, учитель в университете Маъмуна

afazilat91@inbox.ru

Аннотация: В статье рассмотрены основные физические методы исследования, применяемые в неорганической химии для изучения состава, строения и свойств веществ. Представлена классификация методов, включающая спектроскопические, дифракционные, магнитные, электрохимические, термические методы и масс-спектрометрию. Описаны физические основы каждого метода, их аналитические возможности и области применения. Показано, что использование комплекса физических методов позволяет получать достоверную и всестороннюю информацию о неорганических соединениях, включая их

молекулярную и кристаллическую структуру, электронное строение и термодинамические характеристики.

Ключевые слова: неорганическая химия, физические методы анализа, спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, магнитная восприимчивость, электрохимические методы, термический анализ, масс-спектрометрия

Неорганическая химия изучает широкий спектр веществ — от простых неорганических соединений до сложных координационных и твёрдотельных систем. Для установления их структуры и свойств необходимы точные и чувствительные методы анализа. Физические методы исследования занимают ключевое место, так как позволяют изучать вещества на атомно-молекулярном уровне без существенного разрушения образца.

Эти методы основаны на взаимодействии вещества с различными физическими воздействиями: электромагнитным излучением, тепловой энергией, электрическими и магнитными полями. Их применение обеспечивает высокую точность и воспроизводимость результатов.

Современные физические методы исследования в неорганической химии можно разделить на следующие группы: спектроскопические методы, дифракционные методы, магнитные методы, электрохимические методы, термические методы, масс-спектрометрия

Каждая группа направлена на изучение определённых характеристик вещества и часто используется в комплексе с другими методами. Спектроскопические методы основаны на поглощении или излучении электромагнитной энергии веществом.

УФ-видимая спектроскопия. Данный метод используется для изучения электронных переходов в атомах и ионах. Он широко применяется при исследовании комплексных соединений переходных металлов, позволяя определить их электронное строение и концентрацию в растворе. **Инфракрасная спектроскопия.** ИК-спектроскопия позволяет исследовать колебательные движения атомов в молекуле. Она используется для идентификации функциональных групп и определения типа химических связей.

ЯМР-спектроскопия. Метод ядерного магнитного резонанса предоставляет информацию о локальном окружении атомов и пространственной структуре молекул. Особенно эффективен для анализа соединений, содержащих магнитно-активные ядра.

Дифракционные методы. Рентгеноструктурный анализ является одним из наиболее точных методов определения кристаллической структуры вещества. Он позволяет установить пространственное расположение атомов, длины связей и валентные углы. Метод основан на дифракции рентгеновского излучения на кристаллической решётке.

Магнитные методы. Магнитные методы используются для изучения магнитных свойств веществ. Определение магнитной восприимчивости позволяет выявить наличие неспаренных электронов, установить степень окисления металла и сделать выводы о геометрии координационного соединения. Эти методы особенно важны при исследовании соединений переходных металлов.

Электрохимические методы. Электрохимические методы основаны на измерении электрических характеристик систем.

Потенциометрия применяется для определения pH и равновесных констант. **Кондуктометрия** используется для изучения электрической проводимости растворов и анализа ионных процессов.

Термические методы позволяют исследовать изменения свойств веществ при нагревании.

- Термогравиметрический анализ (ТГА) используется для изучения изменения массы вещества.
- Дифференциальный термический анализ (ДТА) применяется для выявления фазовых переходов и процессов разложения.

Масс-спектрометрия. Масс-спектрометрия основана на ионизации вещества с последующим анализом массы образующихся ионов. Метод позволяет определить молекулярную массу, состав соединения и характер фрагментации, что делает его важным инструментом в исследовании координационных соединений.

Физические методы исследования играют ключевую роль в развитии неорганической химии. Их применение позволяет получать детальную информацию о структуре и свойствах веществ, а также исследовать механизмы химических процессов. Современные достижения в области приборостроения и аналитических технологий значительно расширяют возможности данных методов, способствуя развитию науки и созданию новых материалов.

Список литературы

1. Харрис Д. Аналитическая химия.
2. Скоог Д. Инструментальные методы анализа.
3. Аткинс П., де Паула Х. *Физическая химия*. — М.: Мир, 2018. — 816 с.
4. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. *Современная неорганическая химия*. — М.: Мир, 2001. — 944 с.
5. Шriver Д., Аткинс П. *Неорганическая химия*. — М.: Мир, 2004. — 848 с.
6. Nakamoto K. *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds*. — New York: Wiley, 2009. — 432 p.
7. Lever A.B.P. *Inorganic Electronic Spectroscopy*. — Amsterdam: Elsevier, 1984. — 864 p.
8. West A.R. *Solid State Chemistry and its Applications*. — Wiley, 2014. — 728 p.

СВИНЕЦ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ: ОТ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДО ГЛОБАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВЫЗОВОВ

С.Р. Мусакаева^{1*}, З.А. Сманова², К.Х. Рашидова³, З.З. Яхшиева⁴, Н.О. Умирова⁵,
Ф.А. Лапасова⁶

¹Докторант, Джизакский педагогический университет, Sirdaryo viloyati, O'zbekiston
*e-mail: musakaevasabina1@gmail.com

²д.х.н., профессор, Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Toshkent viloyati, O'zbekiston

³д.х.н. доцент Джизакский государственный педагогический университет,
Jizzax viloyati, O'zbekiston

⁴д.х.н., профессор Джизакский государственный педагогический университет,
Jizzax viloyati, O'zbekiston

⁵к.т.н., доцент Гулистанский государственный университет,
Sirdaryo viloyati, O'zbekiston

⁶к.т.н., доцент Гулистанский государственный университет,
Sirdaryo viloyati, O'zbekiston

Abstract This article examines the physicochemical properties of lead and its compounds, as well as the sources of this heavy metal entering the environment. Particular attention is paid to the toxic, mutagenic, and carcinogenic effects of Pb(II) on living organisms, including humans, animals, and plants. Modern approaches and technologies for wastewater treatment for lead compounds are summarized. It is shown that environmental contamination with lead represents a serious environmental and social problem, requiring the implementation of effective control and treatment methods.

Keywords: heavy metals, environmental pollution, wastewater, toxicity, carcinogenicity, aquatic ecosystems, water treatment, anthropogenic impact.

В современных условиях стремительного индустриального развития проблема загрязнения окружающей среды приобретает особую актуальность. Одним из наиболее опасных классов загрязняющих веществ являются тяжелые металлы, отличающиеся высокой токсичностью, устойчивостью в природных условиях и способностью к биоаккумуляции. Среди них особое место занимает свинец, который широко используется в различных отраслях промышленности и представляет значительную угрозу для экосистем и здоровья человека.

Попадая в окружающую среду, свинец способен длительное время сохраняться в воде, почве и биологических объектах, участвуя в процессах миграции и трансформации. Особую опасность представляет его накопление в водных экосистемах, что приводит к нарушению биохимических процессов у гидробионтов и ухудшению качества водных ресурсов. Через пищевые цепи свинец поступает в организм человека, вызывая серьезные нарушения в функционировании нервной, кровеносной и других систем организма.

В последние годы проблема загрязнения окружающей среды свинцом приобретает глобальный характер, что обусловлено как ростом промышленного производства, так и недостаточной эффективностью существующих методов очистки сточных вод. В связи с этим особую значимость приобретают исследования, направленные на изучение свойств свинца, его воздействия на живые организмы, а также разработку и внедрение современных технологий очистки загрязненных вод.

Целью данной работы является анализ физико-химических свойств свинца, изучение источников его поступления в окружающую среду, оценка негативного воздействия на живые организмы и рассмотрение современных методов удаления Pb(II) из промышленных сточных вод.

Для оценки уровня загрязнения водных объектов соединениями свинца применялись сравнительные методы анализа с использованием предельно допустимых концентраций (ПДК). Рассматривались данные по содержанию Pb(II) в сточных водах различных отраслей промышленности, включая металлургическую, электрохимическую и горнодобывающую.

Анализ влияния свинца на живые организмы проводился на основе токсикологических и экологических исследований. Особое внимание уделялось процессам биоаккумуляции и миграции тяжелых металлов в природных экосистемах.

Для оценки эффективности методов очистки сточных вод были рассмотрены современные технологии, включая адсорбцию, ионный обмен, химическое осаждение, мембранные методы и биологические способы очистки.

Проведенный анализ показал, что свинец является одним из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды среди тяжелых металлов. Основными источниками его поступления являются промышленные сточные воды, выбросы при сжигании топлива, а также отходы горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. Установлено, что концентрации Pb(II) в сточных водах ряда предприятий могут значительно превышать допустимые нормы, что представляет серьезную угрозу для водных экосистем.

Анализ токсического воздействия Pb(II) показал, что он оказывает негативное влияние на различные системы организма, включая нервную, кровеносную и репродуктивную. У растений свинец вызывает угнетение роста, нарушение фотосинтеза и снижение урожайности. У водных организмов наблюдаются изменения метаболизма и снижение биологической активности.

Сравнительный анализ методов очистки сточных вод показал, что наибольшей эффективностью обладают комбинированные технологии, сочетающие физико-химические и биологические подходы. В частности, методы адсорбции с использованием природных и синтетических сорбентов, а также мембранные технологии демонстрируют высокую степень удаления Pb(II) из водных растворов.

Таким образом, полученные результаты подтверждают необходимость разработки и внедрения эффективных технологий очистки сточных вод, а также усиления экологического контроля за выбросами свинца в окружающую среду.

В результате проведенного исследования установлено, что свинец и его соединения относятся к числу наиболее опасных загрязнителей окружающей среды среди тяжелых металлов. Основными источниками поступления Pb(II) являются промышленные сточные воды, выбросы предприятий, деятельность горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, а также антропогенные факторы, связанные с использованием свинцосодержащих материалов.

Анализ современных методов очистки сточных вод свидетельствует о том, что наиболее эффективными являются комплексные подходы, сочетающие физико-химические и биологические методы, такие как адсорбция, ионный обмен и мембранные технологии. Их применение позволяет существенно снизить концентрацию свинца до нормативных значений.

Таким образом, проблема загрязнения окружающей среды свинцом требует комплексного подхода, включающего совершенствование технологий очистки сточных вод, ужесточение экологического контроля и внедрение ресурсосберегающих и экологически безопасных производственных решений. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка инновационных методов удаления тяжелых металлов с использованием экологически чистых и экономически эффективных материалов.

Список литературы

1. Малыгин А. В., Кирсанов В. В. Загрязнение водных объектов тяжелыми металлами и методы их очистки // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. — 2011. — № 4. — С. 45–53.
2. Alloway B. J. Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. — Dordrecht: Springer, 2013. — 613 p.

3.Tchounwou P. B., Yedjou C. G., Patlolla A. K., Sutton D. J. Heavy metal toxicity and the environment // EXS. — 2012. — Vol. 101. — P. 133–164.

4. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. — Geneva: WHO Press, 2017. — 541 p.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ РЕАКЦИИ ВОДЯНОГО ГАЗОВОГО СДВИГА ПРИ IN-SITU УДАЛЕНИИ CO₂

Турдиев Мухиддин Шукурович¹ - заведующей лабораторией, E-mail – gorovli@gmail.com, Едгаров Нормухаммад² – д.х.н, профессор, E-mail- muhammad47@mail.ru , Умидуллаев Джахонгир Хасанович³ – стажер- исследователь, E-mail jahon-22@mail.ru, Сиддиков Абдужалол Абдурахимович¹ – д.х.н, профессор, E-mail siddik@mail.ru Якубов Салимжон Иномжанович²- к.т.н, с.н.с, E-mail salimjon@yandex.ru

¹Филиал Российского Государственного Университета нефти и газа (НИУ) им. И.М Губкина в г. Ташкенте. (Узбекистан)

²Институт общей и неорганической химии АН РУз. (Узбекистан)

³Каршинский Государственный Технический Университет (Узбекистан)

Abstract: This study experimentally investigates the effect of CO₂ removal on the equilibrium of carbon steam gasification in the presence of CaO and the water–gas shift reaction at 650–750 °C. The addition of CaO reduces CO₂ concentration and increases hydrogen yield from 35–42% to 70–78%. Thermochemical analysis shows that CO₂ capture via carbonation lowers heat demand and shifts equilibrium toward hydrogen formation.

Keywords : semi-coke, steam, calcium oxide, heat flux, gasification, hydrogen, carbon dioxide, regeneration.

Решение проблемы достижения «углеродной нейтральности» требует изыскание новых подходов в пути снижения, улавливания и хранения образующих углекислых газов в производственных процессах. В ходе изучения возможностей получения водорода из полукоксов растительных отходов, получаемых после гелиопиролиза, методом паровой активации установлен факт низкой продуктивности процесса. Для интенсификации процесса применен метод « CaO+ looping», то есть создана система газификации C+H₂O+CaO, которая благотворно влияет на повышение выхода водорода, поглощая CO₂, в реакция водяного газового сдвига:

$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$, реакция ограничена равновесием, особенно при высоких температурах (Basu, 2010), (Abanades, 2005). Одним из эффективных способов интенсификации образования водорода является удаление CO₂ непосредственно в реакционной зоне. Актуальность работы заключается в развитии один из направлений водородной технологии с удалением углекислого газа, высокой концентрации, как товарный продукт.

Эксперименты проводились в трубчатом реакторе (Рис.1) при температурах 650°C, 700°C и 750°C при давлении 0,1-1,0 МПа. Реактор состоит из следующих частей: 1-

теплоизоляционного кожуха, 2- нагреватели, периферийных 8-штук, общий сопротивлением 800 ом и центральный 1 штук 65 ом, 3- реактор $V=180\text{ см}^3$, 4- газовая камера, 5- термопары ТХА, 6- парораспределитель. В качестве сырья взято 1 кг отход хлопковых семян Каршинского маслоэкстракционного завода. В результате пиролиза получали 550 г полукокса и его использовали в качестве реагента для получения водорода в процессе паровой газификации. Экспериментальная установка состоит из трех блоков: Блок обеспечения перегретом паром $P=0,1-1,0\text{ МПа}$, с регулятором расхода пара, блок газового анализа и блок реактора- газификатора. Для интенсификации выхода целевого продукта H_2 , добавили CaO , что дало эффект резкого снижения концентрации CO_2 . В ходе эксперимента поддерживали следующие соотношения реагентов: $m_{\text{пк}}/m_{\text{H}_2\text{O}}=1-3$, $m_{\text{пк}}/m_{\text{CaO}}=0,1-0,3$. На электронных весах, предел измерения до 200 граммов, замеряем 50 грамм полукокса растительных отходов и 5 грамм негашеная известь, заправляем реактор. Плотнo закрыв крышку, продуваем систем азотом, медленно поднимая давления до 0,4 бар. Одновременно закрываем газовый и продувочный вентиль. Включаем электрический периферийный нагреватель на мощность 400 Вт, центральный 65 Вт. Проследим за температурой, при достижении $700\text{ }^\circ\text{C}$ открываем вентиль пара. Управляя нагрузкой и давлением пара, устанавливаем температуру 650, 700 и $750\text{ }^\circ\text{C}$. Открывая трехходовой вентиль в направление 1, подводя пламя, убедимся об образование горючих газов. Переключая вентиль в положение 2, направляем горючий смесь в газовый баллон. Производим газовый анализ на газовом хроматографе «Хромос ГХ-1000», АВП-02ГМ и газоанализаторе «INFRA LIT-1000T».

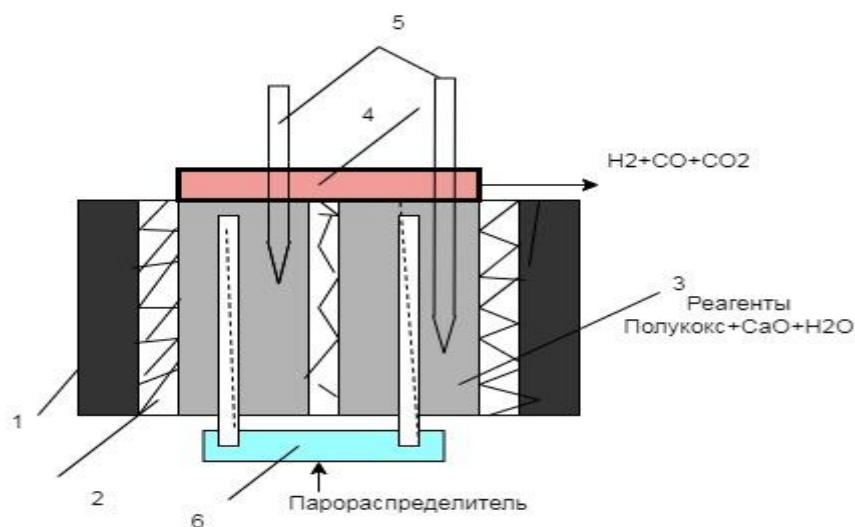


Рис.1. Экспериментальная установка для получения эффекта реакции водяного газового сдвига.

Кинетический анализ реакции водяного газового сдвига: скорость реакции

$r=k(P_{\text{CO}} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}} - P_{\text{CO}_2} \cdot P_{\text{H}_2}/k_{\text{eq}})$, из-за связывания CO_2 с CaO , $P_{\text{CO}_2} \approx 0$, и получаем $r=kP_{\text{CO}} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}$

Из уравнение Аррениуса $k=A \cdot \exp(-E_a/RT)$ логарифмируя, получаем $\ln K = \ln A - E_a/R \cdot (1/T)$,

Строим линейный график $\ln k$ от $1/T$ и определяем E_a , мы использовали аналитический метод.

Эксперимент показал цикличность процесса, реакция продолжается 45-55 минут, до насыщения СаО. Применяемый метод доказал увеличение выхода водорода почти в 2 раза. Полученные данные, то есть динамика выхода газов отражено в таблице 1.

Таблица 1. Результаты экспериментов по выявлению эффекта водяного газового сдвига.

Параметр	Полукокс пиролиза (А)			С добавкой СаО (В)		
	650 °С	700 °С	750 °С	650 °С	700 °С	750 °С
Водород H_2 , %	48	44,5	42	70	73	78
Оксид углерода CO , %	22	25	25	12	12,4	11
Двуокись углерода CO_2 , %	18	18,8	20	5	3,17	3
Другие газы: CH_4 , + %	12	11,7	13	13	11,43	8

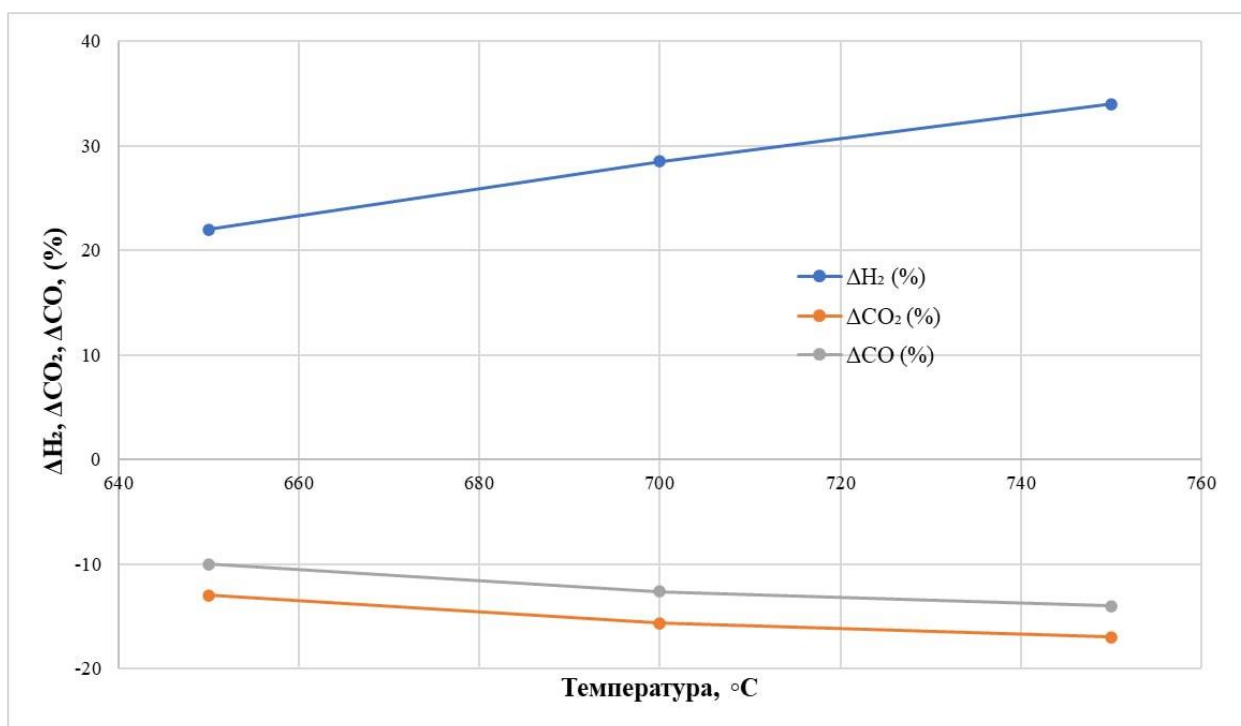


Рис.2 График изменения ключевых показателей в зависимости от температуры. При повышении температуры эффект усиливается (Рис.2), что подтверждает термодинамическую природу процесса. Повышение температуры в диапазоне 650–750 °С способствует интенсификации процессов газификации и увеличению выхода водорода за счёт ускорения кинетики реакций и эффективного связывания CO_2 оксидом кальция. Однако дальнейший рост температуры не приводит к пропорциональному увеличению выхода H_2 . Это связано с термодинамическими ограничениями реакции водяного газового сдвига и снижением способности СаО к карбонизации вследствие начала разложения $CaCO_3$ при температурах выше ~750–800 °С. Таким образом, оптимальный температурный диапазон процесса составляет 700–750 °С, при котором достигается максимальный эффект

смещения равновесия в сторону образования водорода. Для демонстрации эффективности методики использованы условные значения константы скорости при температурах 650–750 °C (Таблица 2):

Таблица 2. Термодинамические показатели исследуемой реакции.

T, K	1/T, K ⁻¹	k, K ⁻¹	lnk
923	0,001083	0,12	-2,12
973	0,001028	0,20	-1,61
1023	0,000978	0,33	-1,11

Используя данные из таблицы 2, рассчитываем энергию активации E_a и A ,

$$\tan \varphi = \frac{\Delta \ln k}{\Delta \frac{1}{T}}, \quad E_a = -R \cdot \tan \varphi$$

Определяем $E_a \approx 77,0$ кДж/моль. Предэкспоненциальный множитель определяется по формуле $\ln A = \ln k + E_a/R \cdot T$ $A = 3,9 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$. Энергия активации отражает энергетический барьер элементарного акта реакции и характеризует температурную чувствительность процесса. Полученное значение указывает на протекание реакции в кинетическом режиме с лимитирующей химической стадией. Предэкспоненциальный множитель связан с частотой эффективных столкновений и включает вклад энтропии активации, а также структурных особенностей реакционной системы, включая доступность активных центров и влияние оксида кальция. Как отмечалось в введении изначально исследование вели в направлении получения «зеленого» водорода с низкой продуктивностью, однако метод добавления CaO дали положительные результаты. Наша методика в сравнение с другими методами, занимает среднее положение между паровой газификацией углерода и метана (Таблица 3). Таблица 3. Сравнение предлагаемых и традиционных методов получения водорода (3).

Способ получения водорода	Удельный расход тепла, кДж на 1 кг H ₂	Удельный расход условного топлива на 1 кг H ₂	Отношение теплоты сгорания суммарного кол. топлива и H ₂ кДж /кДж на 1 кг H ₂	Сложность процесса
Конверсия CH ₄	18922	0,72	1,82	C - углерод
Паровая газификация C *	67958	2,89	1,37	Проблема. CO ₂
Пар. конверсия CH ₄ *	34987	1,32	1,12	Проблема CO ₂
Электролиз H ₂ O *	214268	27,77	1,77	Самый энергозатратный

Паровая газификация ПК+ CaO **	52328	1,87	1,55	Регенерация CaCO ₃
--------------------------------------	-------	------	------	----------------------------------

* Данные (Дубинин А.М. и др, 2009), ** Наши данные.

Экспериментально подтверждено, что in-situ удаление CO₂ с использованием CaO приводит к смещению положения равновесия реакции водяного газового сдвига и увеличению выхода водорода. Естественно, в перспективе исследуем следующие предполагаемые параллельно- последовательные реакции происходящие в этом процессе: $C + H_2O = CO + H_2$, $CO + H_2O = CO_2 + H_2$, $CO_2 = C + O_2$

Предлагаемая технология может быть использована для переработки сельскохозяйственных отходов в водород в регионах с высокой солнечной инсоляцией. Получаемый водород может применяться в энергетике, транспорте и может добавляться в трубопровод природного газа для повышения теплотворности, а выделяемый CO₂ — можно использовать в химической промышленности или для хранения.

Литература.

1. Basu P. Biomass Gasification and Pyrolysis. 2010. 365.
2. Abanades J. C. Energy & Fuels. 2005. Т.19. с. 1600-1604.
3. Дубинин А.М., Финк А.В, Кагарманов Г.Р. //Журнал«Промышленная энергетика». 2009. № 5. С. 32 – 37.
4. Хоффман Е. Энерготехнологическое использование угля. М. Энергоиздат. 1983. 328 с.
5. Иоффе В.Б. Основы производства водорода. Л. Гостехиздат. 1960. 427с.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ В СТОЧНОЙ ВОДЕ ПОСЛЕ БИООКИСЛЕНИЯ.

Азимова Д.Б., Шарипов С.Ш.,

Навоийский государственный горно-технологический университет

В настоящее время переработка и нейтрализация кислых стоков и извлечения ценных компонентов из кислого стока считается наиболее актуальной задачей в Узбекистане. Так как часть сточных вод подвергается утилизации с помощью извести (CaCO₃), в то время как остальная часть сбрасывается в хвостохранилища, канализацию или на открытые участки, что приводит к загрязнению водоемов и окружающей среды, превращая эти территории в экологически небезопасные зоны. В связи с этим, разработка эффективных и надежных технологий получение ценных компонентов считается наиболее важной задачей в Узбекистане.

Анализ научной литературы показывает, что извлечение меди из кислых сточных растворов осуществляется различными гидрометаллургическими методами, среди которых наиболее распространены цементация, сорбция, экстракция и электрохимическое осаждение.

Согласно исследованиям *Alfantazi* и *Valic* (2003), при электроосаждении меди из сульфатных растворов оптимальная плотность тока составляет 180–300 А/м²,

температура 40–60 °C, при этом выход по току достигает 90–95 %. Однако при низких концентрациях меди (<2 г/л), характерных для сточных вод, эффективность процесса существенно снижается [1].

В работе, опубликованной в журнале *Hydrometallurgy* (2016), показано, что при переработке гальванических отходов извлечение меди методом электролиза достигает 85–98 %, однако процесс требует предварительного концентрирования растворов [2].

Особое внимание в последние годы уделяется окислительным методам очистки. Так, в исследованиях узбекских ученых (Холикулов Д. и др., 2026) установлено, что применение озонирования обеспечивает глубокую очистку растворов от ионов Cu, Zn, Fe и Mo [3].

В частности, при барботаже озono-воздушной смеси степень осаждения металлов превышает 99 % в течение 60 минут, а остаточная концентрация снижается до менее 0,01 мг/л. Данный метод позволяет одновременно разрушать комплексные соединения и переводить металлы в труднорастворимые формы [3].

Таким образом, анализ литературы показывает, что традиционные электрохимические методы эффективны при высоких концентрациях меди, тогда как для разбавленных кислых стоков более перспективными являются комбинированные и окислительные технологии, включая озонирование, обеспечивающие высокую степень очистки и возможность повторного использования воды.

Использованная литература

1. Alfantazi A.M., Valic M. Electrochemical recovery of copper from sulfate solutions: influence of current density and temperature. *Hydrometallurgy*, 2003.

2. Gupta B., Mukherjee T. Recovery of copper from industrial waste solutions by electrochemical methods. *Hydrometallurgy*, 2016.

3. Холикулов Д. и др. Ozonation purification of copper production process solutions. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 2026. <https://doi.org/10.59957/jctm.v61.i1.2026.20>

SYNTHESIS AND ELEMENTAL ANALYSIS OF A NEW $[\text{Zn}(\text{IAA})_2(\text{NA})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ COORDINATION COMPLEX

Ismailova Shahla Atanazarovna

Independent Researcher at the Khorezm Ma'mun Academy

shaxloismoilova48@gmail.com

Khasanov Shodlik Bekpulatovich

PhD., Deputy Chairman of Khorezm Ma'mun

Academy for Scientific Affairs

shadlik@mail.ru

Ashirov Mansur Allanazarovich

PhD., senior researcher of Khorezm Ma'mun Academy

mansur.ashirov.86@mail.ru

Khudoyberganov Oybek Ikromovich

PhD., senior researcher of Khorezm Ma'mun Academy

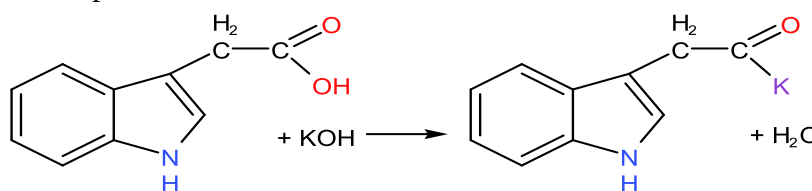
oybek_hudoyberganov@mail.ru

Abstract. A new Zn(II) mixed-ligand coordination compound based on indole-3-acetic acid and nicotinamide was synthesized. The composition of the complex was confirmed by elemental analysis. The obtained results indicate the formation of a stable coordination compound with Zn(II) ion in hydrated form.

Keywords: Zn(II) complex, indole-3-acetic acid, nicotinamide, coordination compound, elemental analysis, mixed-ligand complex, synthesis.

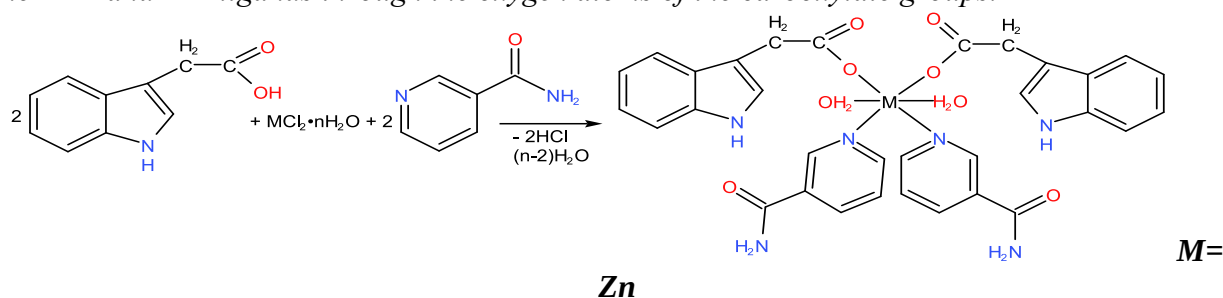
The mixed-ligand coordination compound of zinc(II) chloride with indole-3-acetic acid and acetamide was synthesized using the following procedure. First, 0.01 mol (1.75 g) of indole-3-acetic acid (IAA) was dissolved in 50 mL of ethanol. To ensure deprotonation of the ligand's carboxyl group, 0.01 mol of potassium hydroxide (KOH) was added to the resulting solution. In a separate beaker, 0.005 mol (0.85 g) of zinc(II) chloride dihydrate ($\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) was completely dissolved in 20 mL of distilled water. The metal salt solution was then added dropwise to the indole-3-acetic acid solution under constant stirring and mixed on a magnetic stirrer for 25–30 minutes. Afterwards, in order to form the mixed-ligand complex, a solution of 0.01 mol (0.59 g) of acetamide (AA) was added dropwise (5–10 mL) to the reaction mixture, followed by further stirring for 25–30 minutes. The reaction mixture was then continuously stirred at 50–55 °C for 1–1.5 hours using a magnetic stirrer (Mukimova G.J.,1999). At the end of the reaction, a clear, colorless solution was obtained. The resulting solution was purified by filtration, washed several times with a mixture of distilled water and ethanol, and dried in a vacuum desiccator (over P_2O_5) until constant mass was achieved (Sharipova L.A va boshq.,2021. J.U.Turakulov va T.A. Azizov,2018).

As a result of the synthesis process, a clear colorless crystalline powder was obtained. The overall yield of the synthesis reaction was 82%, which confirms the high efficiency of the selected synthetic method. Based on the compositional analysis of the complex compound, it can be represented by the formula $[\text{Zn}(\text{IAA})_2(\text{NA})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Xaritonov Yu.A.va boshq.,1975). The reaction equation can be expressed as follows.



Scheme 1. The reaction for obtaining the potassium salt of indole-3-acetic acid

In solution, the selected ligands lose their protons and are converted into IAA^- and AA^- anions. The Zn^{2+} ion possesses vacant coordination orbitals and forms coordination bonds with the IAA^- and AA^- ligands through the oxygen atoms of the carboxylate groups.



Scheme 2. The reaction equation for the formation of the complex compound $[\text{Zn}(\text{IAA})_2(\text{NA})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

As a result, a coordination compound with six coordination and octahedral geometry is formed. During crystallization, the resulting complex incorporates two water molecules, which are considered water of crystallization: $[\text{Zn}(\text{IAA})_2(\text{NA})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Table 1.

Results of elemental analysis of the initial ligands and the synthesized complex compound

Compounds		IAA C ₁₀ H ₉ NO ₂	NA C ₆ H ₆ N ₂ O	Coordination compound [Zn(IAA) ₂ (NA) ₂]·2H ₂ O
C	Calculated	68,56	58,98	55,38
	Found	67,82	58,54	55,02
H	Calculated	5,18	4,95	4,65
	Found	4,88	4,62	4,268
N	Calculated	8,02	22,94	12,11
	Found	7,64	22,56	11,72
O	Calculated	18,26	13,10	18,44
	Found	17,88	12,68	18,06
M	Calculated	-	-	9,42
	Found	-	-	8,96

A new mixed-ligand Zn(II) coordination compound containing indole-3-acetic acid and nicotinamide ligands was successfully synthesized. The elemental analysis results confirmed the proposed composition of the complex. The obtained data indicate the formation of a stable hydrated coordination compound suitable for further physicochemical investigations.

References:

1. Мукимова Г.Ж. Синтез и исследование координационных соединений сукцинатов некоторых 3d-металлов с амидами: Автореф. дис ... канд. хим. наук. – Ташкент, 1999. – С. 35-38.
2. Sharipova L.A., Azizov T.A., Ibragimova M.R. Acetamide and nicotinic acid of monotype ligand coordination compounds of zinc nitrate // Universum: chemistry and biology, - Moskva, 2021. №5 (83).- P. 45-49.
3. Ж.У. Туракулов, Т.А. Азизов. Синтез и исследование координационных соединений ацетата кальция с ацетамидом. //Научный журнал. Universum: Химия и биология. №9 (51). Москва, 2018. С.18-24.
4. Харитонов Ю.А., Цивадзе А.Ю., Смирнов А.Н. Анализ нормальных колебаний координированного ацета мида // Коорд. химия. – 1975. – Т.1. – № 2. – С. 214-219.

QUANTUM-CHEMICAL STUDY OF THE ELECTRONIC STRUCTURE OF THE [Zn(IAA)₂(NA)₂]·2H₂O COORDINATION COMPLEX

Ismailova Shahla Atanazarovna

Independent Researcher at the Khorezm Ma'mun Academy

shaxloismoilova48@gmail.com

Khasanov Shodlik Bekpulatovich

PhD., Deputy Chairman of Khorezm Ma'mun

Academy for Scientific Affairs

shadlik@mail.ru

Khudoyberganov Oybek Ikromovich

PhD., senior researcher of Khorezm Ma'mun Academy

oybek_hudoyberganov@mail.ru

Abstract. The electronic structure of the [Zn(IAA)₂(NA)₂]·2H₂O coordination complex was investigated using quantum-chemical calculations within the DFT framework. Geometry optimization, HOMO–LUMO analysis, Mulliken charge distribution, and energy gap evaluation were performed to determine the stability, coordination features, and electronic properties of the synthesized complex compound.

Keywords: Zn(II) complex, indole-3-acetic acid, nicotinamide, DFT calculations, HOMO–LUMO, electronic structure, coordination compound.

In recent years, Density Functional Theory (DFT) methods have been widely applied for the theoretical interpretation of experimental data and for predicting the physicochemical properties of newly synthesized coordination compounds. In the present study, quantum-chemical calculations were performed for indole-3-acetic acid (IAA), nicotinamide (NA), and the newly synthesized $[\text{Zn}(\text{IAA})_2(\text{NA})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ coordination complex in order to evaluate their optimized geometric structures, electronic distributions, and frontier molecular orbital characteristics. Particular attention was paid to the analysis of HOMO–LUMO energies, energy gap (ΔE), Mulliken atomic charges, dipole moment, and molecular stability parameters, which provide valuable information about the reactivity and electronic properties of the investigated system (Murray J.S., Politzer P., 2011). The obtained theoretical results were further correlated with the experimental spectroscopic data to confirm the proposed coordination mode and structural features of the complex. The optimized geometry (Figure 1) again reveals a distorted octahedral $\{\text{ZnN}_2\text{O}_4\}$ coordination sphere. Since the diamagnetic singlet provides no spin density, the $\{\text{ZnN}_2\text{O}_4\}$ assignment is established by two alternative criteria: the Zn–N bond lengths (2.207 and 2.214 Å), which fall within the expected range for Zn–N coordinate bonds, and the NBO charge difference between the coordinating nitrogens (–0.621 and –0.617 e) and the non-coordinating indolin-2-one NH groups (–0.868 e), confirming $\text{N} \rightarrow \text{Zn}$ σ -donation.

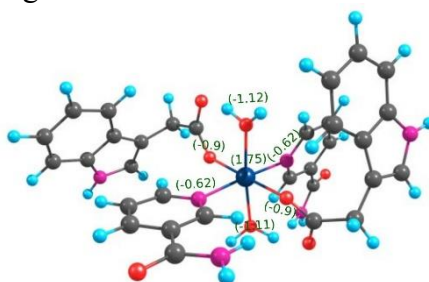


Figure 1. Optimized geometry (CAM-B3LYP/LANL2DZ) with NBO natural charges in parentheses (green). Zn (blue), O (red), N (magenta), C (dark gray), H (cyan). Zn–O bonds in red; Zn–N bonds in magenta.

The Zn NBO charge is +1.754 e, representing a charge reduction of only 0.246 e — the smallest in Series B (M.E. Solovyev, M.M. Solovyev., 2005). This reflects the d^{10} electronic configuration: the fully occupied 3d shell (3d occupation 9.99 e) provides no empty d-based acceptor orbitals, so ligand donation is confined to the diffuse 4s orbital (0.24 e). As a result, the Zn–N bonds (2.207–2.214 Å) are the longest in the series, and the Zn–donor interactions are the most ionic. The Zn–O(carboxylate) bonds (2.082 and 2.133 Å) and Zn–O(aqua) bonds (2.073 and 2.145 Å) preserve the carboxylate-over-aqua donor strength ordering observed across the series. The HOMO–LUMO gap is $E_g = 6.42$ eV (Figure 2), with $\eta = 3.21$ eV. As a closed-shell singlet, the gap is defined from a single set of molecular orbitals without spin-channel ambiguity. The LUMO energy of –0.550 eV is negative, reflecting the same $\text{N} \rightarrow \text{Zn}$ donation mechanism that stabilizes the virtual acceptor orbitals in all Series B members. The LUMO is concentrated at the Zn–N/O coordination core; the HOMO is an indole π -type orbital on one ligand arm, confirming the universal HOMO character across the series (O.X. Poleshuk, D.M. Kijner., 2006).

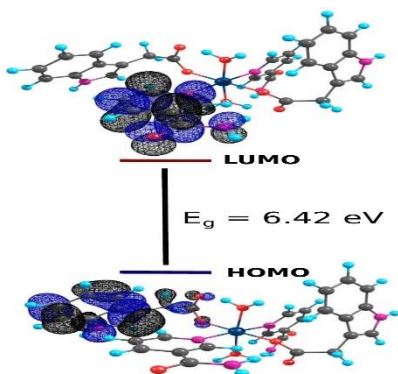


Figure 2. Frontier molecular orbitals (CAM-B3LYP/LANL2DZ, isovalue = 0.02 a.u.). LUMO (top): concentrated at the Zn–N/O coordination core. HOMO (bottom): indole π -system of one ligand arm. $E_g = 6.42 \text{ eV}$.

Table 1.
Results obtained from quantum-chemical calculations of the $[\text{Zn}(\text{IAA})_2(\text{NA})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ complex compound

Coordination compound	No	Quantum-chemical parameters	Values of Quantum-Chemical Parameters
$[\text{Zn}(\text{IAA})_2(\text{NA})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1	E_{HOMO} , a.u	−0.25618 eV
	2	E_{LUMO} , a.u	−0.02021 eV
	3	$ \Delta E = E_{\text{HOMO}} - E_{\text{LUMO}}$, (a.u)	0.23597eV
	4	Ionization potential, $I = -E_{\text{HOMO}}$, (a.u)	0.25618eV
	5	Electron affinity, $A = -E_{\text{LUMO}}$, (a.u)	0.02021 eV
	6	Electronegativity $\chi = (I + A)/2$ (a.u)	0.13820eV
	7	Dipole moment, μ (Debay)	2.647107

Table 2.
Quantum-Chemical Parameters of the $[\text{Zn}(\text{IAA})_2(\text{NA})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Complex

Parameter	Value
File Type	.fch
Calculation Type	FOPT
Calculation Method	RCAM-B3LYP
Basis Set	LANL2DZ
Charge	0
Spin	Singlet
Solvation	None
Electronic Energy	-2233.453337 Hartree
RMS Gradient Norm	0.000006 Hartree/Bohr
Imaginary Freq	0
Dipole Moment	2.647107 Debye
Point Group	-

Conclusion. In this study, a new mixed-ligand coordination compound, $[\text{Zn}(\text{IAA})_2(\text{NA})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, based on Zn(II) ion, indole-3-acetic acid (IAA), and nicotinamide (NA), was successfully synthesized and investigated using combined experimental and computational approaches. The proposed composition and coordination mode of the complex were confirmed by physicochemical and quantum-chemical analyses. Theoretical calculations were carried out within the framework of Density Functional Theory (DFT) employing the RCAM-B3LYP functional and LANL2DZ basis set, which provided important information about the electronic structure and stability of the complex.

The optimized structure exhibited good convergence parameters with the absence of imaginary frequencies, indicating the formation of a stable molecular system. The calculated frontier molecular orbital energies revealed HOMO and LUMO values of -0.25618 and -0.02021 eV, respectively, with an energy gap (ΔE) of 0.23597 eV. The relatively small HOMO–LUMO energy gap suggests enhanced electronic delocalization and possible charge-transfer interactions within the coordination sphere. Furthermore, the ionization potential (0.25618 eV), electron affinity (0.02021 eV), and electronegativity value (0.13820 eV) confirmed the moderate electronic stability and reactivity of the complex. The calculated dipole moment value of 2.647107 Debye indicates the polar nature of the coordination compound.

References:

5. Murray J.S., Politzer P. The electrostatic potential: an overview // Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science. – 2011. – Vol. 1, № 2. – P. 153–163.
6. М.Е. Соловьев, М.М. Соловьев. Компьютерная химия. Москва, Солон-Пресс, 2005, 536 с.
7. О.Х. Полещук, Д.М. Кижнер. Химические исследования методами расчета электронной структуры молекул: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2006. – 146 с.

β – DIKETON HOSILALARI ASOSIDAGI Zn(II) NING TURLI LIGANDLI KOMPLEKS BIRIKMALARINI SINTEZ QILISH VA O'RGANISH.

Q.T.Siddiqova¹, Sh.Sh.Daminova².

¹**Qarshi davlat texnika universiteti Qarshi sh.,**

²**O'zbekiston Milliy universiteti professori Toshkent shahri.**

Email: siddiqovaqizlarxon1@gmail.com

Email: damanova_sh@mail.ru

Annotation: For the first time, complex compounds of Zn(II) ions with β -diketone derivatives and heteroligands with 2-amino-1-methylbenzimidazole (MAB) were synthesized. The structure of the synthesized coordination compounds was studied using SEM-EDS and IR-spectroscopy. It was found that the composition, structure and properties of the complex compounds depend on the nature of the complexing agent and the coordination methods of the ligand.

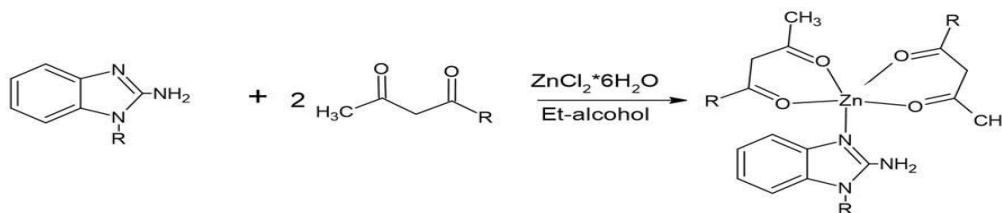
Keywords: ligand, acetylacetone, benzoylacetone, 2-amino-1-methylbenzimidazole, 2-aminobenzimidazole;

So'nggi o'n yilliklarda β -diketonlar va ularning hosilalarini sintez qilishning ko'plab usullari va uslublari ishlab chiqilgan. (Urbaniak W va boshq., 2011). Ushbu tadqiqotlarda asosiy e'tibor faol dori birikmalarini ajratib olish uchun muqobil yo'l sifatida β -diketonlardan foydalanishga qaratilgan. β -diketonlar xalkogenlar, flavonoidlar va geterotsiklik birikmalar sintezida prekursorlar sifatida keng qo'llanilgan (Hansen P. E. 2021).

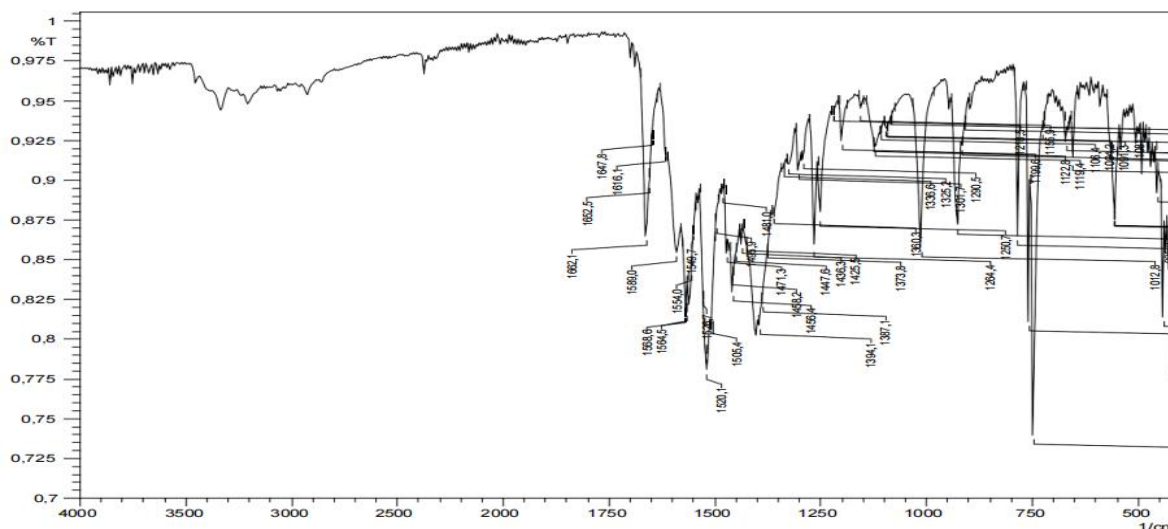
Ushbu ishda Zn(II) ionining atsetilatseton va azot saqllovchi organik ligandlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalarini sintez qilish va hosil qilingan kompleks birikmalarning fizik – kimyoviy xossalari o'rganishga bag'ishlangan. Hozirgi kunda tarkibida geteroatom saqlagan organik birikmalar asosida olingan kompleks birikmalardan kataliz, tibbiyotda, materialshunoslik

sohalarida keng tarmoqda foydalanilganligi sababli, olimlar tomonidan katta ilmiy qiziqish uyg'otmoqda.

Tadqiqot jarayonida Zn(II) ning β – diketon (acac) hamda 2-amino-1-metilbenzimidazol (MAB) ligandlari asosida yangi aralash ligandli kompleks birikmalar sintez qilindi. Kompleks birikmalarni sintez qilish uchun $\text{Me}^{2+}:\text{L1}:\text{L2}$ 1:2:2 molyar nisbatda olindi. Erituvchi sifatida tegishli suv yoki etil spirti ishlatildi. Kompleks birikmalarni sintez qilish jarayonida tegishli metall ionlarining SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- anionli tuzlaridan foydalanildi. Kompleks hosil qilish jarayoniga asidoligandlar ta'siri yo'q ekanligi va ular koordinatsion sferani hosil qilishda ishtirok etmasligi aniqlandi. Sintez reaksiyasi quyidagi sxema bo'yicha amalga oshiriladi. Sintez quyidagi reaksiya asosida amalga oshirildi.

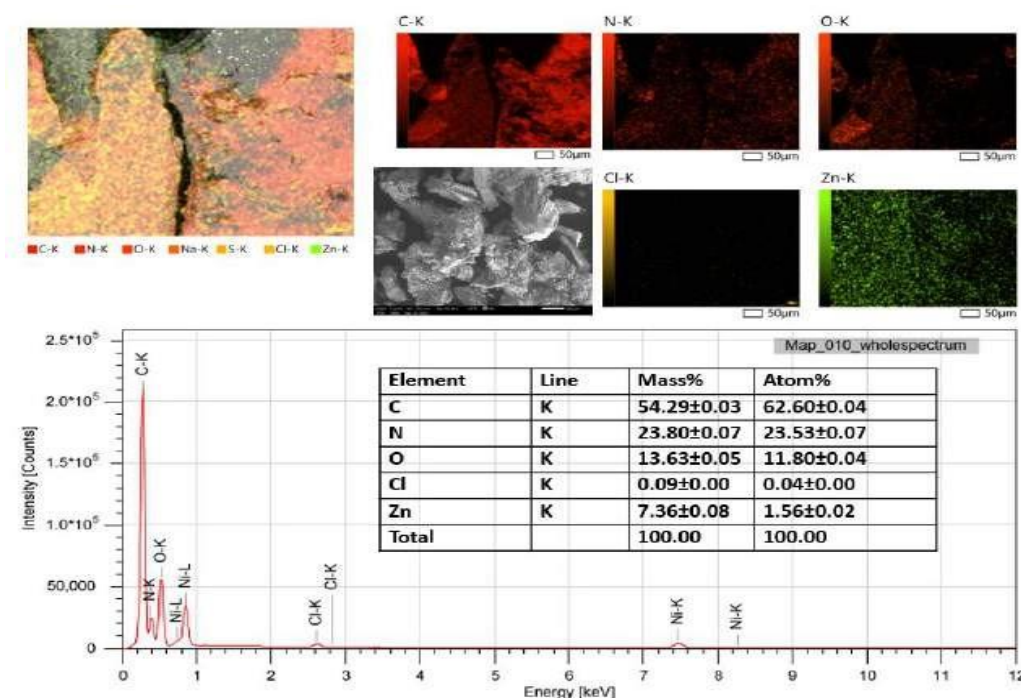


Olingan kompleks birikmalarning tarkibi va tuzilishi zamonaviy fizik – kimyoviy usullar yordamida tahlil qilindi. Asosiy o'zgarish geterohalqadagi $\nu(\text{C}=\text{N})$ guruhda ketib, uning qiymati $27\text{--}44\text{ cm}^{-1}$ ga o'zgargan. (Siddiqova va boshq., 2024). $[\text{Zn}(\text{acac})_2\text{MAB}]$ kompleks birikmalarida ushbu guruh bergan tebranishlar mos ravishda 1551 va $1596\text{--}1564\text{ cm}^{-1}$ sohada kuzatiladi. Shuni ta'kidlash kerakki, kompleks birikmalarda $1591\text{--}1550\text{ cm}^{-1}$ sohada intensiv tebranish chiziqlarining bo'lishi MAB (2-amino-1-metilbenzimidazol) geterohalqasidagi $\text{C}=\text{N}$ guruhi hamda acac dagi $\text{C}=\text{O}$ guruhi bergan valent tebranishlarga ham tegishli bo'lishi mumkin. $[\text{Zn}(\text{acac})_2\text{MAB}]$ kompleks birikmalarida ushbu $\text{C}=\text{O}$ guruh bergan tebranishlar mos ravishda 1589 cm^{-1} sohada kuzatiladi



1-rasm. IQ-spektr: $[\text{Zn}(\text{acac})_2\text{MAB}]$.

Hozirgi vaqtda aniq ilmiy va texnologik muammolarni hal qilish uchun kompleks tahlilda skanerlovchi elektron mikroskopiya va energiya dispersiv rentgen diffraksiyasi (SEM-EDX) keng qo'llaniladi (SEM-EDX) natijalari metall ionlari bilan organik ligandlarning murakkab hosil bo'lishi va ligandlarning mikro tuzilishidagi o'zgarishlar bilan bir qatorda metal ionlariga xos bo'lgan ko'p sonli cho'qqilarni ko'rsatdi.



2.-rasm. Kompleks $[\text{Zn}(\text{acac})_2\text{MAB}]$ ning mikrostrukturasi, xaritalash va element tahlil natijalari.

Adabiyotlar:

1. Urbaniak W., Jurek K., Witt K., Goraczko A. Properties and application of diketones and their derivatives // *Chemik.* – 2011. – V. 65. – N. 4. – P. 273-282.
2. Hansen P. E. Structural studies of β -diketones and their implications on biological effects // *Pharmaceuticals.* – 2021. – V. 14. – N. 11. – P. 1189.
3. Siddiqova Q., Murodov S., Kadirova Z., Daminova Sh. Синтез и исследование гетеролигандных соединений Ni(II) с производными β -дикетона и 2-аминобензимидазола.

GIDROTERMİK USULDA 2D MoS_2 PARCHALARINING SINTEZI

Prof.DSc. Mahesh Kumar, Avganov Shuxrat Uktamovich

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti Biokimyo instituti, Samarqand shahri, O'zbekiston

e-mail: avganovshuxrat@gmail.com tel: +998949036070

Abstract. MoS_2 nanoparticles were synthesized using a hydrothermal method and the effect of synthesis parameters on their crystal structure was studied. XRD, SEM and Raman analyses confirmed the formation of layered nanostructures with a high degree of crystallinity. The potential applications in energy storage, supercapacitor, catalytic and electrochemical systems were evaluated.

Keywords: MoS_2 , hydrothermal synthesis, nanoparticles, XRD, SEM, Raman spectroscopy.

Molibden disulfid (MoS_2) ikki o'lchovli qatlamli nanomaterial bo'lib, yuqori elektron, katalitik va elektrokimyoviy xususiyatlari bilan ajralib turadi. Uning katta sirt maydoni va qatlamli tuzilishi energiya saqlash qurilmalari, sensorlar hamda katalitik tizimlarda keng qo'llanishiga imkon beradi.

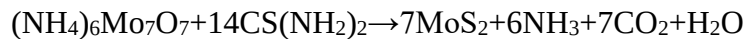
MoS_2 nanostrukturalarining xossalari sintez usuliga bevosita bog'liq. Gidrotermik usul oddiyligi, iqtisodiy samaradorligi va morfologiyani boshqarish imkoniyati bilan samarali texnologiya hisoblanadi. Tadqiqotlar 180–220 °C harorat oralig'ida sintez qilingan MoS_2 nanoparchalari yuqori kristallik darajasiga ega bo'lishini ko'rsatadi.

Ushbu ishning maqsadi gidrotermik usul yordamida MoS_2 nanoparchalarini sintez qilish, sintez parametrlarining ularning tuzilishiga ta'sirini o'rganish hamda olingan materiallarning amaliy qo'llanish imkoniyatlarini baholashdan iborat.

MoS₂ nanoparchalarining gidrotermik usulda sintezi uchun reagentlar:

- Ammoniy molibdat — molibden manbai;
- Tiomochevina — oltingugurt manbai;
- Distillangan suv — erituvchi muhit;
- Etanol — yuvish uchun ishlatildi

Molibden manbai sifatida ammoniy molibdat, oltingugurt manbai sifatida esa tiomochevina ishlatildi. Reagentlar distillangan suvda eritilib, gomogen eritma hosil qilindi va avtoklav reaktorida 180–220 °C haroratda 12–24 soat davomida sintez qilindi. Jarayon davomida quyidagi umumiy reaksiya sodir bo'ladi:



Sintezdan so'ng mahsulot filtrlanib, suv va etanol bilan yuvildi hamda quritildi. Olingan namunalar XRD, SEM va Raman spektroskopiyasi yordamida tahlil qilindi.

- Rentgen difraksiya (XRD) — MoS₂ ning kristall tuzilishi va fazaviy tarkibini aniqlash uchun;
- Skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) — nanostrukturalarning morfologiyasi va o'lchamini o'rganish uchun;
- Raman spektroskopiyasi — qatlamlar soni va tebranish modlarini tahlil qilish uchun qo'llanildi.

XRD tahlillari MoS₂ ning 2H-fazali geksagonal kristall tuzilishga ega ekanligini ko'rsatdi. SEM tasvirlarida 100–300 nm o'lchamdagi qatlamli va gulga o'xshash nanostrukturalar kuzatildi. Raman spektrida E_{2g}¹ va A_{1g} modlarining mavjudligi MoS₂ ning ko'p qatlamli tuzilishini tasdiqladi.

Olingan natijalar gidrotermik usul orqali yuqori kristallik darajasiga ega MoS₂ nanoparchalarini olish mumkinligini ko'rsatdi. Ushbu nanomateriallar yuqori sirt maydoni va elektrokimyoviy faolligi tufayli energiya saqlash hamda katalitik tizimlarda istiqbolli material hisoblanadi.

Gidrotermik usul yordamida sintez qilingan MoS₂ nanoparchalari yuqori sirt maydoni, qatlamli kristall tuzilishi va elektrokimyoviy faolligi bilan amaliy jihatdan muhim nanomaterial hisoblanadi. Ushbu xususiyatlar ularning energiya saqlash tizimlarida, ayniqsa superkondensator va litiy-ion batareyalar elektrod materiallari sifatida muhim rol o'ynaydi. MoS₂ nanostrukturalari ionlarning tez diffuziyanishini ta'minlashi sababli energiya almashinuvi jarayonlarining samaradorligini oshiradi.

Bundan tashqari, MoS₂ ning rivojlangan faol markazlari uni katalitik va fotokatalitik jarayonlarda istiqbolli materialga aylantiradi. Xususan, vodorod ajratib olish reaksiyalari, organik birikmalarni parchalanishi va suvni tozalash texnologiyalarida ushbu materialdan foydalanish imkoniyati mavjud. Nanoo'lchamli qatlamli tuzilish elektron transportini yaxshilashi sababli MoS₂ sensor qurilmalar va nanoelektronika sohasida ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Gidrotermik sintez texnologiyasining nisbatan sodda va iqtisodiy jihatdan qulayligi MoS₂ nanoparchalarini katta miqdorda olish imkonini beradi. Shu sababli mazkur materiallar zamonaviy energetika, ekologiya va elektronika sanoatining istiqbolli funksional materiallari sifatida baholanmoqda.

MoS₂ asosidagi ikki o'lchovli nanomateriallar kelajakda yuqori samaradorlikka ega funksional materiallar sifatida muhim ilmiy va texnologik ahamiyat kasb etishi kutilmoqda. Ayniqsa, energiya saqlash texnologiyalarining rivojlanishi bilan superkondensatorlar va yangi avlod batareyalarida yuqori sig'imga ega elektrod materiallariga talab ortib bormoqda. Qatlamli MoS₂ nanostrukturalari katta sirt maydoni va yaxshi elektr o'tkazuvchanligi tufayli ushbu yo'nalishda istiqbolli materiallardan biri hisoblanadi.

Kelgusida MoS₂ nanostrukturalarini boshqa ikki o'lchovli materiallar, jumladan grafen va 2D material bilan kompozit holatda sintez qilish orqali ularning elektrokimyoviy va mexanik xususiyatlarini yanada yaxshilash imkoniyati mavjud. Shuningdek, sun'iy intellekt va nanoelektronika sohalarining rivojlanishi MoS₂ asosidagi ultra yupqa sensorlar, moslashuvchan elektron qurilmalar va yuqori sezgir detektorlar yaratish istiqbollari kengaytirmoqda.

Fotokataliz va ekologik texnologiyalar yo'nalishida ham MoS₂ ning amaliy ahamiyati ortib bormoqda. Xususan, suvni tozalash, zararli organik moddalarni parchalanishi hamda vodorod energetikasida katalizator sifatida qo'llash bo'yicha olib borilayotgan tadqiqotlar ushbu materialning kelajakdagi sanoat ahamiyatini oshirmoqda. Shu sababli MoS₂ nanoparchalarini sintez qilish va ularning

xossalarini chuqur o'rganish zamonaviy nanomateriallar kimyosining istiqbolli yo'nalishlaridan biri bo'lib qolmoqda.

Ushbu tadqiqotda MoS₂ nanoparchalari gidrotermik usul yordamida muvaffaqiyatli sintez qilindi va sintez parametrlarining ularning kristall tuzilishi hamda morfologiyasiga ta'siri o'rganildi. XRD, SEM va Raman tahlillari natijasida yuqori kristallik darajasiga ega qatlamli nanostrukturalar hosil bo'lgani aniqlandi.

Tadqiqot natijalari reaksiyaning harorati va davomiyligi MoS₂ nanoparchalarining o'lchami, qatlamlar soni va sirt xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi. Olingan nanomateriallar yuqori sirt maydoni va yaxshi elektrokimyoviy faolligi tufayli energiya saqlash qurilmalari, superkondensatorlar hamda katalitik tizimlarda istiqbolli funksional material sifatida baholandi.

Shuningdek, gidrotermik usulning soddaligi, iqtisodiy samaradorligi va morfologiyani boshqarish imkoniyati MoS₂ asosidagi nanomateriallarni laboratoriya hamda sanoat miqyosida olish uchun samarali texnologiya ekanligini tasdiqladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

B. Radisavljevic et al. Single-layer MoS₂ transistors, *Nature Nanotechnology*. – 2011. – Vol. 6. – P. 147–150.

D. Voiry et al. Phase engineering of transition metal dichalcogenides, *Chemical Society Reviews*. – 2015. – Vol. 44. – P. 2702–2712.

Q. H. Wang et al. Electronics and optoelectronics of two-dimensional transition metal dichalcogenides // *Nature Nanotechnology*. – 2012. – Vol. 7. – P. 699–712.

Y. Zhang et al. Controlled synthesis of MoS₂ nanostructures by hydrothermal method, *Journal of Materials Chemistry A*. – 2013. – Vol. 1. – P. 11637–11644.

SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF A COBALT(II) COMPLEX BASED ON 2-AMINO-6-METHYLBENZOTHAZOLE

A.B.Khushbokov¹, I.A.Umbarov¹

¹Termez State University, Termez, Uzbekistan

*e-mail: axushboqov@bk.ru

Abstract. In this work, a new cobalt(II) complex compound based on the 2-amino-6-methoxybenzothiazole (MeOABT) ligand was synthesised. The obtained complex was studied by single-crystal X-ray diffraction. The structural analysis results showed that the Co(II) centre is coordinated by two chloride ions and the nitrogen atoms of two MeOABT ligands. It was determined that the complex has a distorted tetrahedral geometry.

Keywords: cobalt(II) complex, benzothiazole, MeOABT, crystal structure, coordination chemistry

Benzothiazole derivatives are of great importance in modern chemistry and the pharmaceutical industry, distinguished by their various biological activity properties, including antimicrobial, antitumour, and antioxidant effects. For this reason, benzothiazole-based compounds and their metal complexes are extensively studied in scientific research.

According to studies, benzothiazole derivatives form various complexes with transition metals, and the structure of these complexes depends on the nature of the metal ion and the donor properties of the ligand (Refat and El-Deen, 2013). In these complexes, coordination usually occurs via the nitrogen atoms, and they exhibit various spatial geometries. In particular, 2-amino-6-methoxybenzothiazole (MeOABT) is an important ligand that forms complexes with various transition metals. Complexes of the MeOABT ligand with Fe(III), Co(II), Ni(II) and Cu(II) ions were synthesised, and their physicochemical and biological properties were studied (Ilkimen et al. 2014).

It has been found that in the metal complexes of benzothiazole derivatives, coordination usually occurs via the endocyclic nitrogen atom within the ring (Hu S. et al. 2015). This is related to the ligand's donor properties and its electronic configuration. Furthermore, MeOABT-based copper(II) complexes have been found to exhibit high biological activity (Li S. et al. 2014). This confirms that the study of metal complexes based on benzothiazole ligands is a promising direction.

Although complexes of the MeOABT ligand with certain metal ions have been studied, the structural characteristics of the crystal complexes formed with cobalt(II) ions have not been sufficiently elucidated.

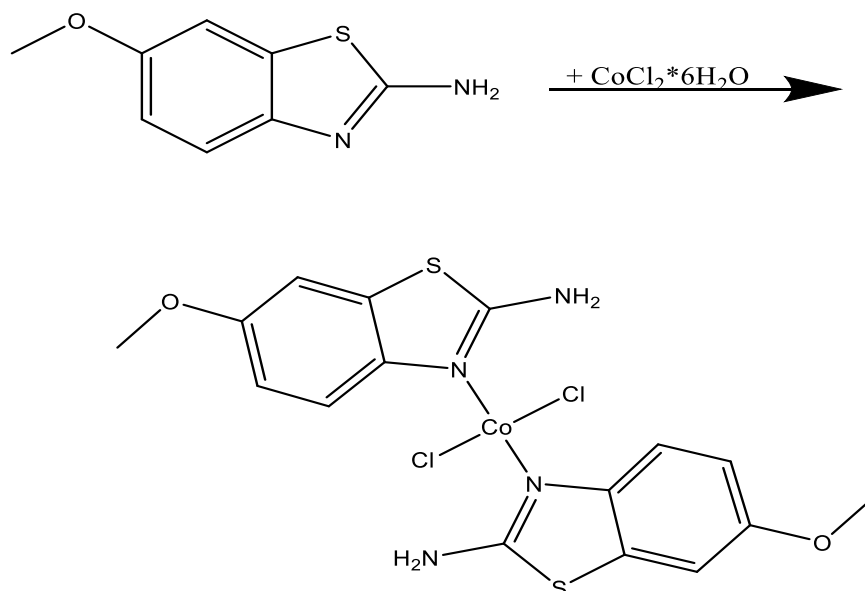
In this work, a new cobalt(II) complex based on 2-amino-6-methoxybenzothiazole was synthesised and its crystal structure was investigated.

The complex compound was synthesised using cobalt(II) chloride hexahydrate ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) and the 2-amino-6-methylbenzothiazole (MeOABT) ligand. The MeOABT ligand was dissolved in ethanol at a concentration of 0.1 M. The $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ salt was then added to the ligand solution in a 1:2 molar ratio.

The resulting mixture was stirred using a magnetic stirrer at 50 °C for 40 minutes. A homogeneous solution was obtained. The solution was then left open to slowly evaporate at room temperature. Over a period of 7 days, blue monocystals were isolated from the solution. The crystals that formed were filtered, isolated and dried.

The crystals obtained were studied by single-crystal X-ray diffraction. The data were collected on an XtaLAB Synergy (Rigaku) diffractometer using $\text{MoK}\alpha$ radiation ($\lambda = 0.71073 \text{ \AA}$). A HyPix3000 was used as the detector. Structure solution and refinement were carried out using the Olex2 programme.

According to the X-ray diffraction results, the complex crystallised in the monoclinic crystal system, with the space group $\text{P}2_1/\text{c}$. A complex compound was formed as a result of the reaction between the 2-amino-6-methoxybenzothiazole (MeOABT) ligand and cobalt(II) chloride hexahydrate. During the reaction, the ligand coordinates to the metal centre via its endocyclic nitrogen atoms, resulting in the formation of the $[\text{Co}(\text{MeOABT})_2]\text{Cl}_2$ complex.



The Cobalt(II) centre forms four coordination bonds, creating a near-tetrahedral coordination environment. Surrounding the central metal are two chloride ions and the nitrogen donor atoms of two 2-amino-6-methoxybenzothiazole ligands.

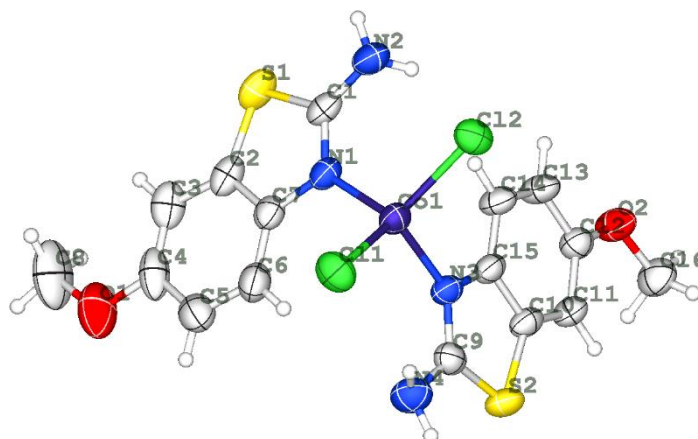


Figure 1. Molecular structure and crystal structure of the $[Co(MeOABT)_2]Cl_2$ complex.

The ligands are coordinated to the metal centre via the endocyclic nitrogen atoms of the benzothiazole ring, with the sulphur atoms not participating in the coordination. This situation is consistent with the data in the literature on the coordination properties of benzothiazole derivatives.

Although both ligands in the complex are chemically identical, they are crystallographically independent. This indicates minor differences in their spatial arrangement and torsion angles. Consequently, the coordination environment is slightly distorted from the ideal tetrahedral shape.

The close similarity in the Co–N and Co–Cl bond lengths confirms that the complex has a stable coordination structure. The deviation of the angles from the ideal values indicates the formation of a distorted tetrahedral geometry.

In this work, a new cobalt(II) complex based on the 2-amino-6-methoxybenzothiazole ligand was synthesised. The results of X-ray diffraction showed that the complex has a distorted tetrahedral geometry. It was determined that the ligands are coordinated to the metal centre via their nitrogen atoms. The results obtained are of great importance for the study of the coordination chemistry of benzothiazole derivatives.

References

- Hu, S.; Cui, X.; He, W.; Chen, X.; Gu, Z.; Zhao, J.; Zeng, G.; Shi, Z.; Zhu, L.; Nie, H. *Journal of Inorganic and General Chemistry*, 2015.
- Ilkimen, H.; Yenikaya, C.; Sari, M.; Bulbul, M.; Aslan, M.; Suzen, Y. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 2014.
- Li, C.; Yin, B.; Kang, Y.; Liu, P.; Chen, L.; Wang, Y.; Li, J. *Inorganic Chemistry*, 2014.
- Refat, M. S.; El-Deen, I. M. *Synthesis and characterization of metal complexes of benzothiazole derivatives. Spectrochimica Acta Part A*, 2013.

ELECTRONIC STRUCTURE AND QUANTUM-CHEMICAL PROPERTIES OF THE COPPER(II) IBUPROFENATE COMPLEX

Rakhimov Bekzod Davronbekovich

A doctoral student at the Khorezm Mamun Academy
braximov227@mail.com

Khasanov Shodlik Bekpulatovich

PhD., Deputy Chairman of Khorezm Ma'mun
Academy for Scientific Affairs
shadlik@mail.ru

Ashirov Mansur Allanazarovich

PhD., senior researcher of Khorezm Ma'mun Academy
mansur.ashirov.86@mail.ru

Khudoyberganov Oybek Ikromovich

PhD., senior researcher of Khorezm Ma'mun Academy

oybek_hudoyberganov@mail.ru

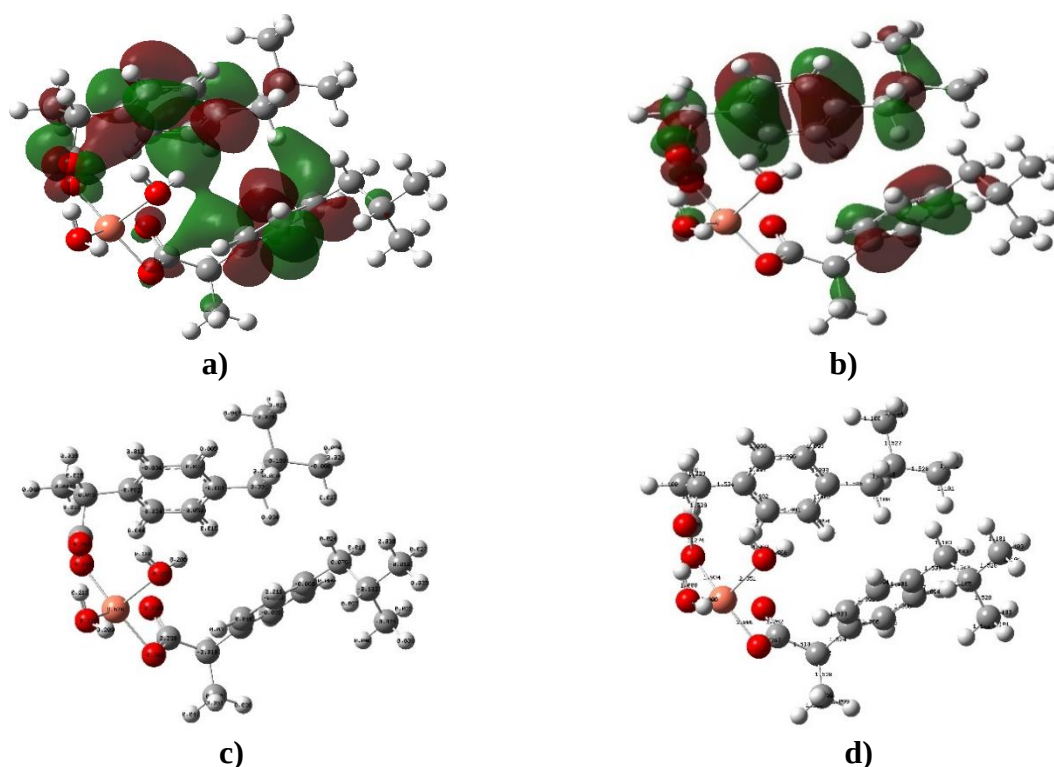
Abstract: In this study, the electronic structure and quantum-chemical properties of the copper(II) ibuprofenate complex were investigated using DFT calculations. Geometric parameters, HOMO–LUMO energies, energy gap, charge distribution, and dipole moment were determined to evaluate the stability and reactivity of the complex.

Keywords: Copper(II) ibuprofenate, coordination compound, DFT analysis, electronic structure, HOMO–LUMO, quantum-chemical properties, dipole moment.

In recent years, transition metal complexes of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) have attracted considerable attention in coordination and medicinal chemistry due to their enhanced biological activity and modified physicochemical properties compared with the parent drugs (Zebhi M., Jorige A., 2023). Ibuprofen, containing a carboxylate functional group, can coordinate with transition metal ions through different coordination modes, forming stable mono- and polynuclear complexes. Among transition metals, Cu(II) ions are of particular interest because of their variable coordination geometry, redox activity, and biological significance. Copper(II) ibuprofen complexes have demonstrated promising antimicrobial and antitumor properties, as well as strong interactions with biomolecules such as proteins and DNA (Monteiro L.P.G. et al., 2025). Structural investigations revealed that ibuprofen usually coordinates through the carboxylate oxygen atoms in monodentate or bidentate modes (Abu Ali H. et al., 2016).

Modern quantum-chemical methods, especially Density Functional Theory (DFT), are widely used for studying the electronic structure, stability, and reactivity of coordination compounds. DFT calculations provide important information about HOMO–LUMO energies, charge distribution, dipole moment, and molecular stability (Manzano C.M. et al., 2018). However, detailed quantum-chemical investigations of copper(II) ibuprofenate complexes remain limited. Therefore, the study of their electronic structure and quantum-chemical properties is important for understanding their stability, coordination behavior, and potential biological activity.

All quantum chemical calculations were carried out using the Gaussian 16 software package. The molecular geometry was fully optimized in the gas phase without symmetry constraints using the range-separated hybrid functional CAM-B3LYP, which incorporates the Coulomb-attenuating method to improve the description of long-range exchange interactions. The LANL2DZ basis set was employed throughout: it applies the Los Alamos National Laboratory double-zeta ECP basis for zinc, treating the inner core electrons through relativistic effective core potentials, while the ligand atoms (C, N, O, H) are described with the standard Dunning/Huzinaga full double-zeta basis. Frequency calculations were performed on the optimized structure to confirm that the geometry corresponds to a true energy minimum on the potential energy surface (absence of imaginary frequencies). Natural bond orbital (NBO) analysis was performed using the NBO 7 program interfaced with Gaussian 16 to obtain natural atomic charges, orbital hybridizations, and donor-acceptor interactions via second-order perturbation theory. Frontier molecular orbitals (HOMO, LUMO) and their energy eigenvalues were extracted from the converged DFT wavefunction. The electrostatic potential was computed on the 0.001 a.u. electron density isosurface and mapped with a color scale ranging from electron-rich (red) to electron-poor (blue) regions.



- a — LUMO orbital of the $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ complex;
b — HOMO orbital of the $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ complex;
c — Mulliken charge distribution;
d — bond lengths.

References:

1. Zebhi M., Jorige A. Review on NSAID Metal Complexes: Synthesis, Characterization and Biological Activity // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research. – 2023. – Vol. 28, Issue 4. – P. 227–239.
2. Monteiro L.P.G., Gomes A., Silva C., Mendes R.F., Almeida Paz F.A., Chernyshov D., Rocha J., Martel F., Santos T.M., Leite Ferreira B.J.M. Towards targeted cancer therapy: synthesis, characterization, and biological activity of a new Cu(II)-ibuprofen-2,2'-dipyridylamine metal complex // Heliyon. – 2025. – Vol. 11, Issue 1. – Article e41323. DOI: 10.1026/j.heliyon.2024.e41323.
3. Abu Ali H., Omar S.N., Darawsheh M.D., Fares H. Synthesis, characterization and antimicrobial activity of zinc(II) ibuprofen complexes with nitrogen-based ligands // Journal of Coordination Chemistry. – 2016. – Vol. 69, Issue 6. – P. 1110–1122. DOI: 10.1080/00958972.2016.1149819.
4. Manzano C.M., Bergamini F.R.G., Lustri W.R., Ruiz A.L.T.G., de Oliveira E.C.S., Ribeiro M.A., Formiga A.L.B., Corbi P.P. Pt(II) and Pd(II) complexes with ibuprofen hydrazide: characterization, theoretical calculations, antibacterial and antitumor assays and studies of interaction with CT-DNA // Journal of Molecular Structure. – 2018. – Vol. 1156. – P. 493–502. DOI: 10.1016/j.molstruc.2017.10.072.

$[\text{Mn}(\text{IAA})_2(\text{NIA})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ KOMPLEKS BIRIKMASINING TERMIK TAHLILI

Ismailova Shahla Atanazarovna

Xorazm Ma'mun akademiyasi mustaqil tadqiqotchisi

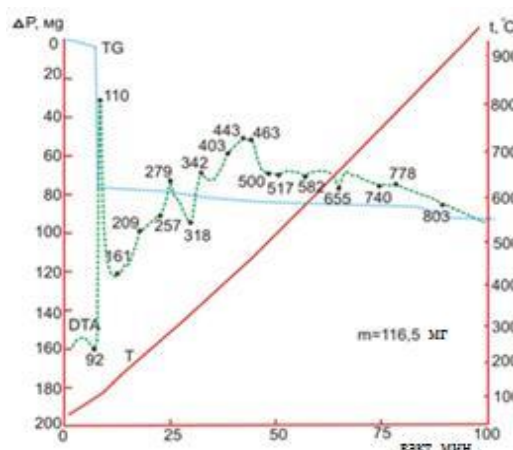
shaxloismoilova48@gmail.com

Abstract: The thermal behavior of the $[\text{Mn}(\text{IAA})_2(\text{NIA})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ coordination compound was investigated using thermogravimetric and differential thermal analysis methods. The stages

of dehydration, ligand decomposition, and formation of final metal oxide residue were determined, and the thermal stability of the complex was evaluated.

Keywords: Manganese complex, thermal analysis, coordination compound, thermogravimetry, ligand decomposition, thermal stability, metal oxide

Termik tahlil – fazaviy aylanishlar haroratini, ekzotermik va endotermik jarayonlar termik tabiatini aniqlashga imkon beruvchi usuldir. Bu usulda differentsial termik tahlil, termogravimetriya va derivatogravimetriyadan foydalaniladi. Differentsial termik tahlil – fazaviy o'tishlar (degidratatsiya, termik dissotsialanish, polimorf o'zgarishlar), shuningdek og'irlik o'zgarmasdan boradigan jarayonlar (suyuqlanish, kristallanish, polimorf o'zgarishlar va h.k.z.) haqida ma'lumot beradi. Termik analiz F.Paulik-L.Paulik-L.Erdey sistemali derivatografda 9 grad/min. tezlikda galvanometrnining sezgirliigi T-900, TG-200, DTA, DTG-1/10. Tutgich sifatida qopqoqsiz 10 mm diametrli platina tigeli ishlatildi. Etalon sifatida Al_2O_3 dan foydalanildi [Gabbott P., 2008]. $[Mn(IAA)_2(NIA)_2(H_2O)_2]$ kompleks birikma DTT natijasiga ko'ra $92^\circ C$ haroratda degidratatsiya jarayoni kuzatildi. Suvning chiqish haroratiga ko'ra uni tashqi sferada joylashgan ekanligini bilishimiz mumkin. $161^\circ C$ haroratda nikotinamid molekulasi termik o'tishi va parchalanishi (CO_2 , H_2O , NH_3) kuzatildi. $209^\circ C$ haroratlar geteroauksin molekulasini bosqichma-bosqich parchalanishi haroratiga xos. $257^\circ C$ da rux nitrating parchalanishi kuzatildi [Sharipova L.A., 2022]. Shuningdek, kompleks birikma termolizida boshqa endo- va ekzo effektlar kuzatildi (1-rasm).



1-rasm. $[Mn(IAA)_2(NIA)_2(H_2O)_2]$ kompleks birikmasining derivatogrammasi

Xulosa. $[Mn(IAA)_2(NIA)_2(H_2O)_2]$ kompleks birikmasining termik tahlili natijasida uning parchalanishi bosqichma-bosqich kechishi aniqlandi. Dastlab koordinatsiyalangan suv molekullari ajralishi, keyinchalik organik ligandlarning termik destruksiya kuzatildi. Tadqiqot natijalari kompleks birikmaning ma'lum darajada termik barqaror ekanligini hamda yakuniy mahsulot sifatida metall oksid hosil bo'lishini ko'rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Gabbott P.(ed.) Principles and Applications of Thermal Analysis. Singapore: Wiley-Blackwell, 2008. – P. 480.
2. Sharipova L.A. Synthesis, structure and properties of coordination compounds of zinc nitrate with homogeneous and mixed ligand ligands: Dis... Ph.D., Ph.D. - Bukhara, 2022.- P. 120.

Co(II) IONINING, SALITSILAMID HAMDA MONOETANOLAMIN BILAN KOMPLEKS BIRIKMASINING SINTEZI VA TADQIQOTI

Yadgarova Matluba Matmuratovna

Xorazm Ma'mun akademiyasi tayanch doktoranti

matlubaxamza@gmail.ru

Xo'janiyazov Azamat Ruzimbayevich

Urganch davlat tibbiyot instituti assistant o'qituvchisi

x.azamat1992@gmail.com

Xudoyberganov Oybek Ikromovich

Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi, PhD

oybek_hudoyberganov@mail.ru

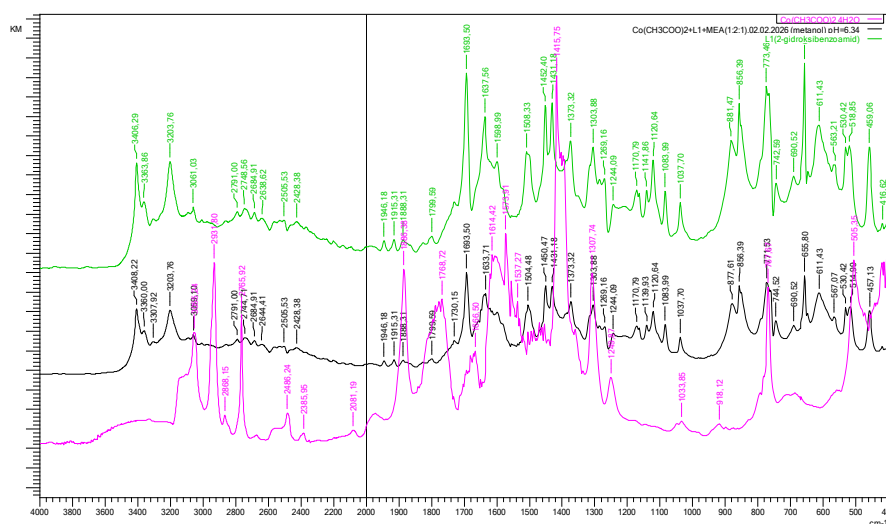
Abstract. In this study, a mixed-ligand coordination compound of Co(II) ion with salicylamide and monoethanolamine was synthesized. The structure of the complex was investigated using IR spectroscopy and SEM analyses. The obtained results confirmed the coordination of the ligands to the Co(II) ion and the formation of a stable complex compound.

Keywords: Mixed ligand, Co(II) acetate, 2-hydroxybenzamide (salicylamide), monoethanolamine (MEA), IR spectroscopy.

Koordinatsion kimyoda aralash ligandli komplekslar alohida qiziqish uyg'otadi, bunga sabab bunday sistemalarda ligandlarning elektron va sterik xususiyatlari metall markazining strukturaviy hamda fizik-kimyoviy xossalari sezilarli ta'sir ko'rsatadi [Khan, T. va boshq.,2022]. Ayniqsa, O,O- va N,O-donor ligandlar kombinatsiyasi metall ionining koordinatsion muhitini modifikatsiya qilish imkonini beradi [Czylkowska A. va boshq.,2020]. 2-gidroksibenzamid bidentat xelatlovchi ligand bo'lib, fenol va karbonil guruhining kislorod atomi yoki amin guruhining azot atomlari orqali metall ionlari bilan koordinatsiyalanishi mumkinligi aniqlangan [Fakhree F. M.,2026]. 2-gidroksibenzamidning Fe(III), Co(II) va Ni(II) bilan hosil qilingan komplekslar IQ va magnit o'lchovlar asosida o'rganilgan va ligandning metall bilan O,O- yoki O,N-tipda bog'lanishi aniqlangan [B.S. Pannu.,va S.L. Chopra.,1973]. Ularning natijalari Co(II) kompleksining tetraedrik geometriyaga ega ekanligini ko'rsatgan. Bundan tashqari N-(2-gidroksifenil)salitsilamid va uning gomologlari bilan Co(III) va Co(IV) komplekslarini sintez qilgan va ularning elektrokimyoviy xossalari va ESR spektrlari orqali yuqori oksidlanish holatlarini tasdiqlagan [Koikawa M. va boshq., 1989]. Monoetanolamin (MEA) esa bifunksional N,O-donor ligand bo'lib, amin va gidroksil guruhlari orqali metall bilan koordinatsiyalana oladi. Shuning uchun salitsilamid va MEA ligandlarining birgalikdagi ta'siri Co(II) ionining koordinatsion geometriyasi va elektron tuzilishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi kutiladi. Mazkur ishda salitsilamid va monoetanolamin ishtirokida Co(II) ionining aralash ligandli kompleksini sintez qilish, uning tuzilishini IQ va SEM spektrlari yordamida aniqlash hamda koordinatsiya mexanizmini tahlil qilish maqsad qilingan.

Tajriba metodologiyasi. Dastlab, Co(II) atsetat tuzidan ($\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) 0.177 g (1 mmol) olinib, 5 ml suv va 5 ml spirt aralashmasidagi eritmasi tayyorlandi. 2-gidroksibenzamid (2-OHBZA) 0.274 g (2 mmol) va MEA 0.61 ml ($\rho=1,01 \text{ gr/sm}^3$, 1mmol) ligandlaridan alohida olinib, 10 ml spirtidagi eritmalari tayyorlandi. Ularning xona haroratidagi (25 °C) $\text{pH}(2\text{-OHBA})=6,36$ qiymatni ko'rsatdi. MEA eritmasi 2-OHBZA eritmasiga aralashtirib olindi. Ushbu reaksiya aralashmaga tuz eritmasidan oz-ozdan solib, 60-70 °C haroratda ultratovushda (20 kGs chastota) 20 daqiqa davomida sintez olib borildi. $\text{pH}=6-7$ oralig'ida ammoniyli bufer eritma bilan nazorat qilib turildi. Jarayon oxirida eritma xona haroratiga keltirildi va 6 sutka (40 °C) davomida o'zgarma haroratli termostatda qoldirildi. Hosil bo'lgan och pushti rangli kristallar spirt/suv erituvchisida qayta kristallandi.

Muhokama va natijalar. Sintez qilingan kompleksning tuzilishi va ligandlarning metall markazi bilan koordinatsiyalanish usullari IQ spektroskopiya yordamida qiyosiy tahlil qilindi.



1-rasm. Boshlang'ich olingan moddalar va sintez qilingan kompleksning IQ-spektri.

2-gidroksibenzamid spektrida 3408 va 3360 cm^{-1} sohalarida kuzatilgan amin guruhining (νNH_2) o'tkir valent tebranishlari hamda 3203 cm^{-1} dagi vodorod bog'li fenol (νOH) guruhiga tegishli keng sohada kompleks hosil bo'lish jarayonida sezilarli o'zgarishlarga uchraydi. Xususan, ligandning 1693 cm^{-1} sohasidagi o'ziga xos Amid I ($\text{C}=\text{O}$) yutilish sohasi kompleks spektrida 1633 cm^{-1} chastotagacha siljishi ($\Delta\nu=60\text{ cm}^{-1}$) karbonil guruhidagi kislorod atomining metall ioni bilan bevosita koordinatsiyalanganligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, spektrda Co(II) atsetatga xos bo'lgan asimmetrik ($\nu_{\text{as}}\text{COO}^-$) va simmetrik ($\nu_{\text{s}}\text{COO}^-$) valent tebranishlarining saqlanib qolishi, atsetat ionlarining ham koordinatsion sferada ligand sifatida ishtirok etayotganidan dalolat beradi [Kazuo Nakamoto., 2009]. Kompleksning barmoq izi sohasida, aniqrog'i $600\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ diapazonida erkin ligandda kuzatilmagan yangi $\nu(\text{Co-O})$ va $\nu(\text{Co-N})$ tebranishlarining paydo bo'lishi, metall-ligand bog'lari muvaffaqiyatli shakllanganini hamda aralash ligandli tizim vujudga kelganini isbotlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Khan T., Raza S., Lawrence A.J. Medicinal utility of thiosemicarbazones with special reference to mixed ligand and mixed metal complexes: A review // Russian Journal of Coordination Chemistry. – 2022. – Vol. 48, №12. – P. 877–895.
2. Czyłkowska A., Rogalewicz B., Raducka A., Błaszczuk N., Maniecki T., Wieczorek K., Mierczyński P. Synthesis, spectroscopic, thermal and catalytic properties of four new metal (II) complexes with selected N- and O-donor ligands // Materials. – 2020. – Vol. 13, №14. – Article 3217.
3. Fakhree F.M. Microwave-assisted synthesis of N-carbamoyl-2-hydroxybenzamide and its Co(II) , Cu(II) , and Zn(II) complexes with antibacterial activity studies // Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia. – 2026. – Vol. 40, №1. – P. 135–145.
4. Pannu B.S., Chopra S.L. Salicylamide complexes of iron(III), cobalt(II) and nickel(II) // Department of Chemistry and Biochemistry, Punjab Agricultural University Ludhiana (India). – 1973. – №398. – P. 83–87.
5. Koikawa M., Gotoh M., Ōkawa H., Kida S., Kohzuma T. Synthesis and characterization of cobalt(III) and cobalt(IV) complexes of N-(2-hydroxyphenyl) salicylamide and homologues // Journal of the Chemical Society, Dalton Transactions. – 1989. – №8. – P. 1613–1616.
6. Nakamoto K. Infrared and Raman spectra of inorganic and coordination compounds. – 6th ed. – New York: Wiley, 2009. – P. 90–310.

MARGANETS(II)NING, GETEROAUKSIN VA NIKOTINAMIDLI KOMPLEKS BIRIKMASI SINTEZI VA TUZILISHI

Ismailova Shahla Atanazarovna

Xorazm Ma'mun akademiyasi mustaqil tadqiqotchisi

shaxloismoilova48@gmail.com

Xo'janiyazov Azamat Ruzimbayevich

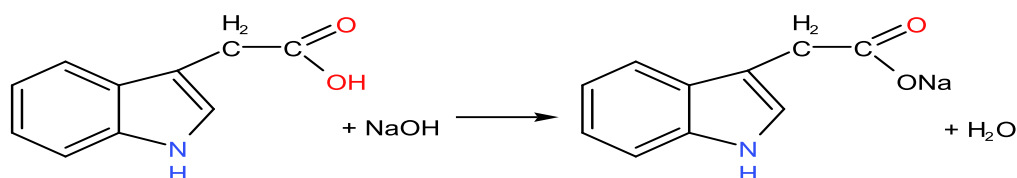
Urganch davlat tibbiyot instituti assistant o'qituvchisi

x.azamat1992@gmail.com

Abstract: A new mixed-ligand Mn(II) coordination compound containing heteroauxin and nicotinamide ligands was synthesized. The composition and structure of the complex were investigated using physicochemical methods. The obtained results confirmed the formation of a stable coordination compound with Mn(II) ion.

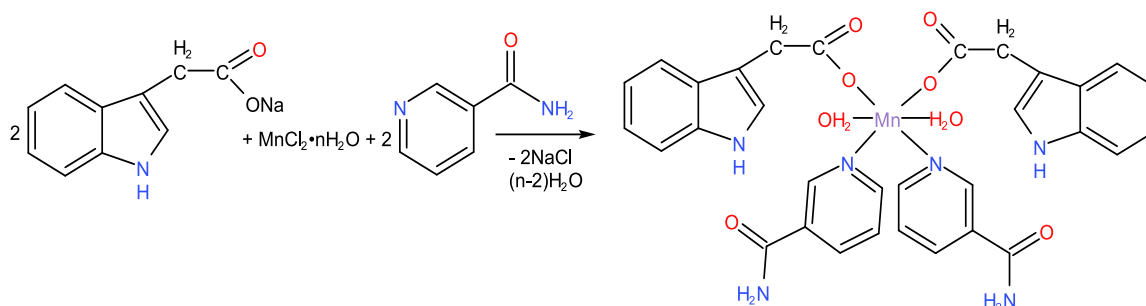
Keywords: Mn(II) complex, heteroauxin, nicotinamide, coordination compound, mixed-ligand complex, synthesis, structure.

Tadqiqot obyekti sifatida marganets (II) xlorid kristallogidрати ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), geteroauksin (indol-3-sirka kislotasi, $\text{C}_{10}\text{H}_9\text{NO}_2$ va nikotinamid (vitamin PP, $\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$) tanlab olingan. Barcha reagentlar "kimyoviy toza" (k.t.) markasiga ega bo'lib, qo'shimcha tozalamasdan foydalanildi. Erituvchi sifatida distillangan suv va etil spirti (96%) qo'llanildi. Kompleks birikma eritmali cho'ktirish usuli bilan sintez qilindi. Buning uchun 0,01 mol geteroauksinning spirtli eritmasiga 0,01 mol nikotinamid qo'shildi va magnitli aralashtirgichda 40-50°C haroratda aralashtirildi. Hosil bo'lgan ligandlar aralashmasiga 0,01 mol $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ tuzi distillangan suvda eritib tomchilatib qo'shildi. Reaksiya muhiti 10%li NaOH eritmasi yordamida pH=6.8-7.2 oralig'igacha keltirildi. Hosil bo'lgan cho'kma filtrlanib, distillangan suv va efirda yuvildi, so'ngra o'zgarma vazngacha eksikatorida quritildi.



1-rasm. Geteroauksinning natriyli tuzini olish reaksiyasi

Hosil bo'lgan to'q pushti rangli mayda kristalli cho'kma etanol bilan yuvilgan holda, byuxner voronkasi yordamida vakuumda filtrlanadi va quritiladi. Cho'kma sovuq metanol bilan bir necha marta yuviladi hamda koordinatsion birikma tarkibida xlorid ionlarining yo'qligi, 0.1M AgNO_3 eritmasi bilan tekshirilib ko'riladi. Sintezlangan kompleks birikmaning og'irligi o'lchanadi va reaksiya unumi hisoblanadi [1,2]. Reaksiya unumi $\eta = 72\%$ ga teng.



2-rasm. Geteroauksinning $[\text{Mn}(\text{IAA})_2(\text{NIA})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ tarkibli kompleks birikmasining sintez reaksiyasi

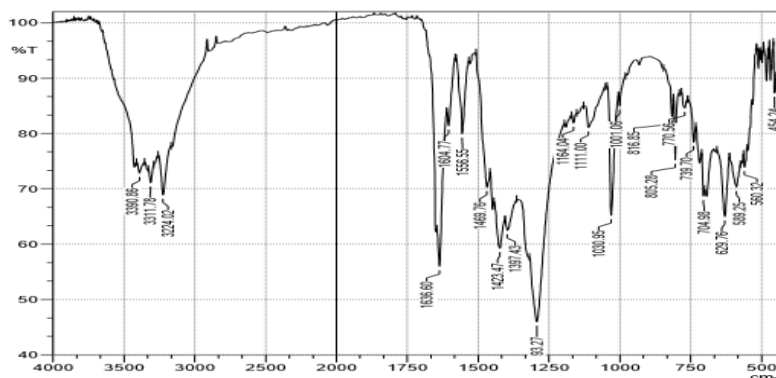
Sintez qilingan yangi kompleks birikmalarning element tahlili amalga oshirildi [3] (1-jadval).

1-jadval

Rux va geteroauksin, hamda nikotinamidli koordinatsion birikmalar element analizi natijalari

№	Koordinatsion birikma formulasi	Brutto formulasi:	Kimyoviy elementlar	Nazariy %	Amaliy %
1	$[\text{Mn}(\text{IAA})_2(\text{NIA})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$	$\text{C}_{32}\text{H}_{32}\text{N}_6\text{O}_8\text{Mn}$ $M=568 \text{ g/mol}$	C	56,22	56,06
			H	4,73	4,62
			N	12,31	12,14
			O	18,71	-
			Mn	8,04	7,96

Dastlabki komponentlar bilan kompleks spektridagi farqlar asosida yangi ta'sirlashuv hamda yangi bog'lar haqida xulosa chiqarish imkoni mavjudligi sababli olingan komplekslarning tuzilishini tahlil qilishda IQ-spektroskopiya usuli ma'lumotlaridan foydalaniladi. IQ spektrlar yutilish sohalari "SHIMADZU" firmasining IR Traser-100 ($400\text{--}4000 \text{ cm}^{-1}$) spektrometrida qayd qilindi [4]. $[\text{Mn}(\text{IAA})_2(\text{NIA})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ kompleks birikmasining IQ-spektri nikotinamid molekulasida ν_{CO} chastotasi mos ravishda 739 cm^{-1} dan quyi sohaga 705 cm^{-1} siljigan. Geteroauksin molekulasida CO bog'ining 1659 cm^{-1} dagi 1637 cm^{-1} gacha o'zgargan intensiv polosasi kuzatilgan. Halqa tebranishini ifodalovchi 1604 cm^{-1} da kichik intensiv cho'qqi mavjud. $[\text{Mn}(\text{IAA})_2(\text{NIA})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ kompleks birikma hosil bo'lishida nikotinamid molekulasida CO bog'i, geteroauksin molekulasida esa karboksil guruxi COO^- orqali koordinatsiyalanishi aniqlandi. 3312 cm^{-1} va 3224 cm^{-1} sohada NH_2 guruhining assimetrik va simmetrik tebranishlari kuzatildi (3-rasm).



3-rasm. $[\text{Mn}(\text{IAA})_2(\text{NIA})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ kompleks birikmasining IQ-spektri

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Мукимова Г.Ж. Синтез и исследование координационных соединений сукцинатов некоторых 3d-металлов с амидами: Автореф. дис ... канд. хим. наук. – Ташкент, 1999. – С. 35-38.
2. Sharipova L.A., Azizov T.A., Ibragimova M.R. Acetamide and nicotinic acid of monotype ligand coordination compounds of zinc nitrate // Universum: chemistry and biology, - Moskva, 2021. №5 (83).- P. 45-49.
3. Fadeeva, V. P., Tikhova, V. D., Nikulicheva, O. N. Elemental analysis of organic compounds with the use of automated CHNS analyzers // Journal of Analytical Chemistry. – 2008. – Vol. 63, No. 11. – P. 1094–1106.
4. Nakamoto K. IR and Raman spectra of inorganic and coordination compounds. - Moscow: Mir, 1991.- P. 536.

QUANTUM-CHEMICAL STUDY OF THE ELECTRONIC STRUCTURE OF THE [Cu(Ibu)₂(MEA)₂] COORDINATION COMPLEX

Rakhimov Bekzod Davronbekovich

A doctoral student at the Khorezm Mamun Academy
braximov227@mail.com

Khasanov Shodlik Bekpulatovich

PhD., Deputy Chairman of Khorezm Ma'mun
Academy for Scientific Affairs
shadlik@mail.ru

Ibragimov Sapajan Zokirovich

Khorezm Mamun Academy, Department of Exact Sciences,
Junior Researcher, isapajan1992@gmail.com

Khudoyberganov Oybek Ikromovich

PhD., senior researcher of Khorezm Ma'mun Academy
oybek_hudoyberganov@mail.ru

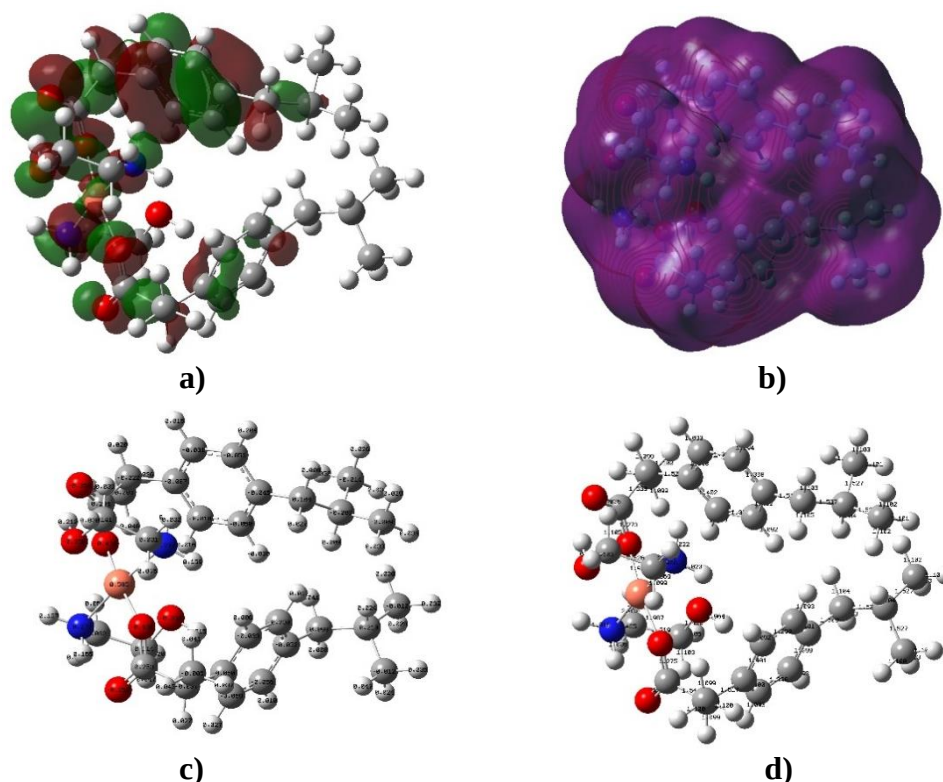
Abstract: The electronic structure of the [Cu(Ibu)₂(MEA)₂] coordination complex was investigated using DFT-based quantum-chemical calculations. Geometry optimization, HOMO–LUMO analysis, Mulliken charge distribution, and bond parameters were studied to evaluate the stability, coordination behavior, and electronic properties of the synthesized complex compound.

Keywords: Cu(II) complex, ibuprofen, monoethanolamine, DFT calculations, HOMO–LUMO, electronic structure, coordination compound.

Metal complexes based on biologically active ligands have attracted considerable attention in coordination and medicinal chemistry due to their diverse structural features and biological properties. In particular, non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) such as ibuprofen are widely used as ligands because their carboxylate groups can coordinate to metal ions through different coordination modes (Núñez et al., 2014). Several studies have reported the synthesis and characterization of ibuprofen-based transition metal complexes. Abu Ali et al. (2016) synthesized Zn(II) ibuprofen complexes with nitrogen-donor ligands and investigated their structural and antimicrobial properties. The authors demonstrated that complex formation significantly influences the coordination behavior and biological activity of the ligand system.

Copper(II) ibuprofen complexes containing N-donor ligands were also investigated by Kumar et al. (2017). Their study included FT-IR, UV–Vis, EPR, and single-crystal X-ray analyses, revealing monomeric coordination structures and enhanced cytotoxic activity compared to the free ligand. In addition, Bamigboye et al. (2021) reported mixed-ligand metal complexes of ibuprofen and salicylic acid, showing improved antimicrobial activity after coordination with transition metal ions. Despite numerous studies on ibuprofen-based metal complexes, the electronic structure and quantum-chemical properties of mixed-ligand Cu(II) complexes containing monoethanolamine remain insufficiently investigated. Therefore, the quantum-chemical study of the [Cu(Ibu)₂(MEA)₂] coordination complex is of significant scientific interest.

All quantum chemical calculations were carried out using the Gaussian 16 software package. The molecular geometry was fully optimized in the gas phase without symmetry constraints using the range-separated hybrid functional CAM-B3LYP, which incorporates the Coulomb-attenuating method to improve the description of long-range exchange interactions. Frequency calculations were performed on the optimized structure to confirm that the geometry corresponds to a true energy minimum on the potential energy surface (absence of imaginary frequencies). Natural bond orbital (NBO) analysis was performed using the NBO 7 program interfaced with Gaussian 16 to obtain natural atomic charges, orbital hybridizations, and donor-acceptor interactions via second-order perturbation theory. Frontier molecular orbitals (HOMO, LUMO) and their energy eigenvalues were extracted from the converged DFT wavefunction.



- a — HOMO – LUMO orbitals of the $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{MEA})_2]$ complex;
b — electron density distribution of the $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{MEA})_2]$ complex;
c — Mulliken charge distribution;
d — bond lengths.

The electronic structure of the $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{MEA})_2]$ coordination complex was investigated using quantum-chemical calculations. The obtained computational results confirmed that the optimized molecular structure is consistent with the experimentally synthesized complex and its proposed composition. The frontier molecular orbital analysis revealed that the HOMO and LUMO energy values are -0.30724 and -0.01430 , respectively, indicating the electronic stability and reactivity of the complex. In addition, the calculated dipole moment was found to be 4.825 D, reflecting the polar nature of the coordination compound.

References:

1. Núñez C., Fernández-Lodeiro A., Fernández-Lodeiro J., Carballo J., Capelo J.L., Lodeiro C. Synthesis, spectroscopic studies and in vitro antibacterial activity of ibuprofen and its derived metal complexes // *Inorganic Chemistry Communications*. – 2014. – Vol. 45. – P. 61–65.
2. Abu Ali H., Omar S.N., Darawsheh M.D., Fares H. Synthesis, characterization and antimicrobial activity of zinc(II) ibuprofen complexes with nitrogen-based ligands // *Journal of Coordination Chemistry*. – 2016. – Vol. 69. – P. 111–128.
3. Kumar S., Garg S., Sharma R.P., Venugopalan P., Ferretti V., Guillon E. Four monomeric copper(II) complexes of non-steroidal anti-inflammatory drug ibuprofen and N-donor ligands: syntheses, characterization, crystal structures and cytotoxicity studies // *New Journal of Chemistry*. – 2017. – Vol. 41. – P. 8670–8684.
4. Bamigboye M.O., Ejidike I.P., Awolope R.O., Obaleye J.A., Ejimofor F.K. Preparation, characterization, and antimicrobial activities of mixed ibuprofen-salicylic acid metal-drug complexes // *Tanzania Journal of Science*. – 2021. – Vol. 47, № 5. – P. 1835–1843.

SYNTHESIS AND QUANTUM-CHEMICAL STUDY OF HOMO- AND MIXED-LIGAND Cu(II) IBUPROFENATE COORDINATION COMPOUNDS

Rakhimov Bekzod Davronbekovich

A doctoral student at the Khorezm Mamun Academy
braximov227@mail.com

Khasanov Shodlik Bekpulatovich

PhD., Deputy Chairman of Khorezm Ma'mun
Academy for Scientific Affairs
shadlik@mail.ru

Ibragimov Sapajan Zokirovich

Khorezm Mamun Academy, Department of Exact Sciences,
Junior Researcher, isapajan1992@gmail.com

Khudoyberganov Oybek Ikromovich

PhD., senior researcher of Khorezm Ma'mun Academy
oybek_hudoyberganov@mail.ru

Abstract: Homo- and mixed-ligand Cu(II) ibuprofenate coordination compounds were synthesized and investigated using quantum-chemical methods. The electronic structure, stability, and reactivity of the complexes were evaluated by DFT calculations. HOMO–LUMO energies, dipole moments, and charge distribution analyses confirmed the formation and stability of the obtained coordination compounds.

Keywords: Cu(II) complexes, ibuprofenate, mixed-ligand complexes, DFT calculations, electronic structure, HOMO – LUMO, coordination compounds.

Ibuprofen-based metal complexes attract considerable attention in coordination chemistry due to their biological activity and ability to form stable coordination compounds through the carboxylate group. Previous studies demonstrated that ibuprofen can coordinate with metal ions in mono- and bidentate modes depending on the nature of the central metal ion (Zordok et al., 2012). Bonora et al. (2014) investigated Zn(II) and Co(II) ibuprofen complexes using Raman spectroscopy and DFT calculations, confirming the important role of the carboxylate group in metal coordination and complex stability. Naglah et al. (2015) synthesized several ibuprofen complexes with transition metal ions and reported their enhanced antimicrobial activity and structural stability compared with free ibuprofen.

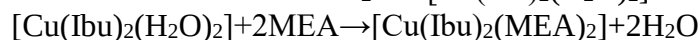
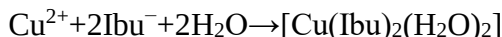
However, quantum-chemical investigations of homo- and mixed-ligand Cu(II) ibuprofenate complexes containing additional donor ligands remain insufficiently studied. Therefore, the present work focuses on the synthesis and DFT analysis of Cu(II) ibuprofenate coordination compounds to evaluate their electronic structure and physicochemical properties.

The $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ complex compound was synthesized in a water–ethanol medium through the reaction between ibuprofen and a copper(II) salt. Initially, ibuprofen was dissolved in ethanol, and a small amount of sodium hydroxide solution was added to form the ibuprofenate anion. In a separate vessel, an aqueous solution of copper(II) nitrate was prepared. The metal salt solution was then added dropwise to the ibuprofenate solution under continuous stirring. The reaction mixture was stirred at room temperature for 1–2 h. During the reaction, a blue-green precipitate was formed. The obtained precipitate was filtered, washed several times with distilled water and ethanol, and dried at room temperature. As a result, the $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ complex compound was obtained.

The mixed-ligand copper(II) complex, $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{MEA})_2]$, was synthesized using $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ as the initial compound. A weighed amount of $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ was dissolved or suspended in ethanol, and monoethanolamine (MEA) was added dropwise in a 1:2 metal-to-ligand molar ratio under continuous stirring. The reaction mixture was stirred at room temperature for 2–3 h. During the reaction, the coordinated water molecules were replaced by monoethanolamine ligands, resulting in the formation of the mixed-ligand complex. The resulting

solid product was filtered, washed with ethanol and diethyl ether, and dried in air. The synthesized compound was proposed as $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{MEA})_2]$.

Overall reaction scheme



All quantum-chemical calculations were carried out using the Gaussian 16 software package. The molecular geometry was fully optimized in the gas phase without symmetry constraints using the range-separated hybrid CAM-B3LYP functional, which incorporates the Coulomb-attenuating method to provide a more accurate description of long-range exchange interactions. Frequency calculations were performed for the optimized structures to confirm that the geometries correspond to true minima on the potential energy surface, indicated by the absence of imaginary frequencies. Quantum-chemical analysis was carried out for the two synthesized complex compounds, and the obtained results are presented in Table 1.

Table 1

Results of quantum-chemical calculations of copper complex compounds

Coordination compound	No	Quantum-chemical parameters	Values of Quantum-Chemical Parameters
$[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$	1	E_{HOMO} , a.u	-0,31427 eV
	2	E_{LUMO} , a.u	-0,04897 eV
	3	$ \Delta E = E_{\text{HOMO}} - E_{\text{LUMO}}$, (a.u)	0,26530 eV
	4	Ionization potential, $I = -E_{\text{HOMO}}$, (a.u)	0,31427 eV
	5	Electron affinity, $A = -E_{\text{LUMO}}$, (a.u)	0,04897 eV
	6	Electronegativity $\chi = (I + A)/2$ (a.u)	0,18162 eV
	7	Dipole moment, μ (Debye)	3,819548
$[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{MEA})_2]$	1	E_{HOMO} , a.u	-0,30724 eV
	2	E_{LUMO} , a.u	-0,01430 eV
	3	$ \Delta E = E_{\text{HOMO}} - E_{\text{LUMO}}$, (a.u)	0,29294 eV
	4	Ionization potential, $I = -E_{\text{HOMO}}$, (a.u)	0,30724 eV
	5	Electron affinity, $A = -E_{\text{LUMO}}$, (a.u)	0,01430 eV
	6	Electronegativity $\chi = (I + A)/2$ (a.u)	0.16077 eV
	7	Dipole moment, μ (Debye)	4,824952

Conclusion. The quantum-chemical calculations revealed that both synthesized copper(II) complexes possess stable electronic structures and energetically favorable geometries. The HOMO–LUMO energy gaps of $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ and $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{MEA})_2]$ were calculated as 0.26530 and 0.29294 eV, respectively, indicating relatively high kinetic stability and potential

chemical reactivity. The mixed-ligand complex $[\text{Cu}(\text{Ibu})_2(\text{MEA})_2]$ exhibited a larger energy gap and higher dipole moment value (4.824952 D), suggesting enhanced electronic stabilization and greater molecular polarity compared to the aqua complex. The obtained DFT parameters confirm the significant influence of monoethanolamine coordination on the electronic properties of the copper ibuprofen complex system.

References:

1. Zordok W.A., Sadeek S.A., El-Shwiniy W.H. Spectroscopic, thermal analysis, and antimicrobial evaluation of new Y(III), Zr(IV), and U(VI) ibuprofen complexes // *Journal of Coordination Chemistry*. – 2012. – Vol. 65, No. 2. – P. 353–369.
2. Bonora S., Pisi A., Ottani S., Cesini D., Maris A., Di Foggia M. Raman and SERS study on ibuprofen metal complexes with biomedical interest // *Vibrational Spectroscopy*. – 2014. – Vol. 75. – P. 125–133.
3. Naglah A.M., Al-Omar M.A., El-Megharbel S.M., Refat M.S. Structural, conductometric and antimicrobial investigations of ibuprofen analgesic drug complexes with certain metal ions // *International Journal of Pharmacology*. – 2015. – Vol. 11, No. 7. – P. 773–785.

GETEROHALQALI SEMIKARBAZON VA TIOSEMIKARBAZON LIGANDLARI ASOSIDA OLINGAN METALL KOMPLEKSLARI

N.Y.Sobirova¹, Z.Sh Abdullayeva², S.R.Razzoqova³

¹Doktarant, Xorazm Ma'mun akademiyasi, Urganch

²PhD, Urganch RANCH texnologiya universiteti, Urganch

³PhD, O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent

Abstract. This research is devoted to the synthesis, structural investigation, and physicochemical study of new metal complexes based on heterocyclic semicarbazone and thiosemicarbazone ligands. Semicarbazones and thiosemicarbazones are considered important classes of coordination compounds due to their versatile coordination behavior, biological activity, and potential applications in catalysis, medicine, and material science. In this work, novel heterocyclic ligands containing donor atoms such as nitrogen, oxygen, and sulfur were synthesized and used for complex formation with transition metal ions. The obtained complexes were characterized by modern physicochemical and spectroscopic methods, including elemental analysis, IR, UV–Vis, NMR spectroscopy, thermal analysis, and X-ray diffraction techniques. Particular attention was paid to the coordination modes of the ligands, geometric structures of the complexes, and the influence of metal ions on their properties. The results demonstrate that the synthesized metal complexes exhibit enhanced stability and promising chemical and biological characteristics, which may contribute to the development of new functional coordination compounds with practical applications in various fields of chemistry and pharmacology.

Keywords: heterocyclic semicarbazones, thiosemicarbazones, metal complexes, coordination compounds, transition metals, ligand synthesis, crystal structure, spectroscopic analysis, physicochemical properties, coordination chemistry, biological activity, thermal analysis.

Hozirgi kunda koordinatsion kimyo va metallkompleks birikmalar kimyosi jadal rivojlanayotgan ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, biologik faol ligandlar asosida yangi kompleks birikmalar sintezi, ularning molekulyar tuzilishi hamda fizik-kimyoviy xossalarni o'rganish muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Shu jihatdan semikarbazon va tiosemikarbazon hosilalari koordinatsion kimyoda keng qo'llanilayotgan istiqbolli ligandlar sirasiga kiradi. Ushbu birikmalar tarkibida azot, kislorod va oltingugurt

donor atomlarining mavjudligi ularning turli metall ionlari bilan mustahkam va barqaror komplekslar hosil qilish imkoniyatini yaratadi.

Tiosemikarbazonlar alifatik, aromatik yoki geterotsiklik aldegidlar yoki ketonlarning tiosemikarbazid birikmalari bilan kondensatsiya reaksiyasi orqali olinadi. Agar keton birikmasi dion bo'lsa, mahsulot sifatida bis (tiosemikarbazon) hosil bo'ladi [1]. Tiosemikarbazonlar odatda bidentat ligandlar, bis (tiosemikarbazonlar) esa tetradentat ligandlar bo'lib, azometinning azot va oltingugurt atomlari ustida metall ionlari bilan koordinatsiyalanadi [2]. Boshqacha aytganda, tiosemikarbazonlar oltingugurt atomi va azometin nitrogeni atomi ustida oraliq metall ionlari bilan 5 a'zoli xelat halqasini hosil qila oladigan xelatlovchi ligandlardir [3]. Tiosemikarbazonlar birinchi marta sintez qilinganidan beri katta e'tiborni tortdi va bu qiziqish bugungi kunda ham kuchayib bormoqda, chunki ular o'zgaruvchan bog'lanish usullari, strukturaviy xilma-xillik, istiqbolli biologik ta'sirlar va tanlab ionlarni sezish qobiliyati kabi xususiyatlarga ega [4]. Tiosemikarbazon komplekslarining biologik ta'siri bilan bog'liq saraton va o'smaga qarshi faollikni o'rganish hozirgi kunda muhim tadqiqot yo'nalishi hisoblanadi. Saraton kasalligini davolashda platina komplekslarining qo'llanilishi bilan oraliq metall komplekslari saraton kasalligini davolashda keng qo'llanila boshlandi. Biroq, saraton kasalligini davolashda keng qo'llaniladigan platina komplekslari jiddiy nojo'ya ta'sirlarga ega ekanligi aniqlanganda, tadqiqotchilar bu borada muqobil variantlarni izlashga kirishdilar [5]. Shu tariqa, tadqiqotchilar turli xil organik ligandlarning metall komplekslarini sintez qilib, ularning in vitro va in vivo sharoitida saratonga qarshi faolligini o'rganishlarida ijobiy natijalarga erishdilar [8]. Anjum va boshqalar Cu-indutsirlangan oksidlovchi stress mexanizmini taklif qilishdi, chunki ba'zi almashingan bis (4,4-dimetil 3-tiosemikarbazon) Cu (II) komplekslari o'sma hujayralariga qarshi katta darajada antiproliferativ faollikni ko'rsatadi [9]. Singh va boshqalar bir va ikki yadroli Cu (II) tiosemikarbazon komplekslarini erkin tiosemikarbazon ligandlari va bir nechta topoizomeraza-II ingibitorlari bilan taqqoslab, komplekslarning o'sma hujayralariga nisbatan o'sishni ingibirlash faolligi sezilarli darajada yuqori ekanligini, LD50 qiymatlari esa pastroq ekanligini aniqladilar. Ikkinchi tomondan, ikki yadroli komplekslar monometalllarga qaraganda saratonga qarshi yuqori faollikka ega ekanligi aniqlandi. Cu (II) tiosemikarbazonlar Ni va Pt kabi oraliq metall komplekslariga qaraganda kamroq zaharli ta'sirga ega bo'lgan va klinik jihatdan samaraliroq bo'lgan kuchliroq antiproliferativ vositalar sifatida qayd etilgan. Babak va Ahn hujayra ichidagi Cu muvozanatini tartibga solishning o'sma rivojlanishiga va davolash usullariga moyillikka ta'sirini o'rganishlar. Shu nuqtayi nazardan, ular minimal toksiklik bilan bemorning eng yaxshi natijasiga erishish uchun Cu kamayishi/haddan tashqari yuklanish sharoitlaridan foydalanishning maqbul usulini aniqlashga harakat qilishdi. Bundan tashqari, Cu- (bis) tiosemikarbazonlar kabi Cu komplekslaridan foydalanishning afzalliklari va klinik ma'lumotlar saratonga qarshi dori vositasi nomzodlari sifatida muhokama qilinadi.

Yuqorida muxokama qilingan adabiyotlar tahlilidan shunday xulosa qilish mumkinki, semikarbazon va uning xosilalarining koordinatsion birikma hosil qilish imkoniyati yuqori hamda biologik faol birikmalar sintezida muxim ahamiyatga ega bo'lgan birikmalar olish mumkin. Semikarbazonlar asosida olingan birikmalar o'rganilgan, lekin ularning tuzilishi va biologik xususiyatlari yetarli o'rganilmaganligi yangi koordinatsion birikmalar sintez qilishga ilmiy asos bo'la oladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati:

1. Chandra S, Raizada S, Tyagi M, Gautam A (2007) Synthesis, spectroscopic, and antimicrobial studies on bivalent nickel and copper complexes of bis (thiosemicarbazon). *Bioinorg Chem Appl*.
2. Padhye S, Kauffman GB (1985) Transition metal complexes of semicarbazones and thiosemicarbazones. *Coord Chem Rev* 63:127–160. [https://doi.org/10.1016/0010-8545\(85\)80022-9](https://doi.org/10.1016/0010-8545(85)80022-9)

3. Paterson BM, Donnelly PS (2011) Copper complexes of bis (thio semicarbazones): from chemotherapeutics to diagnostic and therapeutic radiopharmaceuticals. *Chem Soc Rev* 40(5):3005–3018. <https://doi.org/10.1039/C0CS00215A>
4. Ibrahim AB, Farh MK, El-Gyar S, El-Gahami M, Fouad DM, Silva F, Paulo A (2018) Synthesis, structural studies and antimicrobial activities of manganese, nickel and copper complexes of two new tridentate 2-formylpyridine thiosemicarbazone ligands. *Inorg Chem Commun* 96:194–201. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2018.08.023>
5. Palanimuthu D, Shinde SV, Somasundaram K, Samuelson AG (2013) In vitro and in vivo anticancer activity of copper bis(thiosemicarbazone) complexes. *J Med Chem* 56(3):722–734. <https://doi.org/10.1021/jm300938r>

MIS(II)-USNAT KOMPLEKSINI SINTEZI VA IQ SPEKTROSKOPIK TAHLILI

Ismoilova Sh. S. Abduraxmonova U. K. Yettibayeva L. A.

Guliston Davlat Universiteti, Guliston sh., O'zbekiston Respublikasi,,
Ismoilovashohista66@gmail.com

Abstract. Copper(II) complex with usnic acid, $C_{36}H_{30}CuO_{14}$, was synthesized using copper(II) acetate in ethanol. The compound was characterized by IR spectroscopy. Coordination through enolic C–O and carbonyl C=O groups was confirmed by characteristic band shifts. New absorption bands attributed to Cu–O stretching were identified in the low-frequency region.

Keywords: usnic acid, copper(II) complex, coordination chemistry, IR spectroscopy, chelate, metal complex.

Tabiiy polifenol birikmalar asosidagi metalloorganik komplekslarni sintez qilish va ularning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish zamonaviy koordinatsion kimyoning dolzarb yo'nalishlaridan biridir. Usnik kislota ($C_{18}H_{16}O_7$) — *Usnea* va boshqa lishaynik turlaridan ajratib olinadigan tabiiy dibenzofuran hosilasi bo'lib, β -triketol fragmenti, xiral markaz va enol-keto tautomerizmga moyillik kabi o'ziga xos xususiyatlarga ega[1]. Bu tuzilish xususiyatlari usnik kislotaning N- va O-donor markazlar orqali o'tish metallari ionlari bilan barqaror xelatli komplekslar hosil qilishini ta'minlaydi.

Mis(II) ioni, juftlashmagan d-elektronlari sababli, koordinatsion birikma hosil qilishga yuqori moyilligi bilan ajralib turadi. Bunday komplekslar IQ spektroskopiya usulida ligandning koordinatsion holatini tahlil qilishga imkon beradi, xususan, C=O va C–O guruhlarining tebranish chastotalari siljishiga qarab metalda bog'lanish tabiati aniqlanadi[2]. Ushbu tadqiqotning maqsadi mis(II)-usnat kompleksini sintez qilish va IQ spektroskopiya yordamida tuzilishini aniqlashdan iborat.

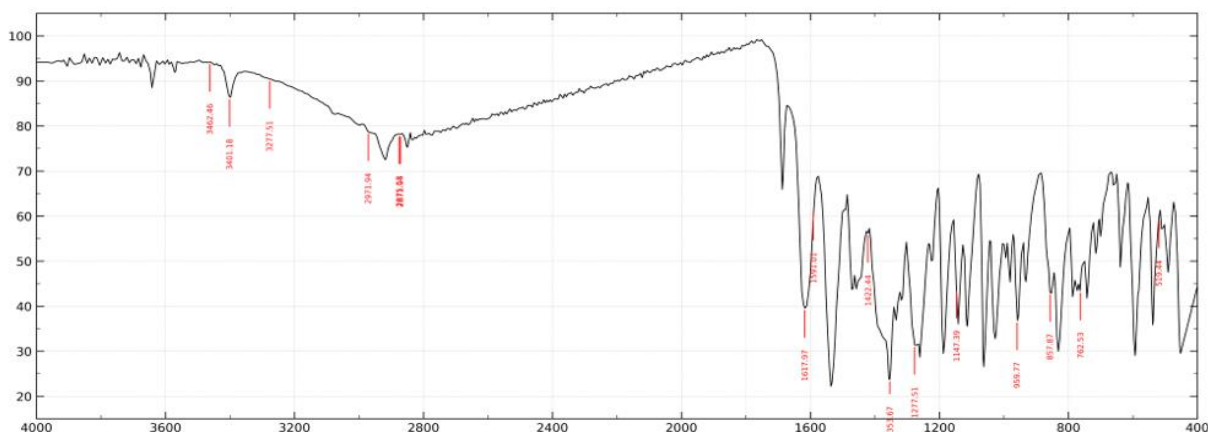
Tajriba qismi

Mis(II)-usnat kompleksini sintezi 0,344 g (0,001 mol) (+)-usnik kislota moddasi 30 ml etil spirtida (etanol) eritildi va magnitli aralashtirgichli suv hammomiga o'rnatildi. Aralashma 60 °C haroratda usnik kislota to'liq eriguncha aralashtirildi. So'ngra aralashma ustiga tarkibida (0,0005 mol) mis (II) xlorid digidrat (CuCl₂ · 2H₂O) eritilgan 10 ml spirtli eritmasi sekin-asta qo'shildi. Bu bosqichda mis xloridning gidrolizi va kompleks hosil bo'lishi hisobiga pH ko'rsatkichi tushishi kuzatildi. Aralashmaning pH ko'rsatkichini kompleks hosil bo'lishi uchun optimal hisoblangan 7,5–8,0 oralig'iga keltirish va ushlab turish maqsadida, pH-metr nazorati ostida natriy atsetatning to'yingan spirtli eritmasidan tomchilatib qo'shildi. Reaksiya teskari sovutkich ostida, doimiy magnitli aralashtirish sharoitida 4 soat davomida 70–80 °C haroratda olib borildi. Reaksiya davomida eritmaning rangi yashil-jigarrang tusga kirishi va to'q yashil cho'kma hosil bo'lishi kuzatildi. Reaksiya yakunlangach, hosil bo'lgan metallokompleks 1 kun davomida tindirib qo'yildi. Hosil bo'lgan to'q yashil rangli cho'kma filtrlab ajratib olindi va reaksiyaga kirishmagan dastlabki moddalar hamda hosil bo'lgan natriy xlorid tuzini yo'qotish maqsadida 3 marta sovuq etil spirti va distillangan suv bilan yuvildi. Olingan mahsulot quyosh

nuri tushmaydigan joyda, xona haroratida eksikatorida doimiy og'irlik massasi qolguniga qadar quritildi.

Natijalar va muhokama

Erkin usnik kislolaning IQ spektrida 3390 cm^{-1} atrofida keng O–H cho'zilish tebranishi kuzatildi. β -diketon fragmentiga xos $\nu(\text{C}=\text{O})$ tebranishi 1625 cm^{-1} da, $\nu(\text{C}=\text{C})$ enol tebranishi 1580 cm^{-1} da qayd etildi. Fenol C–O bog'iga xos tebranish 1285 cm^{-1} da aniqlandi. Bu ko'rsatkichlar ilmiy adabiyotlardagi ma'lumotlar bilan mos keladi[3].



Mis-usnat kompleksining IQ spektrida bir qator muhim o'zgarishlar kuzatildi. O–H tebranish chizig'i $3462, 3401, 3277\text{ cm}^{-1}$ ga siljib, kengaydi — bu koordinatsiyalangan molekulalarda vodorod bog'larining kuchayganligini bildiradi. Enol C=O tebranishi 1617 cm^{-1} ga ko'chdi, C=C tebranishi esa 1591 cm^{-1} da qayd etildi — bu koordinatsiyalangan enolat tizimida elektron zichlikning qayta taqsimlanganligini ko'rsatadi. Fenol C–O tebranishi 1277 cm^{-1} gacha pastga siljishi ligandning mis ioniga kislorod atomlari orqali bog'langanligini tasdiqlaydi. 519 cm^{-1} va 468 cm^{-1} da paydo bo'lgan yangi chiziqlar mos ravishda $\nu(\text{Cu–O})$ tebranishlariga tegishli bo'lib, koordinatsion bog'lanish haqiqatda vujudga kelganligining asosiy spektroskopik dalilidir[4].

Kompleksning to'q yashil rangi mis(II) ioniga xos d–d elektron o'tishlari bilan belgilanadi. Olingan spektroskopik ma'lumotlar $\text{C}_{36}\text{H}_{30}\text{CuO}_{14}$ tarkibidagi mis(II) ionining ikki bidentat usnat ligandi bilan koordinatsiyalanib, kvadrat-tekis geometrik konfiguratsiya hosil qilganligini ko'rsatadi — bu d^9 konfiguratsiyali mis(II) uchun an'anaviy bo'lgan tuzilish hisoblanadi[2].

Xulosa

Mis(II) xlorid va usnik kislotadan $[\text{Cu}(\text{Usn})_2]$ formulali koordinatsion birikma muvaffaqiyatli sintez qilindi. IQ spektroskopiya tahlili $\nu(\text{C}=\text{O})$, $\nu(\text{C–O})$ tebranishlarining pastga siljishini va $519, 468\text{ cm}^{-1}$ da yangi $\nu(\text{Cu–O})$ polosalarining paydo bo'lishini qayd etdi. Bu natijalar mis(II) ionining usnik kislolaning enolat kislorod atomlari orqali koordinatsiyalanganligini isbotlaydi. Kelgusida olingan kompleksning biologik faolligi va magnit xossalarini o'rganish rejalashtirilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ingólfssdóttir K. Usnic acid. *Phytochemistry*, 2002, 61(7), 729–736.
2. Lever A.B.P. *Inorganic Electronic Spectroscopy*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 1984.
3. Luzina O.A., Salakhutdinov N.F. Biological activity of usnic acid and its derivatives. *Russian Chemical Bulletin*, 2018, 67(10), 1818–1833.

4. Nakamoto K. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. 6th ed. New Jersey: Wiley, 2009.

UDK: 546.742:547.435:547.582

4-GIDROKSIBENZAMID HAMDA TRIETANOLAMINNING, Ni(II) IONI BILAN KOMPLEKS BIRIKMASI SINTEZI VA TADQIQOTI

Yadgarova Matluba Matmuratovna

Xorazm Ma'mun akademiyasi tayanch doktoranti
matlubaxamza@gmail.ru

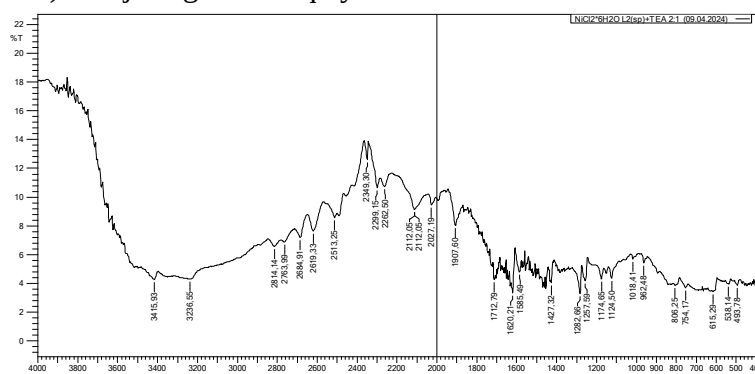
Xudoyberganov Oybek Ikromovich

Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi, Phd
oybek_hudoyberganov@mail.ru

Abstract. In this study, a mixed-ligand coordination compound of Ni(II) ion with 4-hydroxybenzamide and triethanolamine was synthesized. The structure of the complex was investigated using IR spectroscopy and SEM analyses. The obtained results confirmed the coordination of the ligands to the Ni(II) ion and demonstrated the homogeneous composition of the complex compound.

Keywords: Nickel(II) chloride hexahydrate, 4-hydroxybenzamide (4-OHBZA), triethanolamine (TEA), complex, IR spectroscopy, SEM analysis.

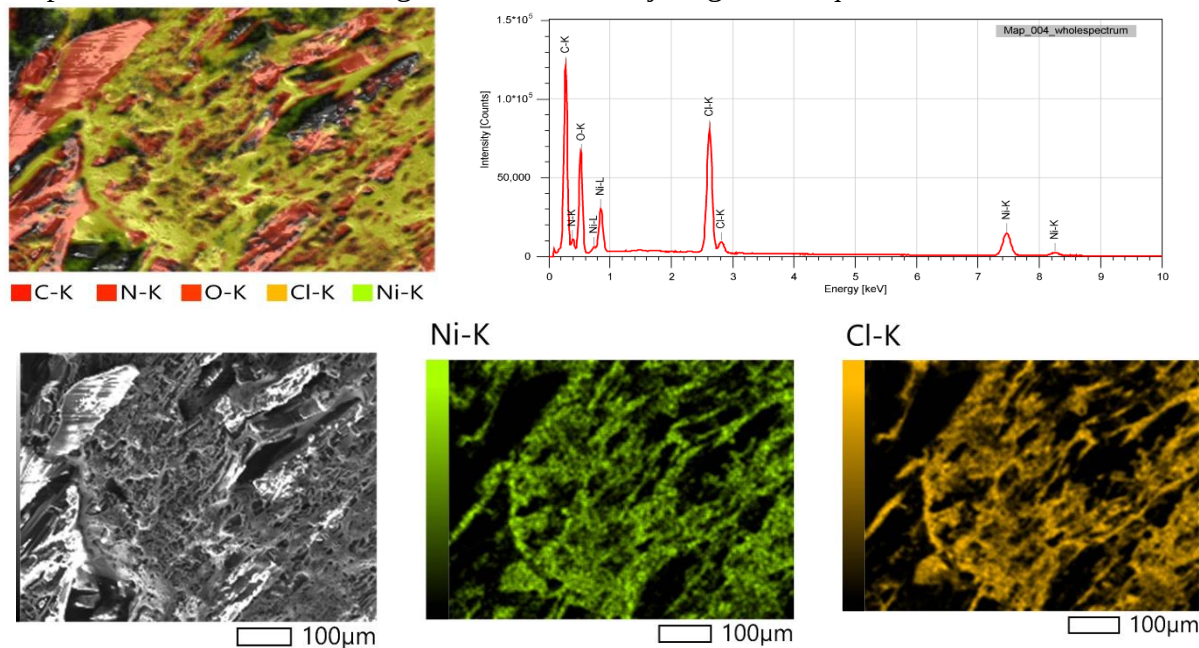
Zamonaviy koordinatsion kimyoning ustuvor yo'nalishlaridan biri — o'ziga xos fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlarga ega bo'lgan yangi kompleks birikmalar sintez qilishdir [Marinova P.E.va Tamahkyarova K.D.,2025]. Ayniqsa, tarkibida amid guruhini saqlagan ligandlarning metallar bilan hosil qilgan aralash ligandli komplekslari farmakologiya, kataliz va qishloq xo'jaligi sohalarida keng qo'llanilishi bilan muhim ahamiyat kasb etadi [Khan T. va boshq.,2022]. Shuni inobatga olgan holda Ni(II) ioni bilan 4-OHBZA hamda trietanolamin asosida kompleks birikma sintez qilindi. Sintez qilingan kompleks birikmaning tuzilishini va ligandlarning metall ioniga koordinatsiyalanish usulini aniqlash maqsadida Xorazm Ma'mun akademiyasi IRAffinity-1S SHIMADZU uskunasi IQ spektr tahlili olindi (1-rasm). Olingan spektr tahlili shuni ko'rsatadiki, 3415 cm^{-1} va 3236 cm^{-1} sohalarida keng va intensiv yutilish cho'qqilari kuzatiladi. Bu cho'qqilarni 4-gidroksibenzamid tarkibidagi gidroksil ($-\text{OH}$) guruhi hamda amid guruhining ($-\text{NH}_2$) valent tebranishlari bilan bog'lash mumkin. Ushbu sohada cho'qqilarning kengayishi kompleks tarkibida vodorod bog'larining mavjudligini va koordinatsion bog'langan suv molekulalari (H_2O) mavjudligini tasdiqlaydi.



1-rasm. $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{-OHBZA} + \text{TEA}$ asosidagi olingan kompleksning IQ spektri

Ligandning metall ioni bilan koordinatsiyalanishini xarakterlovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri bu "Amid I" signalining siljishidir. Spektrda karbonil guruhi valent tebranishiga ($\text{C}=\text{O}$) tegishli yutilish cho'qqisi 1712 cm^{-1} sohada namoyon bo'lmoqda. Bu ko'rsatkich erkin ligandga nisbatan past chastotali sohaga siljiganligi, ligandning metall ioni bilan

aynan karbonil guruhi kislorodi orqali koordinatsiyalanganidan dalolat beradi. 1427 cm^{-1} sohadagi yutilish cho'qqilari esa trietanolamin (TEA) tarkibidagi alifatik CH_3 va CH_2 guruhlarining deformatsion tebranishlariga tegishli bo'lib, bu ushbu reagentning kompleks hosil bo'lish jarayonidagi ishtirokini ko'rsatadi. Fenol guruhining C–O bog'i valent tebranishlari 1282 cm^{-1} va 1257 cm^{-1} sohalarda o'z aksini topgan. 806 cm^{-1} va 754 cm^{-1} sohalardagi intensiv cho'qqilar benzol halqasining para-holatda (1,4-almashingan) ekanligini, ya'ni ligand strukturasi saqlanib qolganligini tasdiqlaydi [Kazuo Nakamoto.,2009]. Spektrning past chastotali qismida ($615\text{--}493\text{ cm}^{-1}$) paydo bo'lgan yangi yutilish cho'qqilari metall-ligand (Ni–O va Ni–N) yangi bog'lari hosil bo'lganligi bilan izohlanadi. Kompleks birikmaning morfologiyasi va elementar tarkibini o'rganish maqsadida O'zbekiston-Yaponiya markazida SEM tahlillari olindi. Olingan natijalar kompleks tarkibida barcha kutilgan elementlar mavjudligini tasdiqladi.



2-rasm. $[\text{Ni}(\text{TEA})(4\text{-OHBA})_2(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_2$ asosidagi olingan kompleksning SEM tahlili.

SEM tahlili natijalari IQ-spektroskopiya ma'lumotlari bilan to'liq mos keladi. Spekrda Ni, Cl, C, N va O elementlarining mavjudligi, sintez qilingan modda haqiqatdan ham $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 4-gidroksibenzamid va TEA ishtirokidagi kompleks birikma ekanligini elementar darajada isbotlaydi. Nikel elementiga tegishli ikkita asosiy energetik o'tishlar qayd etildi. Bundan tashqari, L-seriya (0.85 keV atrofida) va K-seriya (7.48 keV va 8.26 keV) bu nikel ionlarining kompleks hosil bo'lish jarayonida muvaffaqiyatli ishtirok etganligidan dalolat beradi [Eda K. va Tanaka M.2017]. Elementlarning yuzada bir tekis taqsimlanishi (mapping) ya'ni elementlarning ma'lum bir nuqtalarda to'planib qolishi (agregatsiya) yoki bo'shliqlar kuzatilmadi. Bu esa sintez qilingan mahsulot alohida moddalar aralashmasi emas, balki yaxlit, bir jinsli koordinatsion birikma ekanligini elementar darajada isbotlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Marinova P.E., Tamahkyarova K.D. Synthesis, investigation, biological evaluation, and application of coordination compounds with Schiff base: A review // *Compounds*. – 2025. – Vol. 5, №2. – 14 p.
2. Khan T., Raza S., Lawrence A.J. Medicinal utility of thiosemicarbazones with special reference to mixed ligand and mixed metal complexes: A review // *Russian Journal of Coordination Chemistry*. – 2022. – Vol. 48, №12. – P. 877–895.

3. Nakamoto K. Infrared and Raman spectra of inorganic and coordination compounds. – 6th ed. – New York: Wiley, 2009. – P. 90–310.

4. Eda K., Tanaka M. Advanced electron microscopy and EDS techniques for coordination compounds // Microscopy Research and Technique. – 2017. – Vol. 80, №3. – P. 223–230.

[Co₃O(TDA)₆Cl₃]Cl₂ KOMPLEKS BIRIKMASINING ANTIMIKROB FAOLLIGI

¹Ruziboyeva G.S., ²Turayev X.X., ³Ibragimov A.B.,

1-Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti 2-Termiz davlat universiteti

3-FA Umumiy va noorganika instituti

ruziboyevaguzal22@gmail.com

Annotatsiya-[Co₃O(TDA)₆Cl₃]Cl₂ kompleksi *Candida albicans*ga qarshi ancha kattaroq ingibirlash zonasini hosil qildi, bu esa mavjud eksperimental sharoitlarda zamburug'ga qarshi kuchliroq ta'sir mavjudligidan dalolat beradi.

Kalit so'zlar: TDAD, Uch yadroli kompleks, biologik xususiyati.

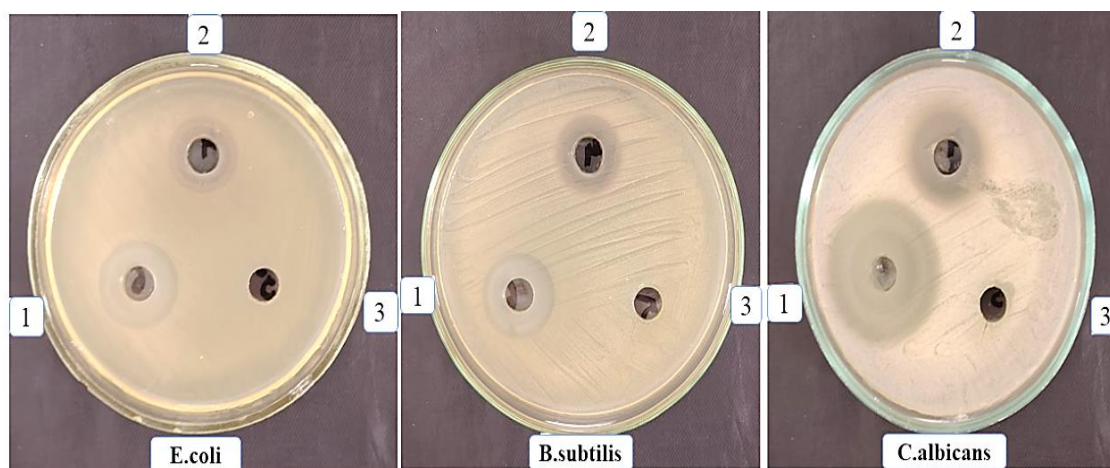
[Co₃O(TDA)₆Cl₃]Cl₂ koordinatsion kompleksi, CoCl₂·6H₂O kobalt prekursori va 1,3,4-tiadiazol-2,5-diamin (TDAD) erkin ligandining mikrobgga qarshi faolligi agar-diffuziya usuli yordamida *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* va *Candida albicans*ga nisbatan baholandi. O'lgangan ingibirlash zonalar diametrlari 1-jadvalda keltirilgan. Koordinatsion kompleks *E. coli* uchun 16 ± 0,1 mm, *B. subtilis* uchun 15 ± 0,1 mm va *C. albicans* uchun 34 ± 0,2 mm lik ingibirlash zonalarini namoyon etdi. CoCl₂·6H₂O kobalt prekursori xuddi shu mikroorganizmlarga nisbatan mos ravishda 14 ± 0,1 mm, 14 ± 0,1 mm va 16 ± 0,3 mm lik ingibirlash zonalarini hosil qilgan bo'lsa, erkin ligand faqat minimal (1–2 mm) faollik ko'rsatdi. Bu natijalar ligandning kobalt bilan koordinatsiyalanishi uning biologik xususiyatlariga ta'sir qilishini ko'rsatadi. Biroq, *E. coli* va *B. subtilis* uchun koordinatsion kompleks hamda CoCl₂·6H₂O o'rtasidagi farqlar nisbatan kichik bo'lib, agar-diffuziya usuliga xos bo'lgan eksperimental o'zgaruvchanlik chegarasida bo'lishi mumkin. Aksincha, kompleks *Candida albicans*ga qarshi ancha kattaroq ingibirlash zonasini hosil qildi, bu esa mavjud eksperimental sharoitlarda zamburug'ga qarshi kuchliroq ta'sir mavjudligidan dalolat beradi. Shuni ham ta'kidlash joizki, mikrobgga qarshi ta'sirni taqqoslash molyar konsentratsiyaga emas, balki massa konsentratsiyasiga asosan amalga oshirilgan. Uch yadroli kompleks CoCl₂·6H₂O ga qaraganda ancha yuqori molekulyar massaga ega bo'lgani uchun, sinovdan o'tkazilgan namunalardagi kobaltning samarali miqdori bir-biridan farq qiladi. Binobarin, mikrobgga qarshi faollikda kuzatilgan farqlarni ehtiyotkorlik bilan izohlash kerak.

1-jadval. [Co₃O(TDA)₆Cl₃]Cl₂, CoCl₂·6H₂O va 1,3,4-tiadiazol-2,5-diaminning *E. coli*, *B. subtilis* hamda *C. albicans*ga qarshi antimikrob faolligi. Faollik ¹⁰⁷ KTH/ml⁻¹ dan kam bo'lmagan opportunistik patogen konsentratsiyasida sinovdan o'tkazilgan va ingibirlanish zonasi diametrlari (mm) bilan ifodalangan.

T/r	Namunalar	<i>E.</i>	<i>B.</i>	<i>C.</i>
		<i>coli</i>	<i>subtilis</i>	<i>albicans</i>
1.	[Co ₃ O(TDA) ₆ Cl ₃]Cl ₂	16 mm ± 0,1	15 mm ± 0,1	34 mm ± 0,2
2.	CoCl ₂ ·6H ₂ O	14 mm ± 0,1	14 mm ± 0,1	16 mm ± 0,3
3.	1,3,4-tiadiazol-2,5-diamin	2 mm ± 0,1	1 mm ± 0,1	2 mm ± 0,1

Koordinatsion kompleksda kuzatilgan zamburug'larga qarshi faollikning kuchayishi o'tuvchi metall komplekslari uchun xos bo'lgan mexanizmlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Organik ligandlarning metall ionlari bilan koordinatsiyalanishi hosil bo'lgan kompleksning lipofilligini oshirib, uning mikrob hujayra membranalari bilan o'zaro ta'sirini yengillashtirishi va

hujayra tomonidan o'zlashtirilishini kuchaytirishi mumkin [1]. Bundan tashqari, ko'p yadroli metall komplekslari membrananing yemirilishiga, kislorodning faol shakllari (KFS) hosil bo'lishi orqali oksidlanish stressiga yoki metall ionlarining nazoratli ajralib chiqishiga olib kelishi mumkin va bularning barchasi zamburug'larga qarshi faollikka hissa qo'shadi[2]. Avvalgi tadqiqotlarda mikroblarga qarshi xususiyatlar namoyon etgan kobaltning koordinatsion komplekslari uchun ham shunga o'xshash mexanizmlar taklif qilingan. Shuningdek, metall komplekslari *Candida* turlarida hujayra ichidagi transport jarayonlari va membrana butunligiga xalaqit berishi qayd etilgan, bu esa mazkur ta'sir mexanizmlari mavjudligini yanada tasdiqlaydi. Shu sababli, antimikrob faollikni baholash ingibirlanish zonasini o'lchashga asoslangan sifat yoki yarim miqdoriy skrining bilan cheklanadi.



1-rasm. Sinovdan o'tkazilgan namunalarning *E. coli*, *B. subtilis* va *C. albicans*ga qarshi antimikrob faolligini ko'rsatuvchi agardagi diffuziya usuli natijalari. Quduqchalar quyidagilarga mos keladi: 1 - $[\text{Co}_3\text{O}(\text{TDA})_6\text{Cl}_3]\text{Cl}_2$, 2 - $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 3 - 1,3,4-thiadiazole-2,5-diamine.

Statistik tahlil o'rtacha qiymat $\pm$ standart chetlanish ko'rinishida ifodalangan uch takrorli tajribalar bilangina cheklangan va hech qanday inferensial (xulosa chiqaruvchi) statistik tahlil o'tkazilmagan. Umuman olganda, natijalar koordinatsion klaster sezilarli darajadagi antimikrob faollikni namoyon etishini, xususan, *Candida albicans* zamburug'iga nisbatan yaqqol ingibirlash ta'siriga ega ekanligini ko'rsatadi. Ayni paytda, sinovdan o'tkazilgan bakteriya shtammlariga qarshi faolligi mavjud tajriba sharoitida dastlabki kobalt birikmasining faolligi bilan qiyoslanadigan darajada qolmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. A. Fudulu, R. Olar, C. Maxim, G.V. Scăețeanu, C. Bleotu, L. Matei, M.C. Chifiriuc, M. Badea, Imidazol hosilalari bilan yangi kobalt(II) komplekslari: plankton va yopishgan mikroblarga qarshi antimikrob samaradorlik hamda in vitro sitotoksiklik xususiyatlari, *Molecules* 26(1) (2021) 55,
2. O.A. Dar, A.A. Hashmi, A.S. Al-Bogami, A. Ahmad, M.Y. Wani, Geteroleptik kobalt kompleksi flukonazol bilan zamburug'larga qarshi faollikni kuchaytiradi va *Candida albicans*'da membrana buzilishiga sabab bo'ladi, *Dalton Trans.* 53 (2024) 11720–11735,

2-PROPIONILAMINO BENZIMIDAZOLNING Cu(II) ATSETATI BILAN KOMPLEKSINING XIRSHFELD SIRT TAHLILI

¹G.K.Jumaniyazova, ¹D.S.Raxmonova, ²A.Abdurazzoqov, ¹B.S.Torambetov,
²D.K.Daoletbayeva

¹Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti
umumiy va noorganik kimyo kafedrası

²O'zR FA O'simlik moddalar kimyosi instituti

e-mail: guli7361818@gmail.com Tel: +998907361818

Abstract. This study utilized Hirshfeld surface analysis to investigate intermolecular interactions in new benzimidazole-based coordination complexes. Based on single-crystal XRD data, the complex's crystal packing, molecular surface area, and volume were determined. Analysis of d_{norm} maps and fingerprint plots quantitatively confirmed that O—H $\cdots$ O hydrogen bonds play a critical role in stabilizing the crystal structure.

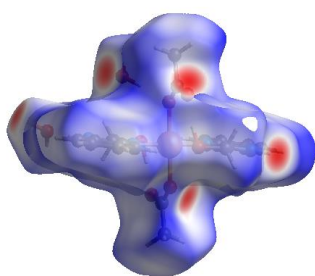
Keywords: Benzimidazole, coordination complexes, Hirshfeld surface, XRD (X-ray diffraction), d_{norm} , intermolecular interactions, hydrogen bonds.

Hirshfeld sirt tahlili zamonaviy kristallografiya va dori vositalari dizaynida molekulararo ta'sirlarni vizual hamda miqdoriy baholashning samarali usuli hisoblanadi. Elektron zichligiga asoslangan ushbu metod d_{norm} parametrlari orqali vodorod bog'lari va π - π o'zaro ta'sirlashuv kabi bog'lanishlarni vizuallashtirish imkonini beradi. 2D barmoq izi grafiklari yordamida atomlararo kontaktlar ulushini hisoblash esa kristall barqarorligini tushunish va biologik faollik natijalarini *in silico* korrelyatsiya qilishda ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi [1].

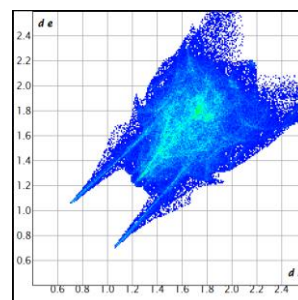
Benzimidazol hosilalari asosidagi komplekslarning molekulararo ta'sirlashuv xususiyatlari rentgen strukturaviy analiz ma'lumotlari asosida Hirshfeld sirt tahlili yordamida o'rganildi. Tadqiqotda kompleksning umumiy sirt yuzasi va hajmi aniqlanib, 2D barmoq izi grafiklari orqali atomlararo kontaktlarning miqdoriy ulushlari tahlil qilindi. Ushbu tahlillar kristall panjaradagi o'zaro ta'sirlashuvchi juft atomlar hissalarini (%) vizual va statistik baholash imkonini berdi [1]. d_{norm} maydoni tashqi (d_e) va ichki (d_i) masofalarni eng yaqin yadrogacha hisoblash yo'li bilan aniqlandi va hajmi $566,67 \text{ \AA}^3$ da va yuzasi $472,53 \text{ \AA}^2$ maydonda ko'rildi. Xirshfeld yuzasida ta'sir hissasi kam bo'lgan nuqtalar ko'k rang bilan bo'yalgan, yashildan qizilgacha bo'lgan ranglar esa ta'sir hissasi katta bo'lgan nuqtalarni ko'rsatadi.

Kompleks molekulasining Xirshfeld yuzasi standart (yuqori) yuza aniqligidagi uch o'lchamli d_{norm} yuzalarni -0.6524 (qizil) dan 1.3982 (ko'k) gacha rang shkalasi belgilari bilan belgilab xaritalash usulini qo'llab olindi. Xirshfeld yuzasi d_{norm} (1-rasm) bo'yicha xaritalangan holda O3—H3 $\cdots$ O2 va O4—H4A $\cdots$ O1 atomlari yaqinida kutilgan och-qizil dog'lar mavjudligini ko'rsatdi, ular esa yuqorida keltirilgan O—H $\cdots$ O vodorod bog'larini tasvirlaydi.

[CuL₂(CH₃COO)₂] $\cdot$ H₂O kompleksi kristallarining molekulararo o'zaro ta'siri Xirshfeld yuzasi va ikki o'lchovli "barmoq izlari" tahlili yordamida tadqiq etildi (2-rasm).



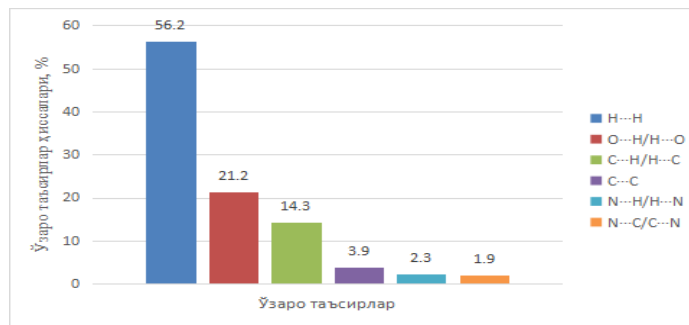
a)



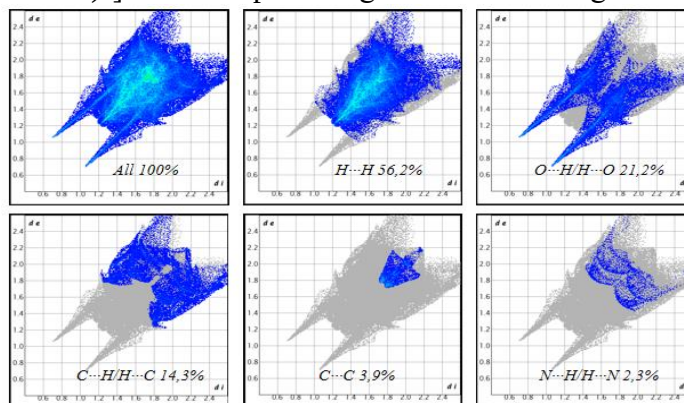
b)

1-rasm. $[\text{CuL}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2]\cdot\text{H}_2\text{O}$ kompleksining (a) d_{norm} bo'yicha Xirshfeld yuzasi va (b) barcha o'zaro ta'sirlarning foiz hissalarini ko'rsatuvchi ikki o'lchovli barmoq izlari maydonlari

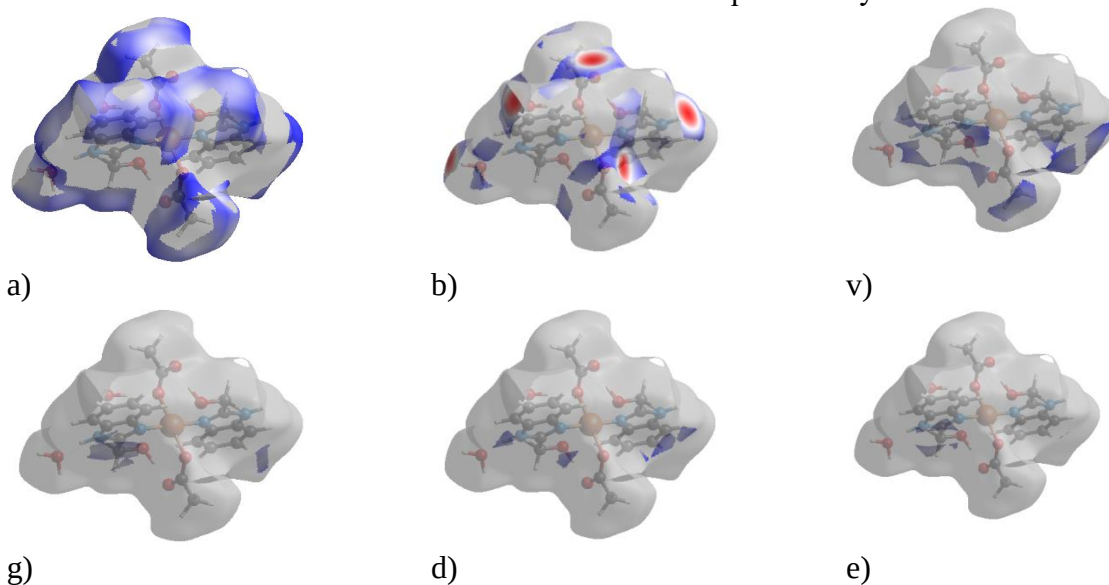
Ikki o'lchovli barmoq izlari sohasi chizmalarining tahlili shuni ko'rsatadiki, $\text{H}\cdots\text{H}$ (56.2%), $\text{O}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{O}$ (21.2%), $\text{C}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{C}$ (14.3%) o'zaro ta'sirlari Xirshfeld yuzasiga eng ko'p hissa qo'shishini ko'rsatadi. Umumiy yuzaning eng ko'p ulushi metilen va benzol halqasi vodorodlarining o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lgan $\text{H}\cdots\text{H}$ ta'sirlashuvlari tomonidan band qilinadi. $\text{O}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{O}$ ta'sirlashuvlar hissalarini qirrali qanotlar sifatida barmoq izi haritasida aks etadi. $\text{O}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{O}$ ta'sirlarining Xirshfeld yuzasiga eng ko'p hissa qo'shishi molekulalar va ichki molekulyar vodorod bog'larining ko'pligi bilan izohlanadi. Shuningdek, $\text{C}\cdots\text{C}$ (3.9%), $\text{N}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{N}$ (2.3%) va $\text{C}\cdots\text{N}/\text{N}\cdots\text{C}$ (1.9%) ta'sirlarning hissasi esa kamroq ulushni ko'rsatadi (3-rasm).



2-rasm. $[\text{CuL}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2]\cdot\text{H}_2\text{O}$ kompleksidagi atomlar orasidagi ta'sirlarning hissalarini



3-rasm. $[\text{CuL}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2]\cdot\text{H}_2\text{O}$ kompleksidagi o'zaro ta'sirlarning alohida turlarini ko'rsatuvchi ikki o'lchovli barmoq izlari maydonlari



4-rasm. $[\text{CuL}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2]\cdot\text{H}_2\text{O}$ kompleksining $\text{H}\cdots\text{H}$ (a), $\text{O}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{O}$ (b), $\text{C}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{C}$ (v), $\text{C}\cdots\text{C}$ (g), $\text{N}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{N}$ (d) va $\text{C}\cdots\text{N}/\text{N}\cdots\text{C}$ (e) ta'sirlashuvlariga mos keladigan d_{norm} yuzalarining ko'rinishlari

Tadqiqot doirasida, $[\text{CuL}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2]\cdot\text{H}_2\text{O}$ kompleksining kristall tuzilishi Hirshfeld sirt tahlili va 2D "barmoq izi" grafiklari yordamida chuqur o'rganilib, molekulalararo ta'sirlarni ham vizual, ham miqdoriy baholash imkonini berdi. d_{norm} yuzasidagi qizil dog'lar $\text{O}-\text{H}\cdots\text{O}$ tipidagi vodorod bog'larining mavjudligini tasdiqlagan bo'lsa (4-rasm), miqdoriy tahlillar kristall barqarorligini ta'minlashda $\text{H}\cdots\text{H}$ (56.2%) va $\text{O}\cdots\text{H}/\text{H}\cdots\text{O}$ (21.2%) kontaktlarining ustunligini ko'rsatdi. Olingan natijalar benzimidazol hosilalari asosidagi komplekslarning kristall panjara energiyasi va molekulalararo bog'lanish tabiatini tushunishda, shuningdek, kelgusida ularning biologik faolligini *in silico* modellashtirishda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Spackman, P. R., Turner, M. J., McKinnon, J. J., Wolff, S. K., Grimwood, D. J., Jayatilaka, D., & Spackman, M. A. CrystalExplorer: a program for Hirshfeld surface analysis, visualization and quantitative analysis of molecular crystals //Applied Crystallography. – 2021. – V. 54. – №. 3. – P. 1006-1011.
2. Cui, J. W., Zhao, Y. Q., Hao, Z. C., & Cui, G. H. Synthesis, structural characterization, and Hirshfeld surface analysis of three cocrystals based on flexible bis (benzimidazole) derivatives with aromatic carboxylic acids //Research on Chemical Intermediates. – 2018. – V. 44. – №. 1. – P. 721-738.
3. Abu-Dief, A. M., El-Khatib, R. M., El-Dabea, T., Feizi-Dehneyebi, M., Barnawi, I. O., Alsehli, A. H., ... & El-Remaily, M. A. E. A. A. Design, preparation, physicochemical characterization, structural conformational, biological evaluation, and DNA interaction for some new benzimidazole complexes //Applied Organometallic Chemistry. – 2024. – V. 38. – №. 3. – P. e7358.

KOMPLEKS BIRIKMALARNING BIOLOGIK FAOLLIGINI PASS (ONLINE) DASTURI YORDAMIDA TAHLIL QILISH

M.Z. Aliyeva^{1*}, G.A. Nuraliyeva²

¹Toshkent farmatsevtika institute, Toshkent 45A. Oybek

²Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent 100174

*e-mail: mushtariy3975@mail.com

Abstract: The results of the analysis of the biological activity of the newly synthesized complex compounds using modern computer technologies are presented. During the study, the biological properties of the compounds were analyzed using the PASS (online) program. Based on the obtained P_i and P_a values, the antibacterial, antifungal, and antioxidant activity, as well as the degree of toxicity of the compounds, were determined. The obtained data will serve as a basis for further *in vitro* laboratory research.

Key words: Pass online, toxicity level, *in vitro*, P_i , P_a

So'ngi yillarda ko'p donor markazga ega bo'lgan ligandlardan koordinatsion kimyoda foydalanib kelinmoqda. [1; b. 424-430]. Bir nechta geteroatomlarni o'z ichiga olgan tiadiazollarning ko'p funksiyali hosilalari qiziqarli biologik faollikka ega bo'lib, bu ularda mavjud bo'lgan halqa tizimining kuchli aromatikligi bilan bog'liqdir [2; b. 91-156].

Tiadiazol hosilalari bilan ba'zi d-metallar bilan sintez qilingan kompleks birikmalari yuqori biologik faolliklarni namoyon etadi [3-5; b. 199-210, 412, 138]. 1,3,4-tiadiazollarning polikondensatlangan hosilalaridan tibbiyotda dori vositalari, qishloq xo'jaligida stimulyator preparatlari sifatida foydalanib kelinmoqda. Tiadiazol birikmalari orasida silga, gelmintlarga, bakteriyalarga qarshi va og'riq qoldiruvchi, pestitsid va fungitsid kabi faolliklarga ega bo'lgan moddalar mavjud.

Sintez qilingan biologik faol moddalardan samarali dori vositalarini yaratish uchun uzoq muddatli tibbiy va biologik tahlillar o'tkaziladi. Natijada yuqori biologik faollikka ega bo'lgan hamda organizmga salbiy ta'siri eng kam zaharli bo'lgan moddalar tanlab olinadi. Shunday bo'lsa-da, yangi birikmalarning aksariyati bir qator sabablar tufayli farmakologiya sohasi uchun istiqbolsiz hisoblanadi. Bularga yuqori zaharlilik, suvda yomon eriydigan xususiyat, mutagenlik, parchalanish mahsulotlarining organizmga xavfli ta'siri kabi boshqa bir qancha noqulay xossalari kiradi. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida bugungi kunda rivojlangan mamlakatlarda biologik faol moddalarning biokimyoviy va farmakologik ta'sirlarini turli xil kompyuter dasturlari yordamida in-vitro usuli orqali o'rganish keng qo'llanilmoqda. Bu onlayn dasturlar yangi dori vositalarini ishlab chiqishda va ularning biologik faolligini tahlil qilishda juda foydali bo'lmoqda. Shunday dasturlardan biri - Pass-online (Moddalar faollik spektrini bashorat qilish) dasturi 31000 dan ortiq turdagi biologik faol moddalarni qamrab oladi. [4; b.137-142]. Bunga ko'ra, Pa qiymati moddaning farmakologik faolligini, Pi qiymati esa nafaolligini ifodalaydi. Agar $Pa > 0,7$ bo'lsa, bu moddaning tajribada farmakologik faollik ko'rsatish ehtimoli juda yuqori ekanligini anglatadi. Moddaning $Pa > Pi$ bo'lsa birikmani yangi dori vositasi sifatida o'rganish ehtimoli ortadi. Bu kompyuter dasturi moddalarga ortiqcha reagentlar qo'shmasdan, bir nechta birikmaning biologik faolligini tezroq o'rganish, qimmatbaho reaktivlarni tejash va isrofgarchilikni oldini olish hamda ilmiy tadqiqotlarning samaradorligi va tezkorligini oshirish imkoniyatlarini beradi [5; b. 747-748].

1-jadval

Kompleks birikmalarning Pass onlayn dasturida LD₅₀ qiymati

Birikma	LD ₅₀ mg/kg	Zaharlilik sinfi	Eslatma
[Zn ₂ (L) ₂ (Suc) ₂] _n	3051	5	LD<50
[Cu ₂ (L) ₂ (Suc) ₂] _n	733	4	5<LD ₅₀ <50
[Mn(L) ₂ (Suc) ₂ (H ₂ O) ₂]	2081	5	50<LD ₅₀ <300
[Co(L) ₂ (Suc) ₂ (H ₂ O) ₂]	1789	4	300<LD ₅₀ <2000
	2081	5	2000<LD ₅₀ <5000
[Ni(L) ₂ (Suc) ₂ (H ₂ O) ₂]			LD ₅₀ >5000

2-amino-1,3,4-tiadiazol va qahrabo kislota asosida sintez qilingan kompleks birikmalarning biologik faolligi, ingibitorlik xususiyati va zaharlilik darajasi o'rganildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, birikmalarning zaharlilik darajasiga ko'ra IV va V sinfga kirishi ularning zaharli emasligini anglatadi.

Quyidagi jadvalda kompleks birikmalarning Pass onlayn dasturida LD₅₀ qiymati aniqlandi va ijobiy natijalar olindi. L va Suc asosida olingan kompleks birikmalar past zaharlilik xususiyatini namoyon qildi. [Zn₂(L)₂(Suc)₂]_n, [Mn(L)₂(Suc)₂(H₂O)₂] va [Ni(L)₂(Suc)₂(H₂O)₂] kompleks birikmalar zaharlilik sinfi bo'yicha 5-sinfni tashkil etdi. Bu esa kompleks birikmalarni kam zaharlilik xususiyatiga ega degan xulosaga kelish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Nuraliyeva G.A, Alieva M., Torambetov B., Christopher Lslee D., Senthilkumar B., Kaur S., Dabke N.B., Vanka K., Ashurov J., Kadirova Sh. Synthesis, crystal structure, DFT calculation and catalytic activity of a polymer complex of zinc(II) succinate with 2-amino-1,3,4-thiadiazole // Journal of Molecular Structure.-2025. Journal of Molecular Structure. -2025. –V.1338. –P. 142274.
2. Nuralieva G., Alieva M, Kinshakova E, Atashov A, Ashurov J, Kadirova Sh. Synthesis, crystal structure and Hirshfeld surface analysis of bis (2-amino-1,3,4-thiadiazol-3-ium) diaquadichlorido (propanedioato-κ2O1, O3) manganate (II) // Acta Cryst. -2025. –V. 82. – P.1-6. (Scopus, Q3).
3. Harrowfield J.M. Biological coordination chemistry ,a confluence of chemistry and biochemistry // Comptes Rendus Chimie. – 2005. – V.8(2). – P.199-210.

4. Поройков В.В., Филимонов Д.А., Глориозова Т.А., Лагунин А.А., Дружиловский Д.С., Степанчикова А.В. Компьютерное Предсказание Биологической Активности Химических Веществ: Виртуальная Хемогеномика // Вестник ВОГиС. –2009. –Том 13. № 1.1. – С. 37-142.
5. Lagunin A., Stepanchikova A., Filimonov D., Poroikov V. PASS: prediction of activity spectra for biologically active substances// J. Bioinformatics. –2000. –V. 16(8).–P. 747–748.

Fingerprint Plot Analysis of a Bis(1,10-phenanthroline)copper(II) Chloride Co-crystal Containing Metasulfanil and Water Molecules

G.X. Toirova – Termez State University, Uzbekistan
gulshodatoirova0202@mail.ru

Kh. Kh. Turaev – Termez State University, Uzbekistan

A.B. Ibragimov – Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan.

Abstract. In the present study, the intermolecular interactions of a coordination complex synthesized from 1,10-phenanthroline, copper chloride, and metasulfanil were investigated using the Hirshfeld surface fingerprint plot method. Fingerprint diagrams were employed to determine the contribution of $H\cdots H$, $C\cdots H$, $Cl\cdots H$, and other intermolecular contacts to crystal packing as well as their influence on the stability of the supramolecular structure. Since $H\cdots H$ contacts constitute the major portion of the total intermolecular interactions, van der Waals interactions were found to play an important role in the formation of the crystal structure. $Cl\cdots H$ and $C\cdots H$ contacts were also observed to contribute significantly to the spatial compactness and supramolecular ordering of the crystal lattice.

Keywords: fingerprint plot, Hirshfeld surface, 1,10-phenanthroline, metasulfanil, copper complex, intermolecular interactions, crystal packing.

The physicochemical properties of coordination complexes are strongly influenced by the intermolecular interactions present within their crystal structures. In complexes containing aromatic nitrogen donor ligands and sulfonamide-type organic fragments, molecular contacts are considered one of the principal factors governing crystal packing and supramolecular organization. The aromatic nature of the 1,10-phenanthroline ligand provides favorable conditions for π – π stacking interactions and weak $C\cdots H$ contacts, whereas the functional groups of the metasulfanil fragment facilitate the formation of hydrogen bonding and electrostatic interactions.

The Hirshfeld surface fingerprint plot method is regarded as one of the most effective approaches for determining the quantitative contribution of intermolecular contacts in crystal structures. This method allows the evaluation of the percentage contribution of different intermolecular interactions as well as their role in stabilizing crystal packing. Fingerprint plot diagrams are especially useful for analyzing the spatial distribution of $H\cdots H$, $O\cdots H$, $C\cdots H$, and $Cl\cdots H$ contacts. In the present work, intermolecular interactions in the supramolecular co-crystal $[Cu_2(phen)_4Cl_2](metasulfanil)_2 \cdot xH_2O$ were investigated using Hirshfeld surface fingerprint plot analysis.

Results and Discussion. The overall fingerprint plot diagram obtained from Hirshfeld surface analysis demonstrated that the crystal structure of $[Cu_2(phen)_4Cl_2](metasulfanil)_2 \cdot xH_2O$ contains complex and multidirectional intermolecular interactions.

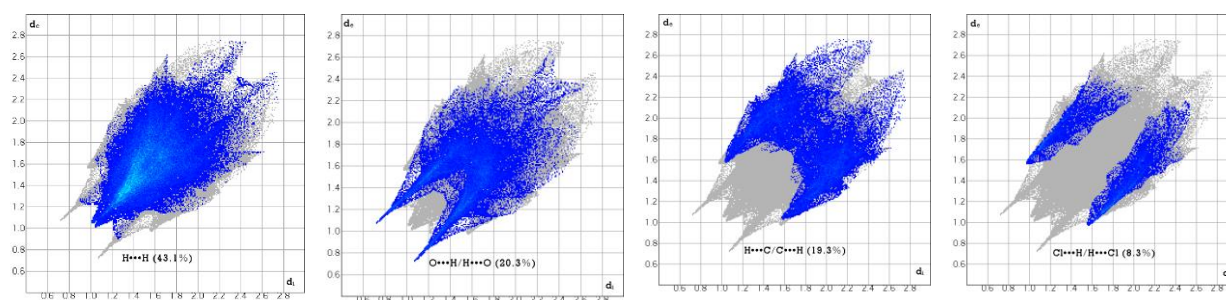


Figure 1. Fingerprint plots of $[\text{Cu}_2(\text{phen})_4\text{Cl}_2](\text{metasulfanil})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

The dense central region observed in the fingerprint map indicates the predominance of contacts involving hydrogen atoms within the crystal packing. The main area of the plot is represented by blue and light-blue gradient regions, suggesting the presence of numerous weak and moderate intermolecular interactions between neighboring molecules.

The $\text{H} \cdots \text{H}$ contacts were found to contribute 43.1% of the total intermolecular interactions, indicating that van der Waals interactions represent the dominant stabilizing force within the crystal lattice. In the fingerprint plot, the $\text{H} \cdots \text{H}$ contacts appeared as broad symmetric regions, confirming the uniform spatial distribution of hydrogen atoms throughout the supramolecular structure.

$\text{O} \cdots \text{H}$ contacts account for 20.3% of the total interactions and correspond to intermolecular hydrogen bonding involving oxygen atoms of the metasulfanil fragment and hydrogen donor groups. The presence of sharp spike-like features in the $\text{O} \cdots \text{H}$ fingerprint plot indicates relatively short intermolecular contacts associated with hydrogen bonding interactions. These contacts play a significant role in reinforcing the supramolecular organization of the crystal packing.

$\text{C} \cdots \text{H}$ contacts contribute 19.3% of the total intermolecular interactions. In the fingerprint diagram, these contacts appeared as wing-shaped elongated regions, characteristic of weak $\text{C}-\text{H} \cdots \pi$ interactions between aromatic phenanthroline rings and neighboring hydrogen atoms. Such interactions facilitate the directional arrangement of molecules and contribute to the densification of crystal packing.

$\text{Cl} \cdots \text{H}$ contacts represent 8.3% of the intermolecular interactions and appeared as narrow spike-like regions in the fingerprint map. These contacts are associated with close interactions between chloride ions and hydrogen donor fragments. The $\text{Cl} \cdots \text{H}$ interactions contribute to the electrostatic stabilization of the crystal lattice and support the formation of a stable supramolecular framework.

Overall, fingerprint plot analysis demonstrated that several intermolecular interactions collectively participate in the stabilization of crystal packing within the coordination co-crystal. While the dominance of $\text{H} \cdots \text{H}$ contacts confirms the importance of van der Waals forces, $\text{O} \cdots \text{H}$ hydrogen bonds, $\text{C} \cdots \text{H}$ aromatic interactions, and $\text{Cl} \cdots \text{H}$ electrostatic contacts also contribute significantly to the supramolecular stabilization of the structure.

Fingerprint plot analysis of the supramolecular co-crystal $[\text{Cu}_2(\text{phen})_4\text{Cl}_2](\text{metasulfanil})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ provided important insight into the mechanism of crystal packing formation through intermolecular interactions. The predominance of $\text{H} \cdots \text{H}$ contacts (43.1%) demonstrated that van der Waals interactions constitute the major component of crystal stabilization. $\text{O} \cdots \text{H}$ contacts (20.3%) confirmed the important role of intermolecular hydrogen bonding within the supramolecular structure. $\text{C} \cdots \text{H}$ contacts (19.3%) indicated the presence of weak aromatic $\text{C}-\text{H} \cdots \pi$ interactions, whereas $\text{Cl} \cdots \text{H}$ contacts (8.3%) contributed to crystal lattice stabilization through electrostatic and hydrogen-bonding interactions.

The obtained results revealed that the crystal structure is stabilized through the combined influence of hydrogen bonding, aromatic interactions, electrostatic contacts, and weak dispersion forces. These findings provide valuable information for understanding the supramolecular organization and crystal engineering properties of copper(II) phenanthroline co-crystals.

References

1. Braga D., Grepioni F. Intermolecular interactions in molecular crystals // Chemical Communications. 2005. P. 3635–3645.
2. Desiraju G.R. Crystal Engineering: The Design of Organic Solids. Elsevier, Amsterdam, 1989.
3. Spackman M.A., McKinnon J.J. Fingerprint plots for crystal structure analysis // CrystEngComm. 2002. Vol. 4. P. 378–392.
4. Steiner T. Hydrogen bonding in crystalline materials // Angewandte Chemie International Edition. 2002. Vol. 41. P. 48–76.

BIOPARCHALANUVCHAN MATERIALLARNING ANTIBAKTERIAL XOSSALARINI ZnO NANOZARRACHALARI YORDAMIDA YAXSHILASH

S.Tillayev, M. Ilashova, D. Qo'chqorova, M. Axmedova

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, O'zbekiston;

e-mail: sanjar.tillayev83@gmail.com

Abstract: Incorporation of ZnO nanoparticles, obtained via green synthesis from an aqueous extract of *Lycium depressum* fruits, into biodegradable polylactide-based materials has been shown to exhibit antibacterial (against *E. coli* and *S. aureus*) and antifungal (against *C. albicans*) properties.

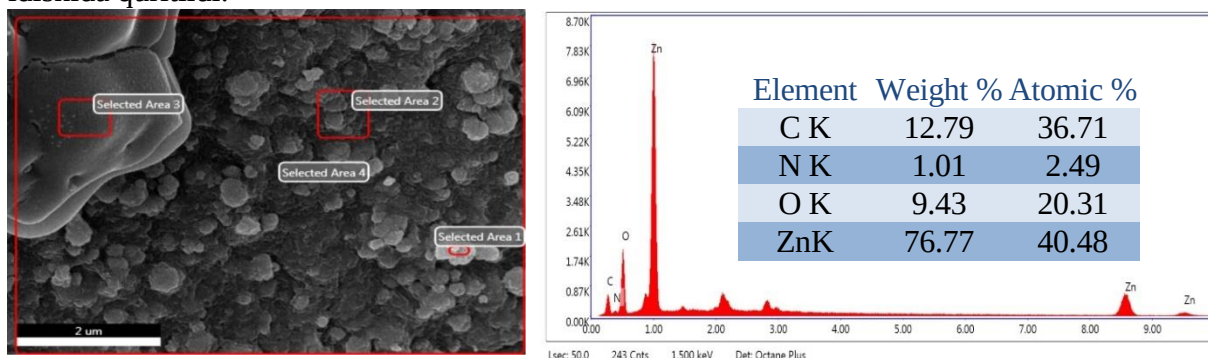
Keywords: polylactide, biodegradable materials, ZnO nanoparticles, antibacterial properties.

Oxirgi yillarda PLA asosidagi bioparchalanuvchan materiallar tarkibiga turli nanozarrachalar kiritish yoki ularning yuzasiga ishlov berish orqali materiallarning antibakterial hamda degradatsiya xossalarini yaxshilash bo'yicha izchil tadqiqotlar olib borilmoqda. Xususan, bunday materiallar tarkibiga ZnO, Ag, TiO₂, CuO va boshqa nanozarrachalar kiritilganda materiallarda yangi xossalar yuzaga kelishi ko'plab tadqiqotlarda ko'rsatilgan [Sivrier M. va boshq., 2023; Fortunati E. va boshq., 2012].

Bioparchalanuvchan materiallarning fizik-kimyoviy, mexanik hamda biologik xossalarini yaxshilash maqsadida ular tarkibiga ZnO nanozarrachalarining kiritilishi yaxshi samara beradi [Hao Zheng va boshq., 2024]. Birinchidan – ZnO arzon, keng tarqalgan xom ashyo asosida olinishi mumkin. Ikkinchidan – ma'lum miqdorlarda organizm uchun zarur mikroelementlar sirasiga kirib, yaxshi antibakterial xossalarni ham namoyon qiladi [Ya-Fang Yan va boshq., 2023]. Uchunchidan – sanoat miqyosida bioparchalanuvchan materiallar ishlab chiqarishda ZnO nanozarrachalaridan foydalanish qulay, arzon hamda murakkab uskunalar talab qilmaydi. Shu va boshqa holatlar ZnO nanozarrachalaridan antibakterial, fizik-kimyoviy xossalari yaxshilangan bioparchalanuvchan materiallar olishda keng foydalanish imkoniyatlarini ochadi [Fuyou Yu va boshq., 2021].

Mazkur ishda polilaktid asosida olingan bioparchalanuvchan materiallarda antibakterial xossalarni yaxshilash uchun "yashil sintez" usulida olingan ZnO nanozarrachalaridan foydalanish borasidagi tadqiqotlar natijalari keltirilgan. ZnO nanozarrachalari *Lycium Depressum* mevalarining suvli ekstraktidan foydalanilgan holda sintez qilindi (1-rasm) [Tillayev S. va boshq., 2025]. Buning uchun 100 mM Zn(CH₃COO)₂ eritmasi va 100 ml LD ekstrakti 60±2 °C va 700 rpm da 2 soat davomida magnit aralashtirgichda 30-40 daqiqa davomida aralashtirildi. Dastlab pushti rangdagi aralashma loyqa oqish-sariq rangga aylandi. Keyin aralashma teflon idishiga o'tkazildi va gidrotermal tizimda (120 °C, 12 soat) inkubatsiya qilindi. Inkubatsiya oxirida u 15 mm Falcon naychalarida 8500 rpm tezlikda sentrifuga qilindi. Supernatant tashlandi va olingan LD-ZnONZlarning cho'kmasi xuddi shu sharoitda uch marta ultra toza suv bilan yuvildi. Olingan

LD-ZnONZlar nihoyat 2 ml deionlangan suvda suspenziya qilindi va 120 °C da shisha petri idishida quritildi.



1-rasm. LD ekstrakti yordamida yashil sintez usulida olingan ZnO nanozarrachalarining SEM tasviri hamda EDX analizi natijalari

ZnO nanozarrachalarining bakteriyalarga hamda zamburug'larga qarshi faolligi o'rganildi. Sof ZnO nanozarrachalarining *E.coli*'ga nisbatan minimal ingibirlovchi konsentratsiyasi 10 μg/ml; *S. Aures*'ga nisbatan 10 μg/ml; *C. albicans*'ga nisbatan esa 100 μg/ml bo'lib, bioparchalanuvchan materiallar tarkibiga kiritilgandan keyin esa barcha hollarda 100 μg/ml konsentratsiya ekanligi tajribalarda aniqlandi [Hasan Artun va boshq., 2023]. Mazkur tadqiqotda PLA/m-sellyuloza + B,K tarkibli materiallar tarkibiga 1- va 2% miqdorlarda ZnO nanozarrachalari kiritildi. Olingan natijalar asosida materiallar tarkibiga ZnO nanozarrachalarining kiritilishi materiallarda antibakterial (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) va zamburug'larga qarshi (*Candida albicans*) xossalarni yuzaga keltirishi ko'rsatildi.

"Yashil sintez" usulida olingan ZnO nanozarrachalari PLA/m-sellyuloza + B,K tarkibli, bioparchalanuvchan materiallar tarkibiga 0,5%, 1,0% hamda 2,0% miqdorda kiritildi va materiallarning xossalari tadqiq etildi. Kiritilgan ZnO nanozarrachalari hisobiga materiallarning fizik-kimyoviy xossalarida salbiy holatlar kelib chiqmagani holda, ularda turli patogen mikroorganizmlarga nisbatan antibakterial hamda antifungal xossalari namoyon bo'lganligi aniqlandi. Bu holat ushbu materiallardan turli oziq-ovqat mahsulotlarini uzoq vaqt saqlashga imkon beruvchi, bir marta foydalaniladigan qadoqlash vositalari olishga imkon beradi. Kiritilgan nanozarrachalarning miqdori juda kamligi olingan mahsulotlarning tannarxiga sezilarni ta'sir ko'rsatmaydi.

Shunday qilib, tadqiqotlarda mahalliy *Lycium Depressum* mevalarining suvli ekstraktidan foydalanilgan holda "yashil sintez" usulida olingan ZnO nanozarrachalarining PLA/m-sellyuloza + B,K tarkibli materiallar tarkibiga kiritish ularda antibakterial, antifungal xossalarni yuzaga keltirishini ko'rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- 1.Fortunati E. et.al. Multifunctional bionanocomposite films of poly(lactic acid), cellulose nanocrystals and silver nanoparticles // Carbohydrate Polymers, V. 87, Issue 2, 2012, P.1596-1605,
- 2.Fuyou Yu et.al. Poly(lactic acid)-based composite film reinforced with acetylated cellulose nanocrystals and ZnO nanoparticles for active food packaging // International Journal of Biological Macromolecules, V.186, 2021, p.770-779,
- 3.Hao Zheng et.al. Poly-(lactic acid) composite films comprising carvacrol and cellulose nanocrystal-zinc oxide with synergistic antibacterial effects // International Journal of Biological Macromolecules, V.266(1), 2024,
- 4.Hasan Artun et al. Preparation of nanocomposite based on chitosan-PDCOEMA containing biosynthesized ZnO: Biological and thermal characterization // International Journal of Biological Macromolecules, Volume 242, Part 1, 2023, ISSN 0141-8130,

5.Sivrier M. *et al.* Novel bionanocomposites containing green synthesized silver NPs of a carboxymethyl cellulose-based blend; thermal, optical, biological and dielectric properties // Journal of Polymers and the Environment, 2023, V.31, p.3857–3874,

6.Tillayev S. *et al.* Biogenic Synthesis, Antimicrobial, Cytotoxic, and Photocatalytic Properties of Silver Nanoparticles Derived from Lycium Depressum Fruit Extract // ChemistrySelect, 2025,

7.Ya-Fang Yan *et al.* Manipulation of crystallization nucleation and thermal degradation of PLA films by multi-morphologies CNC-ZnO nanoparticles // Carbohydrate Polymers, V.320, 2023,

ПИРИТ КОНЦЕНТРАТИНИ КИМЕВИЙ ВА МИНЕРАЛОГИК ШАКЛИ

Пирназаров Бахтияр Утемисович

EMU University «Кимё фанлари» кафедраси катта ўқитувчиси, PhD

bakhtiyarpirnazar@gmail.com

Амангелдиева Жазира Нурлановна

EMU University «Педиатрия» факультети

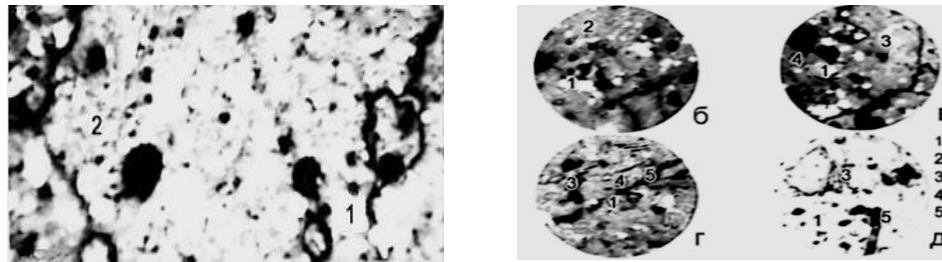
2-боскич талабаси

Ўзбекистондаги Қалмоқир конининг мис-молибден рудаларини флотацион бойитишдаги пирит концентратини қайта ишлаш технологиясининг асосий принципларини ўрганишга бағишланган. Қуйидаги 1-жадвалда хом ашёнинг таркиби, хусусиятлари ватадқиқот усуллари берилган. Пирит концентратларининг шаклланиш шакли ва табиатига кўра сульфид кислотали хом ашё сифатида таснифланади, шуларнинг минералогик таркиби асосан пирит ва халкопиритдан иборат.

Ушбу хом ашё таркибида нодир металллар майда қўшимчалар шаклида сульфидлар таркибига кирилади. Микрозонд тадқиқотларига кўра (1-расм), кўриб чиқиладиган хомашёнинг асосий минерали пирит- FeS_2 бўлиб, у мис-молибден конлари рудалари таркибида энг кенг тарқалган минералдир. Ундаги пирит микдори 3,5 дан 9,3% гача бўлиб, пиритнинг халкопиритга яъни ушбу хом ашёнинг асосий минералига нисбати 4,3 дан 17,2 гача. Пирит заррачаларининг ўлчами ушбу конларда кенг диапазонда <0,001 мм дан 5 мм гача ўзгаради.

1-жадвал Хом ашёнинг таркиби, хусусиятлари ва тадқиқот усуллари

Элемент	Анализ натижалари (%)			Изох
Концентрат	Концентрат	Куйинди	Пирит	1) Концентрат ва куйинди кимёвий ва пробиркали усулларда, пирит эса микрозондли усулда таҳлил қилинди. 2) Шунингдек, пирит таркибида 0,18% Те ва Se элементлари аниқланди. 3) Концентрат таркибида (% хисобида): 0,48 Са; 0,06 Mg; 0,8 Mn; 0,45 Pb; 0,4 Ti; 0,03 Ва; 0,015Zr ва 0,008 гача Cr мавжудлиги аниқланди
Fe	25-26	36,3	45,55	
Сўмум	26-27	1,3	53,37	
Si	10-12	30,4	-	
Al	0,95	1,35	-	
Cu	0,07-0,08	0,15	0,15	
Zn	0,05-0,06	0,79	0,05	
Ni	0,12-0,15	0,18	0,10	
Co	0,06-0,07	0,087	0,054	
As	0,15- 0,18	0,76	0,18	
Sb	0,03-0,05	0,09	0,07	
Au	4,5-4,6 г/т	6,59 г/т	0,29 г/т	
Ag	12,2-12,5г/т	17,82г/т	0,11 г/т	



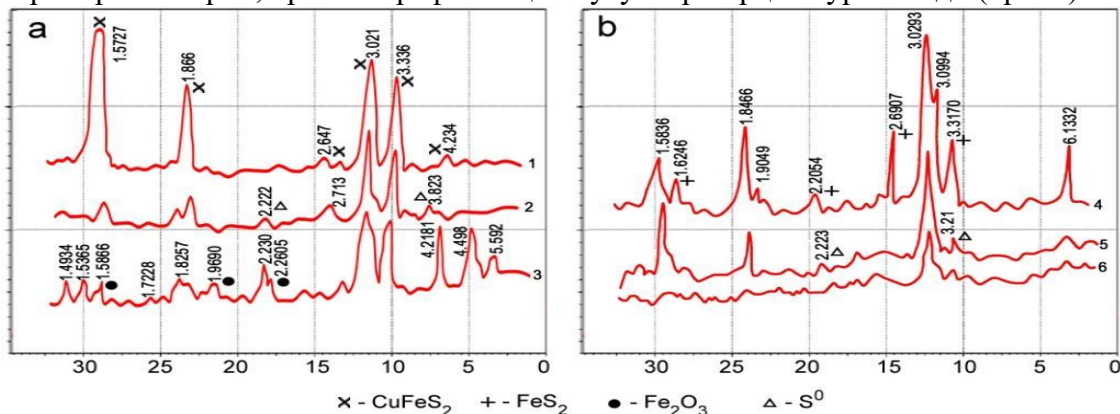
1-расм. Пирит концентратининг микрофотограммаси ва унда олиниши мумкин бўлган маҳсулотлар 1- FeS_2 ; 2- CuFeS_2 ; 3- S^0 ; 4- $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{M}_2\text{O}$; 5- Fe_2O_3

Микрозондли тадқиқот натижалари пирит минералининг ўзига хос хусусиятини аниқлади, яъни бу минерал FeS_2 стехиометрик формуласига мос келмаслиги ва у аслида $(\text{Fe}_{0,98}\cdot\text{Cu}_{0,22}\cdot\text{S}_{2,0})$ формуласига эга эканлигини кўрсатди. Шунинг учун пиритда миснинг нисбатан юқори концентрацияда 0,15% мавжудлиги аниқланди.

Ишқорлаш жараёни автоклавларда амалга оширилиб, у сиғими 100 мл бўлган титандан ясалган “ампулалар бомба” бўлиб, ҳаво айланиш тезлиги 60 айл.мин-1 ва электр ёрдамида иситиладиган ускуна ҳисобланади.

Тажрибалар натижалари асосида технологик факторлар чегаралари аниқланди. Технологик омиллар кейинчалик 2000 айл.мин-1 гача айланиш тезлигига эга механик аралаштиргичли 10 дм³ сиғимдаги автоклава олиб борилди.

Жараёни давомида эритма мис, темир, кумуш ва олтингугуртни, кекларда эсаумумий ва элементар олтингугурт, темир ва нодир металлларнинг таркибини назорат қилинди. Дастлабки хом ашё ва қаттиқ қолдиқлар рентген-фазавий, минералогик, термогравиметрик, хроматографик таҳлил усуллари орқали ўрганилди (2расм)



2-расм. Халкопирит (а) ва пирит концентрати (б) нитрат кислота билан ишқорлаш ўтказгандан сўнг қаттиқ фазаларнинг рентгенограммаси

Адабиётлар

1. Olimov T.F., Allabergenov R.D., Sharipov Kh.T. Analysis of the autoclave leaching opportunity of pyrite concentrates // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (India).-2020. -Vol.7. -Issue 7, -P. 14308-14312. (05.00.00, №8)
2. Olimov T.F., Allabergenov R.D., Sharipov Kh.T. Regularities of Oxidative Autoclave Leaching of Pyrite Concentrates // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (India).-2020. -Vol.7. -Issue 7. -P.14349-14355. (05.00.00, №8)
3. Камолов Т.О., Туресебеков А.Х., Негматов С.С., Наврузов Ф.М., Абдуллаев О.Х., Бозоров А.Н., Олимов Т.Н. Получение концентрата железа из отвальных шлаков медеплавильного завода Алмалыкского ГМК // Композиционные материалы. – 2019. - №4. - С.67-70. (02.00.00. №14).

Исследование состава сбросных растворов молибденового производства

Пирназаров Бахтияр Утемисович
Старший преподаватель PhD кафедры
«Химических наук» Университета ЕМУ
bakhtiyarpirnazar@gmail.com

Мадаминжонова Рухшона Шухратжон кизи
madaminruxshona@gmail.com

Студент 2-го курса факультета «Педиатрия»
университета ЕМУ

В Республике Узбекистан особое внимание уделяется рациональному использованию природных ресурсов, обеспечивающих комплексную переработку рудного и техногенного сырья и улучшения экологической обстановки в регионе дислокации крупных градообразующих предприятий.

На шламовом поле НПО (Научно-производственное объединение) «Производство редких металлов и твердых сплавов («ПРМ и ТС») АО Алмалыкский ГМК за время более шестидесятилетнего существования образовалось огромное количество твердых и жидких отходов молибденового производства в которых

содержатся, в среднем,
молибдена -6,7%;
рения -0,05%;
меди-5,7%, а также золото и серебро.

Нами предпринято исследование этих отходов – установление химического и минералогического состава с целью экономической целесообразности их переработки и извлечения ценных компонентов.

Состав изучали методами УФ-,ИК-, ИСП спектроскопии, рентгенофазовым анализом.

В таблице результаты анализа содержания ценных компонентов сбросных растворов.

Таблица 1 - Результаты анализа сбросных растворов по усредненным пробам из шламового поля

Таблица 1

Элементы	Содержание мг/л	Элементы	Содержание мг/л
Молибден	7,43-86,9	Алюминий	13,63-100,44
Медь	14,67-1320	Титан	5,0-30,0
Свинец	2,71-5,20	Железо	67,33-599,54
Рений	1,87-9,18	Барий	6.15-35,8
Мышьяк	0,4	Олово	0,33-3,64
Сера общая	1,59	Цинк	60,5-752,74
Оксид кремния	28,2	Галлий	0,0001-0,0003
Кальций	962,4-4193,3	Золото, г/г	0,32-4,04
Магний	28,1- 966,1	Серебро, г/г	1,03-14,09
Марганец	3,36-28,5		

Методом рентгеновской дифракции установлен минералогический состав кеков и показано, что основными минеральными формами являются оксиды кремния, железа, фосфат алюминия и алюмосиликаты (рис.1).

рис.1

Дифрактограмма и минералого-химический состав кеков

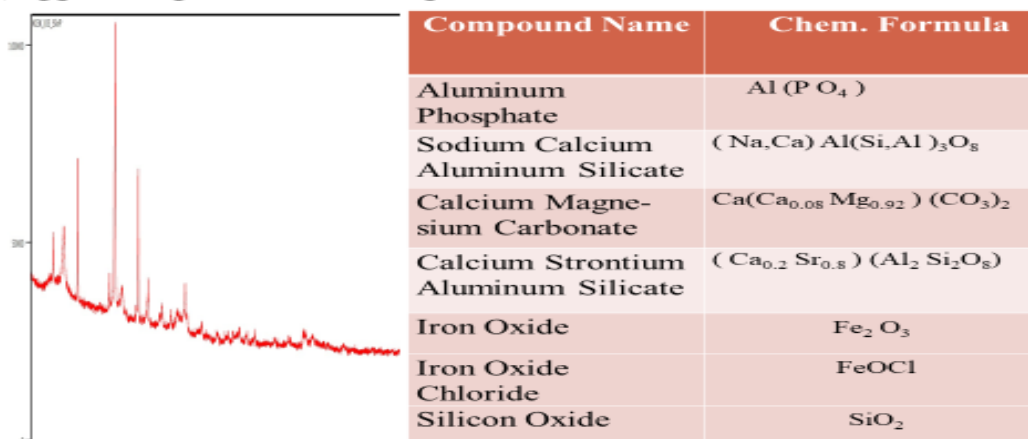


Рис. Минералогический состав Молибденовых кеков

Как видно из табл по ряду элементов содержание значительно превышает кларковые концентрации и представляет промышленный интерес.

6-SHO'BA. KIMYO FANINI O 'QITISHNING DOLZARB MUOMMOLARI VA KELAJAK KIMYO O 'QITUVCHISI IMIDJI

BO'LAJAK KIMYO O'QITUVCHILARINING KREATIV VA TADQIQOTCHILIK KOMPETENSIYALARINI XALQARO BAHOLASH TALABLARI ASOSIDA RIVOJLANTIRISH

Ataullayev Zokir Maxsudovich¹

¹*Urganch davlat pedagogika instituti dotsenti, Xorazm viloyati, O'zbekiston, zokirjon16081987@gmail.com*

Abstract: This article discusses the development of creative and research competencies of future chemistry teachers based on international assessment systems. The importance of innovative pedagogical technologies, project-based learning, research methods, and integrative approaches in improving professional competence is scientifically analyzed.

Key words: chemistry education, international assessment, creative competence, research competence, future chemistry teachers.

Hozirgi kunda ta'lim tizimida bo'lajak pedagog kadrlarning kasbiy kompetentligini rivojlantirish va ularni xalqaro standartlar asosida tayyorlash muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, kimyo ta'limida kreativ fikrlash, tadqiqotchilik faoliyati va muammoli vaziyatlarni hal qilish kompetensiyalarini shakllantirish zamonaviy ta'limning asosiy talablaridan biri sifatida qaralmoqda. Globallashuv jarayonlari, fan va texnologiyalarning jadal rivojlanishi bo'lajak kimyo o'qituvchilaridan nafaqat nazariy bilim, balki innovatsion yondashuv, ilmiy-tadqiqot olib borish hamda amaliy muammolarni mustaqil hal qilish ko'nikmalariga ega bo'lishni talab etmoqda [1].

Xalqaro baholash dasturlari, jumladan PISA, TIMSS va TALIS tadqiqotlari ta'lim sifatini baholashda o'quvchilarning funksional savodxonligi, kreativ tafakkuri va amaliy kompetensiyalariga alohida e'tibor qaratmoqda. Mazkur dasturlar natijalari kimyo ta'limida ham an'anaviy bilimlarni o'zlashtirish bilan cheklanib qolmasdan, o'quvchilarning ilmiy tafakkuri, tadqiqotchilik faoliyati va real hayotiy vaziyatlarda bilimlarni qo'llash kompetensiyalarini rivojlantirish zarurligini ko'rsatmoqda. Shu sababli bo'lajak kimyo o'qituvchilarining kreativ va tadqiqotchilik kompetensiyalarini xalqaro baholash mezonlari asosida rivojlantirish dolzarb ilmiy-pedagogik muammo hisoblanadi [2].

Bugungi kunda ayrim hollarda oliy ta'lim muassasalarida bo'lajak kimyo o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida nazariy bilimlarga ko'proq e'tibor qaratilib, amaliy-tadqiqotchilik faoliyati va kreativ yondashuv yetarli darajada shakllantirilmayapti. Natijada pedagogik faoliyat davomida innovatsion metodlardan foydalanish, loyihaviy va tadqiqot faoliyatini tashkil etish hamda xalqaro baholash talablariga mos topshiriqlar ishlab chiqishda qiyinchiliklar kuzatilmoqda.

Shu sababli kimyo ta'limida xalqaro baholash mezonlari asosida kreativ va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish metodikasini takomillashtirish bo'lajak kimyo o'qituvchilarining kasbiy tayyorgarligini oshirish, ta'lim sifatini yaxshilash hamda zamonaviy kompetensiyalarga ega pedagoglarni tayyorlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Zamonaviy kimyo ta'limida bo'lajak o'qituvchilarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishda kreativ va tadqiqotchilik faoliyati muhim o'rin tutadi. Xalqaro baholash dasturlari, jumladan PISA, TIMSS va TALIS tadqiqotlari o'quvchilarning nazariy bilimlarini emas, balki bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo'llash, muammolarni tahlil qilish, ilmiy xulosa chiqarish hamda kreativ fikrlash kompetensiyalarini baholashga yo'naltirilgan. Shu sababli bo'lajak kimyo o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida xalqaro baholash mezonlariga mos metodik yondashuvlardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi [3].

Kimyo ta'limida kreativ kompetensiya o'quvchilarning muammoli vaziyatlarga nostandart yechim topishi, kimyoviy jarayonlarni turli usullar asosida izohlashi hamda nazariy bilimlarni real hayot bilan bog'lay olishida namoyon bo'ladi. Bo'lajak kimyo o'qituvchilari esa bunday kompetensiyalarni shakllantirish uchun innovatsion pedagogik texnologiyalar, loyihaviy ta'lim, tadqiqot metodlari va integratsion yondashuvlardan samarali foydalana olishlari zarur (1-rasm).



Tadqiqotchilik kompetensiyasi kimyo ta'limida tajribalarni rejalashtirish, kuzatish, ma'lumotlarni tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish ko'nikmalari bilan bog'liqdir. Xalqaro baholash dasturlarida aynan o'quvchilarning mustaqil tadqiqot olib borish, ma'lumotlarni solishtirish va amaliy vaziyatlarda qaror qabul qilish kompetensiyalariga alohida e'tibor qaratiladi. Shu sababli bo'lajak kimyo o'qituvchilarini tayyorlashda laboratoriya mashg'ulotlari, mini-loyihalar, amaliy topshiriqlar va muammoli vaziyatli mashqlardan keng foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Kimyo ta'limida xalqaro baholash talablari o'quvchilarning faqat nazariy bilimlarini emas, balki bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo'llash kompetensiyalarini ham baholashga yo'naltirilgan. Xalqaro baholash dasturlarida o'quvchilarning tajriba asosida fikrlashi, muammoli vaziyatlarni tahlil qilishi, loyihaviy va tadqiqotchilik faoliyatini tashkil etishi hamda real hayot bilan bog'liq kimyoviy jarayonlarni ilmiy asosda tushuntira olishi muhim mezonlardan biri hisoblanadi. Shu sababli bo'lajak kimyo o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida xalqaro baholash talablariga mos topshiriqlar, amaliy mashg'ulotlar va tadqiqot faoliyatidan foydalanish muhim pedagogik ahamiyat kasb etadi.

Kimyo ta'limida xalqaro baholash talablari o'quvchilarning faqat nazariy bilimlarini emas, balki bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo'llash kompetensiyalarini ham baholashga yo'naltirilgan. Xalqaro baholash dasturlarida o'quvchilarning tajriba asosida fikrlashi, muammoli vaziyatlarni tahlil qilishi, loyihaviy va tadqiqotchilik faoliyatini tashkil etishi hamda real hayot bilan bog'liq kimyoviy jarayonlarni ilmiy asosda tushuntira olishi muhim mezonlardan biri hisoblanadi. Shu sababli bo'lajak kimyo o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida xalqaro baholash talablariga mos topshiriqlar, amaliy mashg'ulotlar va tadqiqot faoliyatidan foydalanish muhim pedagogik ahamiyat kasb etadi (1-jadval).

1-jadval.

Kimyo ta'limida xalqaro baholash talablarining asosiy yo'nalishlari

Xalqaro baholash talabi	Mazmuni	Kimyo ta'limidagi ahamiyati
Tajriba asosida fikrlash	Tajriba natijalarini kuzatish va tahlil qilish	O'quvchilarda ilmiy tafakkur va kuzatuvchanlikni rivojlantiradi
Muammoli vaziyatlarni hal qilish	Kimyoviy muammolar uchun yechim topish	Tanqidiy va kreativ fikrlash kompetensiyasini shakllantiradi
Loyiha va tadqiqot olib borish	Mustaqil izlanish va tadqiqot tashkil etish	Tadqiqotchilik kompetensiyasini rivojlantiradi
Real hayotiy kimyoviy jarayonlarni tushuntirish	Kundalik turmushdagi kimyoviy hodisalarni izohlash	Nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'laydi
Ekologik muammolarni tahlil qilish	Atrof-muhit bilan bog'liq muammolarni baholash	Ekologik madaniyat va barqaror taraqqiyot tushunchalarini shakllantiradi
Grafik, jadval va ma'lumotlarni interpretatsiya qilish	Statistik va eksperimental ma'lumotlarni tahlil qilish	Analitik va ilmiy xulosa chiqarish ko'nikmalarini rivojlantiradi

Masalan, kimyo fanida "Ichimlik suvi tarkibini o'rganish", "Metan gazining to'la va chala yonishini tahlil qilish", "Maishiy kimyoviy vositalarning tarkibini tadqiq etish" kabi topshiriqlar orqali bo'lajak o'qituvchilar xalqaro baholash talablariga mos kreativ va tadqiqotchilik faoliyatini tashkil etish metodikasini o'zlashtiradilar. Bunday topshiriqlar o'quvchilarning real hayot bilan

bog'liq muammolarni tahlil qilish, tajriba natijalarini interpretatsiya qilish hamda ilmiy asoslangan xulosalar chiqarish kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi (2-rasm).



Kimyo ta'limida xalqaro baholash mezonlari asosida tashkil etilgan mashg'ulotlar bo'lajak o'qituvchilarda pedagogik refleksiya, innovatsion fikrlash va kasbiy moslashuvchanlikni ham rivojlantiradi. Ayniqsa, kompetensiyaviy yondashuv asosida ishlab chiqilgan topshiriqlar orqali bo'lajak pedagoglar dars jarayonida o'quvchilarning mustaqil fikrlashini tashkil etish, jamoada ishlash ko'nikmalarini rivojlantirish va amaliy muammolarni hal qilishga yo'naltirilgan metodlarni qo'llashni o'rganadilar.

Demak, xalqaro baholash tizimlari asosida bo'lajak kimyo o'qituvchilarining kreativ va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish ta'lim sifatini oshirish, zamonaviy pedagogik faoliyatni takomillashtirish hamda raqobatbardosh pedagog kadrlarni tayyorlashda muhim metodik asoslardan biri hisoblanadi.

Bo'lajak kimyo o'qituvchilarining kreativ va tadqiqotchilik kompetensiyalarini xalqaro baholash asosida rivojlantirish zamonaviy kimyo ta'limining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Xalqaro baholash dasturlari o'quvchilarning nazariy bilimlari bilan bir qatorda amaliy faoliyat, muammoli vaziyatlarni hal qilish, ilmiy tafakkur va kreativ fikrlash kompetensiyalariga ham alohida e'tibor qaratmoqda. Shu sababli bo'lajak kimyo o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida innovatsion pedagogik texnologiyalar, loyihaviy ta'lim va tadqiqot metodlaridan samarali foydalanish zarur hisoblanadi.

Kimyo ta'limida kundalik turmush bilan bog'liq topshiriqlar va tadqiqot loyihalaridan foydalanish bo'lajak o'qituvchilarda kreativ fikrlash, tajriba o'tkazish, ma'lumotlarni tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, "Maishiy kimyoviy vositalarning tarkibini tadqiq etish" kabi loyihalar orqali bo'lajak pedagoglar xalqaro baholash talablariga mos amaliy va tadqiqotchilik faoliyatini tashkil etish metodikasini o'zlashtiradilar.

Shuningdek, xalqaro baholash mezonlariga asoslangan metodik yondashuvlar bo'lajak kimyo o'qituvchilarida mustaqil ta'lim, innovatsion fikrlash, integratsion yondashuv va pedagogik refleksiya ko'nikmalarini shakllantiradi. Natijada ta'lim jarayonida o'quvchilarning ilmiy

savodxonligini rivojlantirishga xizmat qiluvchi zamonaviy pedagogik faoliyatni samarali tashkil eta oladigan raqobatbardosh kimyo o'qituvchilarini tayyorlash imkoniyati yaratiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

R. Eshchanov, V. Masharipov, Z. Ataulayev. Barqaror taraqqiyot tushunchalari vositasida kimyo fanlarini o'qitishni xalqaro baholash tizimiga moslashtirish // "Urganch davlat pedagogika instituti axborotnomasi" ilmiy-nazariy va metodik jurnal // dekabr №1-son 2024-yil 172-177-betlar.

Z. Ataulayev. Bo'lajak kimyo o'qituvchilarining kasbiy kompetentligini xalqaro baholash tamoyillari asosida takomillashtirish // "Urganch davlat pedagogika instituti axborotnomasi" ilmiy-nazariy va metodik jurnal. Yanvar №1-son 2025-yil 210-215-betlar.

Z. Ataulayev. Kimyo fanlarini o'qitishda barqaror taraqqiyot tushunchalarini xalqaro baholash mezonlariga integratsiyalash // "Ilm sarchashmalari". UrDU ilmiy - metodik jurnali. Urganch: 30.06.2025-yil. №6, 146-149 bet.

SPORT MAKTABLARIDA KIMYO FANINI HARAKATLI O'YINLAR ASOSIDA O'QITISH METODIKASI

To'xtaniyozova F.O.

Chirchiq davlat pedagogika universiteti 3 – bosqich mustaqil tadqiqotchisi

Email: faridatoxtaniyozova86@gmail.com

Komilov Q.O'

Chirchiq davlat pedagogika universiteti "Kimyo" kafedrasi dotsenti, t.f.n.

Email: qkomil65@mail.ru

Abstract. This article highlights the effectiveness of a methodology based on active games in teaching chemistry at specialized sports schools. The study comparatively analyzed the impact of traditional teaching methods versus lessons integrating active games on 8th-grade students' mastery of the "Oxygen. Air. Combustion" unit. The results show that chemistry lessons organized through active games significantly increase students' interest in the topic, their engagement, and the level of long-term retention of knowledge. This methodology, tailored to the psychophysiological characteristics of sports school students, serves to enhance interdisciplinary integration and increase learning motivation.

Keywords: sports schools, chemistry education, active games, interdisciplinary integration, teaching methodology.

Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilarning yosh va psixofiziologik xususiyatlarini hisobga olgan holda ta'lim jarayonini tashkil etish muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, sport ixtisoslashtirilgan maktablari o'quvchilari o'z tengdoshlaridan jismoniy faolligi, harakatchanligi va kinestetik idrokning ustunligi bilan ajralib turadi. Bunday o'quvchilar uchun an'anaviy "o'tirib tinglash" asosidagi dars usullari ko'pincha samarasiz bo'lib, ularning diqqatini jamlashda qiyinchiliklar yuzaga keladi (Davletshin, Sharipov, 2021).

Pedagogik tadqiqotlarda ta'kidlanishicha, harakatli o'yinlar orqali bilim berish metodikasi ayniqsa kinestetik idrokka ega bo'lgan o'quvchilar uchun eng samarali hisoblanadi. Piaget (1970) va Vygotskiy (1978) kabi olimlarning asarlarida bolaning harakat faoliyati orqali bilimlarni o'zlashtirish mexanizmlari nazariy jihatdan asoslab berilgan. Hozirgi kunda esa sport maktablarida tabiiy fanlarni, jumladan kimyoni o'qitishda ushbu yondashuvdan foydalanish bo'yicha tizimli tadqiqotlar yetarli emas (Karimova, 2023).

Kimyo fani mavhum tushunchalar va formulalarga boy bo'lib, uni an'anaviy usullarda o'qitish ko'plab o'quvchilarda qiyinchilik tug'diradi (Johnstone, 2010). Sport maktablari o'quvchilari esa ko'pincha kimyoni "zerikarli" va "hayotdan uzoq" fan sifatida qabul qiladilar. Shu nuqtai nazardan, kimyo fanini harakatli o'yinlar bilan uyg'unlashtirish orqali o'qitish metodikasini ishlab chiqish va uning samaradorligini tajriba-sinov asosida aniqlash dolzarb ilmiy-uslubiy masala hisoblanadi.

Tadqiqot 2024–2025-o'quv yilida Chirchiq shahridagi Chirchiq olimpiya va paralimpiya sport turlariga tayyorlash markazining va Urganch olimpiya va paralimpiya sport turlariga tayyorlash markazining 8-sinf o'quvchilari (n=72) ishtirokida o'tkazildi. O'quvchilar ikki guruhga: tajriba guruhi (n=36) va nazorat guruhi (n=36) ajratildi. Ishtirokchilarning barchasi sport yo'nalishlari (yengil atletika, kurash, suzish) bo'yicha mashg'ulotlarga qatnaydigan o'quvchilar bo'lib, ularning yoshi 13–14 yoshni tashkil etdi.

Tadqiqot bosqichlari. Tajriba-sinov ishlari quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

Tayyorgarlik bosqichi: 8-sinf “Kislorod. Havo. Yonish” bo'limi (kimyo fanidan 8-sinf darsligi, 2023) mazmuni tahlil qilindi. Har bir mavzuga mos keladigan harakatli o'yinlar majmuasi ishlab chiqildi. O'yinlarni ishlab chiqishda sport o'yinlari elementlari (estafeta, to'p uzatish, sakrash, harakatli stansiyalar) va kimyo fanining mazmuni integratsiyalashtirildi (Ishmuhammedov & Yuldashev, 2020). Ishlab chiqilgan o'yinlar quyidagi turlardan iborat edi:

“Kislorod estafetasi” – o'quvchilar kislorod olish usullari, xossalari va qo'llanilishiga oid savollarga to'g'ri javob bergan holda estafeta bosqichlarini bajaradilar;

“Yonish reaksiyalari xaritasi” – sinf bo'ylab tarqatilgan stansiyalarda turli moddalarning yonish reaksiyalarini to'g'ri tenglashtirish va harakat topshirig'ini bajarish;

“Havoning tarkibi” to'p o'yini – o'quvchilar aylana bo'ylab to'pni uzatish jarayonida havo tarkibidagi gazlarni va ularning foiz nisbatlarini nomlaydilar;

“Kimyoviy elementlar raqsi” – har bir o'quvchiga kimyoviy element belgisi yozilgan kartochka beriladi va musiqa ostida tegishli guruhlarini (metallar, nometallar, inert gazlar) topib, harakat bilan birlashadilar.

Amaliyot bosqichi: Tajriba guruhida kimyo darslari haftasiga 2 soatdan 3 oy davomida harakatli o'yinlar asosida tashkil etildi. Darsning har bir bosqichi (takrorlash, yangi mavzu, mustahkamlash) o'yin elementlari bilan integratsiyalashtirildi. Darslar sport zalida va sinf xonasida (stollarni yon tomonga surib) tashkil etildi. Nazorat guruhida esa an'anaviy dars usullari (ma'ruza, savol-javob, yozma mashqlar, laboratoriya ishlari) qo'llanildi.

Baholash bosqichi: Boshlang'ich va yakuniy nazorat ishlari o'tkazildi. Nazorat ishlari ikki qismdan iborat bo'ldi: birinchi qism – bilimlarni tekshirish (yopiq va ochiq test topshiriqlari); ikkinchi qism – amaliy ko'nikmalarni baholash (laboratoriya tajribasini bajarish va tahlil qilish). Bundan tashqari, o'quvchilarning darsga bo'lgan qiziqish darajasi so'rovnomaga (5 ballik Likert shkalasi) orqali aniqlandi (Sidorenko, 2019).

Qo'llanilgan metodlar va statistik tahlil. Tadqiqotda pedagogik kuzatuv, qiyosiy tahlil, so'rovnomaga, testlash va statistik ma'lumotlarni qayta ishlash metodlaridan foydalanildi. Olingan natijalarning ishonchliligi Student t-mezone va o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti yordamida baholandi. Statistik tahlillar SPSS 26.0 dasturida amalga oshirildi, farqlar $p < 0,05$ darajasida ahamiyatli deb hisoblandi (Field, 2018).

Tajriba-sinov ishlari yakunida quyidagi natijalar olindi:

1-jadval

O'quvchilarning bilim o'zlashtirish ko'rsatkichlari (%)

Ko'rsatkichlar	Tajriba guruhi (n=36)	Nazorat guruhi (n=36)	Farq
Boshlang'ich nazorat	56,4	55,9	+0,5
Yakuniy nazorat (nazariy bilim)	84,2	67,8	+16,4
Yakuniy nazorat (amaliy ko'nikma)	79,6	61,3	+18,3

Ko'rsatkichlar	Tajriba guruhi (n=36)	Nazorat guruhi (n=36)	Farq
Umumiy o'sish	+27,8	+11,9	+15,9

Izoh: farqlarning ishonchliligi $p < 0,01$ darajasida tasdiqlangan.

2-jadval.

O'quvchilarning kimyo faniga bo'lgan qiziqish darajasi (5 ballik tizimda)

Ko'rsatkichlar	Tajriba guruhi	Nazorat guruhi
Darsdan oldin qiziqish darajasi	2,8	2,9
Tajriba yakunida qiziqish darajasi	4,5	3,4
O'sish ko'rsatkichi	+1,7	+0,5

Tajriba guruhida o'quvchilarning dars davomidagi faolligi sezilarli darajada yuqori bo'ldi. Kuzatuvlar natijasida tajriba guruhi o'quvchilarining 89% i dars davomida doimiy faol ishtirok etgan bo'lsa, nazorat guruhida bu ko'rsatkich 52% ni tashkil etdi. Shuningdek, tajriba guruhida o'quvchilarning darsga kechikish holatlari 3 barobarga kamaydi.

Harakatli o'yinlar asosida tashkil etilgan darslarda o'quvchilarning bir-biri bilan hamkorlik qilish, jamoada ishlash ko'nikmalari rivojlanganligi kuzatildi. Tajriba guruhi o'quvchilarining 94% i "kimyo darslari qiziqarli bo'ldi", 87% i "mavzularni oson eslab qoldim" degan javoblarni berdi.

Munozara. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, sport maktablarida kimyo fanini harakatli o'yinlar asosida o'qitish metodikasi o'quvchilarning bilim o'zlashtirish darajasi va faniga bo'lgan qiziqishini sezilarli darajada oshiradi. *Birinchidan*, harakatli o'yinlar sport maktablari o'quvchilarining psixofiziologik xususiyatlariga mos keladi. Ushbu yoshdagi (13–14 yosh) sport bilan shug'ullanuvchi o'quvchilarda kinestetik idrok yetakchi o'rinda bo'ladi (Davletshin, Sharipov, 2021). Harakat orqali bilimlarni o'zlashtirish ularning diqqatini jamlash, mavzuni uzoq muddatli xotiraga o'tkazish imkoniyatlarini oshiradi. Piaget (1970) ta'kidlaganidek, bolaning harakat faoliyati uning intellektual rivojlanishining asosiy omili hisoblanadi. *Ikkinchidan*, ishlab chiqilgan metodika fanlararo integratsiyani ta'minlaydi. Kimyo fanining mavhum tushunchalari (masalan, kislorodning xossalari, yonish reaksiyalari) sport va harakatli o'yinlar kontekstiga joylashtirilganda o'quvchilar uchun tushunarli va esda qolarli bo'ladi (Johnstone, 2010). Tajriba guruhida nazariy bilimlar bilan birga amaliy ko'nikmalar ko'rsatkichidagi yuqori o'sish (18,3%) bu holatni tasdiqlaydi. *Uchinchidan*, harakatli o'yinlar asosidagi o'qitish o'quvchilarning motivatsiyasini oshiradi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, tajriba guruhida qiziqish darajasi 1,7 ballga oshgan bo'lsa, nazorat guruhida atigi 0,5 ballga oshgan. Bu farq o'yinli metodikaning motivatsion salohiyatini ko'rsatadi. Ishmuhamedov va Yuldashev (2020) ta'kidlaganidek, o'yin faoliyati o'quvchilarda ijobiy emotsional kayfiyat yaratadi va bu bilimlarni o'zlashtirish jarayonini samarali qiladi. To'rtinchidan, metodika sport maktablarining o'ziga xos ish rejimiga mos keladi. Sport maktablarida o'quvchilarning kunning ikkinchi yarmida sport mashg'ulotlari bo'ladi va ular ko'pincha jismoniy charchoq holatida darslarga keladilar. Harakatli o'yinlar asosidagi darslar ularning jismoniy faolligiga to'sqinlik qilmasdan, aksincha, uni o'quv maqsadlariga yo'naltiradi. Shu bilan birga, metodikani qo'llashda quyidagi cheklovlar va qiyinchiliklar kuzatildi:

Darslarni tashkil etish uchun qo'shimcha fazoviy resurslar (sport zali yoki bo'sh xona) talab etiladi;

O'yin jarayonida sinf boshqaruvi murakkablashadi, o'qituvchidan yuqori tashkilotchilik mahorati talab qilinadi;

Ayrim o'quvchilarda o'yin jarayoniga haddan tashqari berilib, o'quv maqsadlaridan chetga chiqish holatlari kuzatiladi;

O'yinlarni tayyorlash o'qituvchidan qo'shimcha vaqt va metodik tayyorgarlikni talab qiladi.

Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun o'yinlarni tashkil etish bo'yicha metodik qo'llanmalar ishlab chiqish, o'qituvchilarning malakasini oshirish kurslarida ushbu metodikani o'rgatish va tajriba almashish tavsiya etiladi.

Sport maktablarida kimyo fanini harakatli o'yinlar asosida o'qitish metodikasini amaliy tatbiq etish tajribasi quyidagi xulosalarni chiqarishga imkon beradi:

1. Sport ixtisoslashtirilgan maktablar o'quvchilarining psixofiziologik xususiyatlari (yuqori harakatchanlik, kinestetik idrokning ustunligi) ularni o'qitishda harakatli o'yinlardan foydalanishni taqozo etadi. An'anaviy dars usullari bu kontingent uchun yetarli samaradorlikka ega emas.

2. Ishlab chiqilgan harakatli o'yinlar majmuasi ("Kislorod estafetasi", "Yonish reaksiyalari xaritasi", "Havoning tarkibi" to'p o'yini, "Kimyoviy elementlar raqsi") kimyo fanining "Kislorod. Havo. Yonish" bo'limi mazmuniga mos keladi va o'quvchilarning bilim o'zlashtirishini an'anaviy metodikaga nisbatan samarali ta'minlaydi.

3. Tajriba-sinov natijalari harakatli o'yinlar asosida o'qitish metodikasi o'quvchilarning nazariy bilimlar darajasini 16,4%, amaliy ko'nikmalar darajasini 18,3% ga oshirganligini ko'rsatdi. Faniga bo'lgan qiziqish darajasi esa 1,7 ballga (5 ballik tizimda) oshdi.

4. Taklif etilayotgan metodika sport maktablarida kimyo fanini o'qitish sifatini oshirish, fanlararo integratsiyani kuchaytirish va o'quvchilarning motivatsiyasini rivojlantirish imkonini beradi.

Kelgusida ushbu metodikani kimyo fanining boshqa bo'limlari (suv, eritmalar, metallar va boshqalar) uchun ham ishlab chiqish, shuningdek, harakatli o'yinlarni raqamli texnologiyalar bilan uyg'unlashtirgan holda qo'llash istiqbolli hisoblanadi. Sport maktablarida tabiiy fanlarni o'qitishning o'ziga xos metodikasini yaratish umumiy o'rta ta'lim tizimini takomillashtirishning muhim yo'nalishlaridan biridir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

Davletshin M.G., Sharipov Sh.S. Sport maktablari o'quvchilarining psixofiziologik xususiyatlari. – T.: "O'zbekiston", 2021. – 168 b.

Field A. Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics. 5th Edition. – London: SAGE Publications, 2018. – 1070 p.

Ishmuhammedov R.J., Yuldashev M.A. Ta'lim va tarbiyada innovatsion pedagogik texnologiyalar. – T.: "Nihol", 2020. – 280 b.

Johnstone A.H. Chemical Education Research: Where from, Where to? // Chemistry Education Research and Practice, 2010, Vol. 11, No. 1. – P. 3–8.

Karimova D.A. Sport ixtisoslashtirilgan maktablarda tabiiy fanlarni o'qitish muammolari. // "Pedagogik mahorat" jurnali, 2023, №2. – B. 58–63.

Mavlonova R.A., Vohidov O.H. Pedagogik tadqiqot metodologiyasi. – T.: "Fan", 2021. – 176 b.

Piaget J. Science of Education and the Psychology of the Child. – New York: Viking Press, 1970. – 186 p.

Sidorenko E.V. Metody matematicheskoy obrabotki v psikhologii i pedagogike. – SPb.: Rech, 2019. – 350 s.

O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi. Kimyo fani bo'yicha umumta'lim maktablarining 8-sinf darsligi. – T.: "Sharq", 2023. – 184 b.

Vygotsky L.S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. – Cambridge: Harvard University Press, 1978. – 159 p.

**BARQAROR TARAQQIYOT TAMOYILLARI ASOSIDA UMUMTA'LIM
MAKTABLARIDA KIMYO TA'LIMINI TAKOMILLASHTIRISH***Islomova Iroda Ozod qizi¹Ataullayev Zokir Maxsudovich²**Taxirov Yuldash Rajabovich³**¹Urganch davlat pedagogika institute magistranti, Xorazm viloyati, O'zbekiston,
islomovairoda245@gmail.com**²Urganch davlat pedagogika instituti dotsenti, Xorazm viloyati, O'zbekiston,
zokirjon16081987@gmail.com**³Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, dotsent, O'zbekiston, E-mail:
yuldash_78@mail.ru*

Abstract: This article discusses improving chemistry education in secondary schools based on sustainable development principles. The importance of economical use of chemical reagents, preparation of solutions, small-scale laboratory experiments, and the development of students' practical skills and ecological thinking are analyzed.

Key words: chemistry education, sustainable development, laboratory experiment, chemical reagents, solution preparation.

Hozirgi kunda umumta'lim maktablarida kimyo ta'limini barqaror taraqqiyot tamoyillari asosida tashkil etish muhim pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishda kimyoviy reaktivlardan oqilona va tejamkor foydalanish o'quvchilarda ekologik madaniyat, iqtisodiy tafakkur hamda amaliy ko'nikmalarni shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Kimyo fanini o'qitishda barqaror taraqqiyot tamoyillarini qo'llash tabiiy resurslarni tejash, laboratoriya chiqindilarini kamaytirish va xavfsiz tajribalarni tashkil etishga xizmat qiladi [1].

Bugungi kunda maktab amaliyotida ayrim laboratoriya mashg'ulotlari faqat tajriba natijasini kuzatish bilan cheklanib qolmoqda. Ko'plab o'quvchilar eritmalarini tayyorlash, moddalarning kerakli miqdorini aniq o'lchash hamda reaktivlardan me'yorida foydalanish ko'nikmalariga yetarli darajada ega emaslar [2]. Vaholanki, laboratoriya tajribalarini kichik hajmda va aniq o'lchovlar asosida tashkil etish orqali reaktivlarni tejash hamda barcha o'quvchilarni amaliy mashg'ulotlarga faol jalb qilish mumkin.

Masalan, 0,9 % li natriy xlorid eritmasini tayyorlash jarayonida o'quvchilar eritma tushunchasi, massa ulushi va hisoblash ko'nikmalarini amaliy tarzda o'zlashtiradilar. Bunday eritmani tayyorlash uchun 100 ml suvga 0,9 g osh tuzi qo'shilishi kerakligini hisoblash orqali o'quvchilar moddalardan aniq va oqilona foydalanishni o'rganadilar. Shu bilan birga, laboratoriya tajribalarini probirkalarda bajarish, probirkaga yorug'lik tushirib undagi rang o'zgarishi, cho'kma hosil bo'lishi yoki gaz ajralishini kuzatish o'quvchilarning amaliy tafakkurini rivojlantiradi.

Shu sababli kimyo ta'limini barqaror taraqqiyot tamoyillari asosida takomillashtirish laboratoriya mashg'ulotlarini samarali tashkil etish, reaktivlardan tejamkor foydalanish hamda o'quvchilarda zamonaviy amaliy kompetensiyalarni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega.

Kimyo fanini o'qitishda laboratoriya mashg'ulotlari nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lashda muhim vosita hisoblanadi. Ayniqsa, laboratoriya tajribalarini barqaror taraqqiyot tamoyillari asosida tashkil etish o'quvchilarda reaktivlardan oqilona foydalanish, ekologik xavfsizlik va iqtisodiy tejamkorlik ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi [3]. Shu sababli maktab laboratoriyalarida tajribalarni kichik hajmda va aniq o'lchovlar asosida bajarishga alohida e'tibor qaratilishi lozim.

Amaliy mashg'ulotlarda ko'pincha "10 ml eritma oling", "moddani probirkaga soling" kabi topshiriqlar beriladi. Biroq o'quvchilarning ayrimlari ushbu eritmani qanday tayyorlash, kerakli modda miqdorini qanday hisoblash yoki o'lchashni yetarli darajada tushunmaydilar. Bu esa reaktivlarning ortiqcha sarflanishiga va laboratoriya mashg'ulotlari samaradorligining pasayishiga sabab bo'ladi. Shu bois o'quvchilarga eritmalarini mustaqil tayyorlash va kerakli miqdorni aniq hisoblash ko'nikmalarini shakllantirish muhim hisoblanadi.

Masalan, fiziologik eritma sifatida ishlatiladigan 0,9 % li natriy xlorid eritmasini tayyorlash jarayonida o'quvchilar massa ulushi va eritma tushunchalarini amaliy tarzda o'rganadilar. Bunday eritmani tayyorlash uchun:

$$w = \frac{m_{\text{modda}}}{m_{\text{eritma}}} \times 100\%$$

formula asosida hisoblash bajariladi. Natijada 100 ml suv uchun 0,9 g osh tuzi kerakligi aniqlanadi. Ushbu jarayon o'quvchilarda moddalardan aniq va me'yorida foydalanish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Laboratoriya tajribalarini probirkalarda kichik hajmda bajarish reaktivlarni tejash imkonini beradi. Masalan, katta hajmdagi idishlar o'rniga probirkalarda 2–5 ml hajmdagi eritmalar bilan ishlash laboratoriya xarajatlarini kamaytiradi va barcha o'quvchilarning tajribada faol ishtirok etishiga sharoit yaratadi. Tajriba davomida probirkaga yorug'lik tushirib, undagi rang o'zgarishi, cho'kma hosil bo'lishi yoki gaz ajralishini kuzatish o'quvchilarning kuzatuvchanlik va tahlil qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Kimyo ta'limida o'quvchilarning modda miqdorini aniq o'lchashi, tajribani belgilangan tartib asosida bajarishi va reaktivlardan tejamkor foydalanishini yuqori baholash muhim pedagogik ahamiyatga ega. Bu orqali o'quvchilarda mas'uliyat, aniqlik, ekologik tafakkur va resurslardan oqilona foydalanish kompetensiyalari shakllanadi.

Umumta'lim maktablarida kimyo ta'limini barqaror taraqqiyot tamoyillari asosida tashkil etish laboratoriya mashg'ulotlari samaradorligini oshirishda muhim omillardan biri hisoblanadi. Kimyoviy reaktivlardan tejamkor foydalanish, tajribalarni kichik hajmda tashkil etish va eritmalarini aniq hisoblash asosida tayyorlash o'quvchilarda amaliy ko'nikmalar hamda ekologik madaniyatni shakllantiradi.

0,9 % li natriy xlorid eritmasini tayyorlash kabi amaliy mashg'ulotlar orqali o'quvchilar massa ulushi, eritma tushunchasi va hisoblash ko'nikmalarini real jarayon asosida o'zlashtiradilar. Shu bilan birga, probirkalarda bajarilgan tajribalar reaktivlarning ortiqcha sarflanishining oldini olib, barcha o'quvchilarni laboratoriya mashg'ulotlariga keng jalb qilish imkonini beradi.

Shuningdek, laboratoriya mashg'ulotlarida aniqlik, kuzatuvchanlik va reaktivlardan oqilona foydalanishni yuqori baholash o'quvchilarda mas'uliyat, tejamkorlik va ilmiy tafakkur kompetensiyalarini rivojlantiradi. Natijada kimyo ta'limini barqaror taraqqiyot tamoyillari asosida takomillashtirish zamonaviy ta'lim sifatini oshirish hamda ekologik tafakkurga ega yoshlarni tarbiyalashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

R. Eshchanov, V. Masharipov, Z. Ataullayev. Barqaror taraqqiyot tushunchalari vositasida kimyo fanlarini o'qitishni xalqaro baholash tizimiga moslashtirish // “Urganch davlat pedagogika instituti axborotnomasi” ilmiy-nazariy va metodik jurnal. Dekabr №1-son 2024-yil 172-177-betlar.

Z.M. Ataullayev. Barqaror rivojlanish konsepsiyasi asosida bo'lajak kimyo o'qituvchilarining kasbiy tayyorgarligini baholash va takomillashtirish / 2025-yil “Atrof-muhitni asrash va “Yashil” iqtisodiyot” yili davlat dasturi doirasida o'tkazilgan “O'zbekistonda yashil iqtisodiyot: barqaror rivojlanishning yangi modeli” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiya, 715-719-betlar

R.A. Eshchanov, V.A. Masharipov, Z.M. Ataullayev. Maktab kimyo fanida yashil iqtisodiyot mavzusini barqaror taraqqiyot tushunchalari bilan uyg'unlikda o'qitish / Коллоидная химия: инновации и решения для химической технологии, экологии и промышленности, Материалы международной научно-технической конференции, посвященной светлой памяти академика МАНЭБ, д.х.н., проф. А.А. Агзамходжаева, 7-8 февраля 2025 года.

AKSIOMATIK YONDASHUV ASOSIDA KIMYO TA'LIMINING KONSEPTUAL TAHLILI VA O'QUVCHILAR TAFAKKURINI INTERAKTIV RIVOJLANTIRISH

Kamolova Nargiza Ibragimovna

O'zbekiston milliy pedagogika universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada kimyo ta'limida aksiomatik yondashuvni qo'llashning nazariy va metodik asoslari tahlil qilinadi. Aksiomatik yondashuvning mohiyati fan mazmunini boshlang'ich postulatlar, ta'riflar va qoidalar asosida tizimlashtirishdan iborat bo'lib, u o'quvchilarda deduktiv fikrlash, ilmiy argumentatsiya va eksperimental tasdiqlash ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Tadqiqotda 7-sinf kimyo kursida valentlik tushunchasini joriy etishdagi metodik muammolar, soddalashtirilgan modelning afzalliklari va cheklovlari, shuningdek, aksiomatik yondashuv asosida ularni hal etish yo'llari ko'rib chiqilgan. Interaktiv metodlar, simulyatsiyalar va muammoli vaziyatlar orqali o'quvchilarning tafakkurini rivojlantirish mexanizmlari asoslab berilgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, aksiomatik yondashuv bilimlarning izchil shakllanishini ta'minlaydi va murakkab nazariy tushunchalarni bosqichma-bosqich o'zlashtirishga yordam beradi.

Kalit so'zlar. aksiomatik yondashuv, kimyo ta'limi, ilmiy tafakkur, valentlik, oksidlanish darajasi, interaktiv metodlar, deduksiya, pedagogik model

Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilarning ilmiy tafakkurini shakllantirish ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi. Kimyo fanini o'qitishda nazariy tushunchalarning murakkabligi sababli ularni tizimli va bosqichma-bosqich o'rgatish zarurati yuzaga keladi. Shu nuqtai nazardan aksiomatik yondashuv muhim metodik asos bo'lib xizmat qiladi. Aksiomatik yondashuv fan mazmunini boshlang'ich qoidalar va postulatlar orqali tashkil etib, ulardan kelib chiqadigan xulosalarni deduktiv tarzda shakllantirishga imkon beradi. Bu yondashuv matematikadan kirib kelgan bo'lsa-da, kimyo ta'limida ham samarali qo'llanilishi mumkin. Chunki kimyo fanida ham atom tuzilishi, modda xossalari va reaksiyalar umumiy qonuniyatlarga bo'ysunadi. Mazkur maqolaning maqsadi - kimyo ta'limida aksiomatik yondashuvning konseptual asoslarini tahlil qilish hamda interaktiv metodlar orqali o'quvchilar tafakkurini rivojlantirish imkoniyatlarini ilmiy asoslashdir.

Adabiyotlar tahlili. Kimyo ta'limida tushunchalarni soddalashtirish va ularni tizimli ravishda o'quvchiga yetkazish masalasi zamonaviy pedagogika va didaktika doirasida keng o'rganilgan bo'lib, bu yo'nalishda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, murakkab ilmiy tushunchalarni samarali o'zlashtirish uchun ularni bosqichma-bosqich, strukturaviy va mantiqiy bog'langan shaklda berish zarur hisoblanadi. Xususan, Johnstone Alex H. tomonidan ilgari surilgan uch darajali model (makroskopik, mikroskopik va simvolik darajalar) kimyo ta'limida konseptual tushunchalarni shakllantirishning asosiy nazariy poydevorlaridan biri sifatida e'tirof etilib, mazkur model asosida o'quvchilarning bilimni qabul qilish jarayonida yuzaga keladigan kognitiv yuklama muammosi chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqotchining fikriga ko'ra, agar ushbu uch daraja o'zaro uyg'un holda tashkil etilmasa, o'quvchilar abstrakt tushunchalarni idrok etishda qiyinchilikka duch keladi, bu esa bilimlarning fragmentar shakllanishiga olib keladi. Gilbert John K. kimyo ta'limida modellash va vizualizatsiya jarayonlarini markaziy didaktik vosita sifatida baholab, murakkab ilmiy tushunchalarni anglash uchun ularni turli ko'rinishlarda (grafik, diagramma, model) ifodalash zarurligini asoslaydi, hamda bu jarayon o'quvchilarning abstrakt tafakkurini konkret tasavvurlar bilan boyitish orqali chuqurroq o'zlashtirishga xizmat qilishini ta'kidlaydi. Uning konsepsiyasiga ko'ra, bilimlarni bosqichma-bosqich chuqurlashtirish orqali o'quvchilarda nafaqat tushunish, balki tushunchalararo bog'lanishlarni aniqlash ko'nikmasi ham shakllanadi. Taber Keith S. kimyo ta'limida keng tarqalgan noto'g'ri tushunchalar (misconceptions) muammosini o'rganib, ularning asosiy sababi sifatida soddalashtirilgan modellarning noto'g'ri umimlashtirilishini ko'rsatadi, ya'ni o'quvchilar dastlabki bosqichda berilgan shartli va vaqtinchalik tushunchalarni universal va o'zgarmas qonuniyat sifatida qabul qilib qo'yishi mumkinligini ilmiy asoslaydi. Bu holat, ayniqsa, valentlik tushunchasini o'rgatishda

yaqqol namoyon bo'lib, o'quvchilar uni oksidlanish darajasi bilan aynan tenglashtirishga moyillik bildiradi. Mazkur ilmiy qarashlar O'zbekiston Respublikasi umumta'lim maktablari uchun yaratilgan 7-sinf kimyo darsligida ham o'z aksini topgan bo'lib, unda valentlik tushunchasining soddalashtirilgan holda berilishi metodik zarurat sifatida izohlanadi, ya'ni o'quvchilarning yosh va kognitiv rivojlanish darajasidan kelib chiqib, murakkab nazariy tushunchalarni vaqtincha amaliy qoidalar bilan almashtirish maqsadga muvofiq deb hisoblanadi (Kimyo 7-sinf darsligi, 2022). Yuqoridagi manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, kimyo ta'limida tushunchalarni soddalashtirish va tizimlashtirish o'quvchilarning ilmiy tafakkurini shakllantirishda muhim omil bo'lib, ularning noto'g'ri umumlashtirishlardan himoyalaniishi uchun aksiomatik yondashuv kabi tizimli metodlarni qo'llash zarur hisoblanadi.

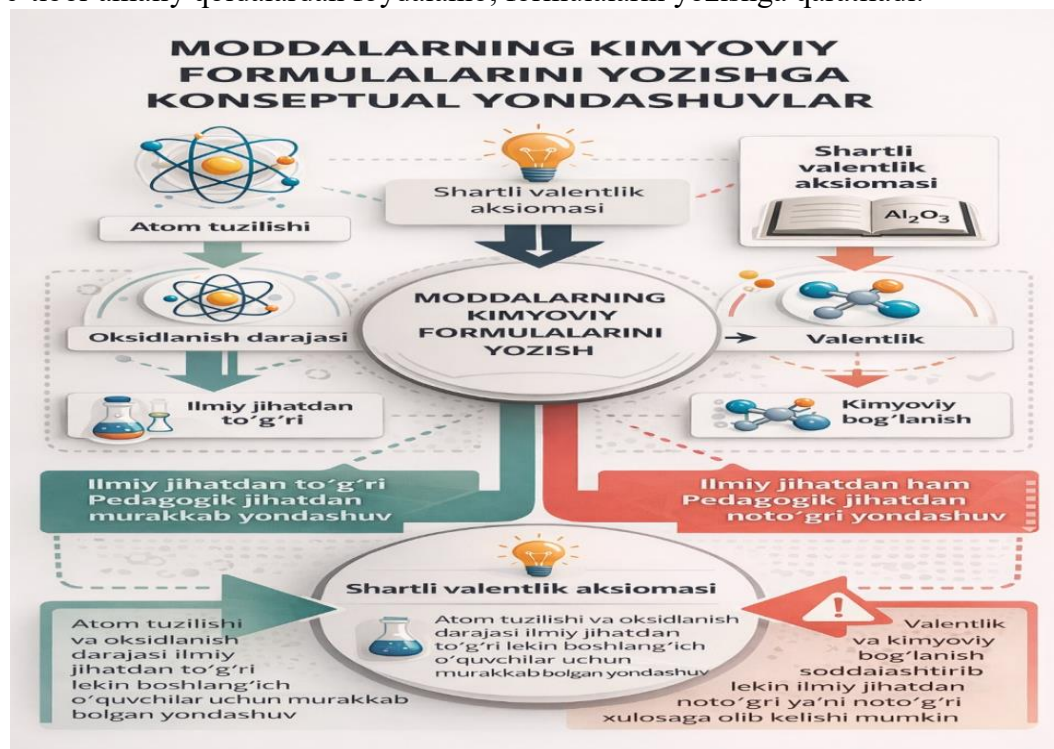
Kimyo ta'limida aksiomatik yondashuvning samaradorligini aniqlash hamda uning o'quvchilar tafakkuriga ta'sirini baholash maqsadida kompleks metodologik yondashuv asosida olib borildi, bunda nazariy va amaliy metodlarning integratsiyasi ta'minlandi. Tadqiqotning dastlabki bosqichida nazariy tahlil usuli qo'llanilib, aksiomatik yondashuvning mohiyati, uning didaktik imkoniyatlari hamda kimyo ta'limidagi o'rni ilmiy manbalar asosida chuqur o'rganildi, shu bilan birga ushbu yondashuvning pedagogik ahamiyati aniqlashtirildi. Keyingi bosqichda qiyosiy tahlil metodi yordamida valentlik va oksidlanish darajasi tushunchalari o'zaro solishtirildi, ularning ilmiy mazmuni, qo'llanish doirasi hamda o'quv jarayonida yuzaga keladigan chalkashliklar aniqlanib, bu tushunchalarning o'qitishdagi metodik xususiyatlari tahlil qilindi. Shuningdek, pedagogik modellashtirish metodi asosida aksiomatik o'qitishning bosqichlari ishlab chiqilib, ularning dars jarayoniga integratsiya qilish mexanizmlari ishlab chiqildi, bunda har bir bosqichning maqsadi, mazmuni va kutilayotgan natijalari aniqlab berildi. Tadqiqotning amaliy qismida esa eksperimental kuzatish metodi qo'llanilib, interaktiv metodlarning samaradorligi sinovdan o'tkazildi, ya'ni aksiomatik yondashuv asosida tashkil etilgan darslar va an'anaviy darslar natijalari o'zaro taqqoslandi. Tadqiqot davomida quyidagi aksiomatik bosqichlar izchil ravishda joriy etildi: aksiomani taqdim etish, deduktiv xulosalar chiqarish, eksperimental tekshirish, matematik modellashtirish, ilmiy argumentatsiya va transfer bosqichlari, bunda har bir bosqich o'quvchilarning bilimni chuqurlashtirish va ularni amaliy faoliyatga yo'naltirishga xizmat qildi.

Aksiomatik yondashuv kimyo ta'limida mavjud bo'lgan bir qator metodik muammolarni samarali hal etishga imkon beradi, chunki u bilimlarni alohida faktlar yig'indisi sifatida emas, balki o'zaro bog'langan va mantiqiy tizim sifatida shakllantirishga xizmat qiladi. Natijada o'quvchilar bilimni mustahkam va izchil o'zlashtiradi, hamda yangi tushunchalarni mavjud bilim tizimiga oson integratsiya qila oladi. Mazkur yondashuv o'quvchilarda deduktiv fikrlashni rivojlantiradi, ya'ni ular umumiy qonuniyatlardan kelib chiqib aniq hodisalarni tushuntirishga o'rganadi; masalan, massaning saqlanishi qonunidan kelib chiqib, kimyoviy reaksiyalarda massa o'zgarishini mustaqil izohlash imkoniyatiga ega bo'ladi. Bu esa ilmiy tafakkurning muhim komponenti hisoblanadi. Valentlik tushunchasini o'rgatishda ham aksiomatik yondashuvning samaradorligi tasdiqlandi, chunki oddiy misollar orqali (NaCl , H_2O , Al_2O_3) formulalar tuzish ko'nikmasi tez shakllanadi, biroq kontrastiv misollar (CO , N_2O_5 , NH_4OH) orqali ushbu modelning cheklovlari ko'rsatib berilganda, o'quvchilar noto'g'ri umumlashtirishdan saqlanadi va tushunchaning shartli xarakterini anglay boshlaydi. Bu esa ilmiy fikrlashning tanqidiy komponentini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Maktab kimyosida "valentlik" va "ekvivalent" kabi tushunchalar an'anaviy ravishda formularga indekslar qo'yishda qo'llaniladi, shu tariqa o'quvchilar oddiy namunalar asosida modda formulalarini yozishni o'rganadi. Amalda esa, kimyoviy formulalarni aniqlashda elementlarning oksidlanish darajalari va atomlar orasidagi kimyoviy bog'lar soni muhim hisoblanadi. Lekin 7-sinf darajasidagi o'quvchilar hali elektronlar, kimyoviy bog'lar yoki oksidlanish darajalari tushunchalariga ega bo'lmaydi, shu sababli oson tushunarli va amaliy "shartli valentlik" tushunchasidan foydalaniladi. Aksiomatik yondashuv ta'lim jarayonida

murakkab tushunchalarni soddalashtirilgan va tizimli ko'rinishda o'quvchiga yetkazishni ta'minlaydi. Bu usulning asosiy vazifasi o'quvchilarga hozircha chuqur tushunilishi talab qilinmaydigan, ammo bilimni izchil shakllantirish uchun zarur bo'lgan qabul qilingan tushunchalarni berishdan iboratdir. Shunday qilib, aksiomalar o'quv jarayonining tayanch nuqtasini belgilab, keyingi nazariyani puxta o'zlashtirish uchun asos yaratadi. 7-sinf kimyo kursida taklif etiladigan aksiomalar to'plami modda formulasini yozishni soddalashtirishga yordam beradi va keyingi bosqichda chuqurroq nazariy tushunchalarni kiritishga zamin yaratadi. Avval o'quvchi moddaning atomlardan tashkil topishini qabul qiladi. Bu tasavvur deterministik qarashlar uchun yetarli bo'ladi. Keyin element atomlarining ma'lum birlashish qobiliyati mavjudligi tanishtiriladi. Bu xususiyat maktab darajasida valentlik tushunchasi sifatida qabul qilinadi va formulalarni tuzishda amaliy vosita vazifasini bajaradi. Formulalarni tuzish tartibi ham ketma-ketlikda o'rgatiladi. Bunda element valentliklari olinib, eng kichik umumiy karrali nisbatlari aniqlanadi va shu asosda indekslar belgilanadi. Shuningdek, atom massasining valentlikka (aslida oksidlanish darajasiga) bo'lingan qiymati soddalashtirilgan ekvivalent tushunchasi sifatida kiritiladi. Shu bilan birga, bu qoidalar asosan asosiy guruh elementlari va ionik birikmalar uchun to'g'ri ishlashini, boshqa murakkab holatlar esa yuqori sinflarda o'rganilishini alohida ta'kidlash muhimdir.

Mazkur aksiomalar o'qituvchiga ikki tomonlama yordam beradi. Birinchidan, ular darsni noto'g'ri umumlashtirishlardan himoya qiladi. Ikkinchidan, o'quvchilarga mustahkam, sodda va amaliy qoidalar beradi. Natijada keyinchalik murakkab nazariyalarga o'tish osonlashadi. Valentlik va oksidlanish darajasi nazariy jihatdan turlicha mazmunga ega bo'lib, ta'lim jarayonida ularni farqlash metodik jihatdan ahamiyatlidir. Valentlik atomning boshqa atomlar bilan hosil qiladigan bog'lar sonini bildiradi va butun sonlar ko'rinishida qo'llanadi. Oksidlanish darajasi esa elementning elektron berishi yoki olishi natijasida hosil bo'ladigan nazariy zaryad bo'lib, elektronlarning taqsimlanishini hisoblashda ishlatiladi. Nazariy jihatdan valentlik atomning hosil qiladigan bog'lari soni bilan bog'liq bo'lsa (tuzilish formulasida aks etadi), oksidlanish darajasi elektron balansi asosida aniqlanadi. Maktab bosqichida bu tafovut to'liq ochib berilmaydi. Chunki asosiy e'tibor amaliy qoidalaridan foydalanib, formulalarni yozishga qaratiladi.



1-rasm. Moddaning kimyoviy formulasini yozishni o'rgatishning turli yo'nalishlari.

Valentlikning soddalashtirilgan holda qo'llanishi kognitiv va metodik sabablarga borib taqaladi. O'quvchilarda atom tuzilishi va kvant mexanikasi haqidagi murakkab tasavvurlar hali shakllanmagan bo'lgani uchun ularni darhol elektron almashinuvi yoki oksidlanish nazariyalari bilan tanishtirish qiyinchilik tug'diradi. Shu bois valentlik amaliy qoida sifatida beriladi va o'quvchi birikmalar formulasini yozishni tez o'zlashtira oladi. Biroq bu yondashuv kelgusida noto'g'ri umumiy xulosalar paydo bo'lishiga ham sabab bo'lishi mumkin. Masalan, "valentlik elementlar uchun o'zgarmas" yoki "valentlik va oksidlanish darajasi bir xil tushuncha" degan tasavvur shakllanishi ehtimoli mavjud. Shu sababli o'qituvchi keyinchalik istisnolarni ko'rsatib berishi lozim. Formulalarni tuzish algoritmi bosqichma-bosqich ko'rsatilishi samarali natija beradi. Avvalo element nomlari va ularning qabul qilingan valentliklari belgilanadi. Keyin bu valentliklarning eng kichik umumiy bo'linuvchisi topiladi. So'ngra har bir element uchun indeks shu bo'linuvchi sonni valentligiga bo'lish orqali aniqlanadi. Agar indeks birga teng bo'lsa, u yozilmaydi. Hosil bo'lgan formula zarur hollarda soddalashtiriladi. Bunday amaliy mashqlar o'quvchilarni qoidani tushunishga emas, balki uni qo'llash ko'nikmasiga o'rgatadi, bu esa dastlabki bosqichda muhim ahamiyat kasb etadi.

Pedagogik jihatdan o'qituvchiga quyidagi tavsiyalar berish mumkin. Aksiomalarni joriy etishda ularni qat'iy qoida sifatida emas, balki vaqtincha qo'llaniladigan amaliy vosita sifatida taqdim etish zarur. Dars jarayonida o'quvchilarga bu qoidalar kelgusida yanada chuqurlashtirilishini va hozircha ulardan modda formulalarini yozishni o'rganish uchun foydalanilishini tushuntirish lozim. Shu orqali o'quvchi o'z bilimlarining rivojlanish xususiyatini anglaydi va yangi bosqichlarga tayyor bo'lib boradi.

Interaktiv metodlar qo'llanilganda esa natijalar yanada yuqori bo'ldi, chunki aksioma-diskussiya usuli o'quvchilarning tahliliy fikrlashini rivojlantirsa, virtual laboratoriyalar tajriba jarayonini vizual va tushunarli qiladi, konseptual xaritalar esa bilimlar orasidagi bog'lanishni mustahkamlaydi, muammoli vaziyatlar esa ijodiy tafakkurni rag'batlantiradi. Umuman olganda, aksiomatik yondashuv asosida tashkil etilgan darslarda o'quvchilarning mantiqiy fikrlash darajasi sezilarli darajada oshgani, ilmiy argumentatsiya ko'nikmalari shakllangani hamda mustaqil xulosa chiqarish qobiliyati rivojlangani kuzatildi.

Tadqiqot natijalari asosida shuni xulosa qilish mumkinki, aksiomatik yondashuv kimyo ta'limida samarali metodik vosita bo'lib, u murakkab nazariy tushunchalarni soddalashtirish, tizimlashtirish va bosqichma-bosqich o'rgatish imkonini beradi, shu bilan birga o'quvchilarda ilmiy tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi. Ushbu yondashuv orqali bilimlar izchil shakllanadi, noto'g'ri tushunchalar paydo bo'lishi kamayadi va o'quvchilarning mustaqil fikrlash qobiliyati rivojlanadi.

Shu asosda quyidagi takliflar ilgari suriladi: birinchidan, 7–8-sinf kimyo darsliklarini aksiomatik model asosida qayta takomillashtirish zarur, chunki bu bilimlarning tizimli shakllanishini ta'minlaydi; ikkinchidan, valentlik tushunchasini "shartli model" sifatida aniq belgilash va uning chegaralarini ko'rsatish lozim, aks holda noto'g'ri umumlashtirishlar yuzaga kelishi mumkin; uchinchidan, interaktiv metodlarni keng joriy etish orqali o'quvchilarning faol ishtiroki va tafakkurini rivojlantirish kerak; to'rtinchidan, virtual laboratoriyalarni ta'lim jarayoniga integratsiya qilish orqali eksperimental bilimlarni mustahkamlash mumkin; beshinchidan esa, yuqori sinflarda ilgari o'rganilgan tushunchalarni qayta ko'rib chiqish va chuqurlashtirish (refleksiya) orqali bilimlarning uzluksizligini ta'minlash muhim hisoblanadi.

Adabiyotlar ro'yxati

Johnstone A.H. Chemical Education Research and Practice. – London: Royal Society of Chemistry, 2006.

Gilbert J.K. Visualization in Science Education. – Dordrecht: Springer, 2008.

Taber K.S. Modelling Learners and Learning in Science Education. – Dordrecht: Springer, 2013.

Treagust D.F., Duit R. Conceptual Change in Science Education. – Rotterdam: Sense Publishers, 2008.

O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi. Kimyo 7-sinf darsligi. – Toshkent, 2022.

Mayer R.E. Multimedia Learning. – Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

Novak J.D. Learning, Creating, and Using Knowledge. – New York: Routledge, 2010.

KIMYO TA'LIMIDA MANTIQUIY TAFAKKURNI SHAKLLANTIRISHNING AKSIOMATIK YONDASHUVI VA XULOSA CHIQUARISH MEXANIZMLARI

¹N.I. Kamolova, ²N.M. Qutlimuratov

¹Nizomiy nomidagi O'zMPU, ²Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada kimyo ta'limida o'quvchilarning mantiqiy tafakkurini shakllantirishda xulosa chiqarish jarayonlari, ularning turlari va metodik qo'llanishi tahlil qilinadi. Tadqiqotda demonstrativ va nondemonstrativ xulosalar, deduktiv, induktiv va analogik tafakkur shakllari hamda ularning kimyoviy bilimlarni egallashdagi roli yoritilgan. Shuningdek, silogizm, entimema, modellashtirish, gipoteza, isbotlash va inkor etish kabi metodlarning o'quvchilarda ilmiy tafakkurni rivojlantirishdagi ahamiyati asoslab berilgan. Maqolada aksiomatik yondashuvning kimyo ta'limidagi samaradorligi ilmiy manbalar asosida tahlil qilinib, amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: mantiqiy tafakkur, deduksiya, induksiya, analogiya, silogizm, aksiomatik yondashuv, kimyo ta'limi, gipoteza, isbotlash, tanqidiy fikrlash

Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilarning faqat bilim olish emas, balki mustaqil fikrlash, tahlil qilish va xulosa chiqarish qobiliyatlarini rivojlantirish ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, kimyo fanida nazariy tushunchalar va eksperimental natijalarni mantiqiy asoslash muhim ahamiyat kasb etadi. Xulosa chiqarish mantiqiy tafakkurning markaziy komponenti bo'lib, u orqali mavjud bilimlar tizimlashtiriladi va yangi bilimlar hosil qilinadi. Shu nuqtai nazardan, kimyo ta'limida mantiqiy operatsiyalarni ongli ravishda qo'llash o'quvchilarning ilmiy tafakkurini shakllantirishda muhim metodik vosita hisoblanadi. Mazkur maqolaning maqsadi - kimyo ta'limida xulosa chiqarish turlarini, ularning metodik ahamiyatini va aksiomatik yondashuv asosida qo'llash imkoniyatlarini ilmiy asosda tahlil qilishdan iborat.

So'nggi yillarda ta'limda mantiqiy tafakkurni rivojlantirish masalasi ko'plab tadqiqotchilar tomonidan o'rganilgan. Jumladan, Novikov A.M. (2010) ta'lim metodologiyasida ilmiy tafakkurning shakllanishi mantiqiy operatsiyalar bilan bevosita bog'liqligini ta'kidlaydi. Shuningdek, Halpern D.F. (2014) tanqidiy fikrlashni rivojlantirishda deduksiya va induksiya asosiy vosita ekanligini ko'rsatadi. Kimyo ta'limiga oid tadqiqotlarda Johnstone A.H. (2006) kimyoviy bilimlarni o'zlashtirish uch darajada - makro, mikro va ramziy darajada amalga oshirishini va bunda mantiqiy tafakkur hal qiluvchi rol o'ynashini asoslab bergan. O'zbekistonlik olimlardan S.Usmonov (2018) kimyo ta'limida interaktiv metodlar orqali tafakkurni rivojlantirish masalalarini o'rgangan. Yana bir muhim manba sifatida Paul R. & Elder L. (2019) ilmiy fikrlashda dalillash va asoslashning ahamiyatini keng yoritgan.

Kimyo ta'limida mantiqiy tafakkurni shakllantirish jarayonini chuqur o'rganish maqsadida o'zaro uzviy bog'langan bir nechta ilmiy-pedagogik metodlardan kompleks tarzda foydalanildi, bunda har bir metod tadqiqotning muayyan bosqichida alohida vazifani bajarishi bilan birga, umumiy natijaning aniqligi va ishonchliligini ta'minlashga xizmat qildi. Nazariy tahlil metodi qo'llanilib, mantiqiy tafakkur va xulosa chiqarish jarayonlariga oid mavjud ilmiy-nazariy qarashlar, pedagogik va psixologik konsepsiyalar tizimli ravishda o'rganildi, shu orqali deduksiya, induksiya va analogiya kabi tafakkur shakllarining mohiyati hamda ularning ta'lim jarayonidagi o'rni aniqlashtirildi. Shu bilan birga, taqqoslash metodi asosida mazkur tafakkur shakllari o'zaro solishtirilib, ularning umumiy va farqli jihatlari, shuningdek, kimyo ta'limida qo'llanish samaradorligi tahlil qilindi, natijada har bir metodning didaktik imkoniyatlari aniq mezonlar asosida baholandi. Pedagogik kuzatuv metodi orqali real ta'lim jarayonida, ya'ni kimyo darslarida

o'qituvchilar tomonidan qo'llanilayotgan mantiqiy operatsiyalar, xususan, xulosa chiqarish, gipoteza tuzish, isbotlash va inkor etish kabi jarayonlarning amaliy holati o'rganildi, bu esa nazariy qarashlarning amaliyotdagi aksini ko'rish va ularning samaradorligini aniqlash imkonini berdi. Model yaratish metodi asosida aksiomatik yondashuvga tayangan holda kimyo ta'limida mantiqiy tafakkurni shakllantirishning metodik tizimi ishlab chiqildi, bunda mantiqiy qonunlar, tafakkur shakllari va didaktik metodlar o'zaro integratsiyalashgan holda yagona tizim sifatida qaraldi. Tadqiqot davomida kimyo darslarida qo'llaniladigan mantiqiy operatsiyalar izchil va tizimli ravishda tahlil qilinib, ularning o'quvchilarning bilimni o'zlashtirish darajasi hamda ilmiy tafakkurini rivojlantirishga ta'siri baholandi, natijada mazkur metodlarning samaradorligi ilmiy asosda isbotlandi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida kimyo ta'limida mantiqiy tafakkurni shakllantirish jarayoni ko'p qirrali va murakkab tizim ekanligi aniqlanib, unda xulosa chiqarish turlarining didaktik ahamiyati alohida o'rin tutishi asoslab berildi. Jumladan, tahlillar shuni ko'rsatdiki, demonstrativ xulosalar o'quvchilarda qat'iy va inkor qilib bo'lmaydigan ilmiy ishonchni shakllantiradi, chunki bunday xulosalar zaruriy xarakterga ega bo'lib, masalan, Na_2O ning suv bilan reaksiyaga kirishib NaOH hosil qilishi kabi jarayonlar mantiqiy jihatdan aniq va shubhasiz natijani ifodalaydi, holbuki nondemonstrativ xulosalar ehtimollik asosida qurilib, yangi gipotezalar ilgari surishga xizmat qiladi hamda ular ayniqsa kimyoviy jarayonlarni bashorat qilish, jumladan katalizator tanlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, deduktiv, induktiv va analogik tafakkur shakllarining o'zaro bog'liqligi tahlil qilinib, deduksiya umumiy qonunlardan xususiy xulosalarga kelish imkonini berishi, induksiya esa kuzatishlar asosida umumlashtirishga xizmat qilishi aniqlangan bo'lsa-da, to'liq bo'lmagan induksiya noto'g'ri xulosalarga olib kelishi mumkinligi qayd etildi, analogiya esa o'quvchilarda o'xshashlik asosida gipoteza tuzish ko'nikmalarini rivojlantirib, ayniqsa yangi mavzularni o'zlashtirish jarayonida samarali metod sifatida namoyon bo'ldi. Oddiy kategorik silogizm o'quvchilarda mantiqiy bog'lanishlarni anglashga xizmat qilishi, ya'ni umumiy hukmlar va xususiy holatlar o'rtasidagi munosabatni aniqlash orqali xulosa chiqarish mexanizmini shakllantirishi aniqlangan bo'lsa, entimema, ya'ni qisqartirilgan silogizm o'quvchilarning mustaqil fikrlashini faollashtirishi bilan ajralib turishi kuzatildi. Mantiqiy operatsiyalar, xususan, hukmlarni o'zgartirish va aylantirish jarayonlari orqali o'quvchilarning tushunchalarni chuqurroq anglashga erishishi, shu bilan birga tafakkurning moslashuvchanligi ortishi aniqlandi, chunki bunday operatsiyalar bir xil mazmundagi bilimni turli shakllarda ifodalash imkonini beradi.

Ilmiy induksiya usullari, ya'ni o'xshashlik, farqlash, qo'shma o'zgarishlar va qoldiq usullarining qo'llanilishi natijasida sabab-oqibat bog'liqliklarini aniqlash imkoniyati kengayishi kuzatildi, bu esa o'quvchilarning ilmiy tafakkurini yanada chuqurlashtirishga xizmat qiladi. Modellashtirish, gipoteza tuzish, isbotlash va inkor etish hamda munozara metodlarining qo'llanilishi o'quvchilarning nafaqat bilim olish, balki ularni tahlil qilish, asoslash va himoya qilish ko'nikmalarini ham rivojlantirishi aniqlanib, bu metodlarning yuqori samaradorligi tajriba natijalarida o'z tasdig'ini topdi. Mantiqiy qonunlar, xususan, qarama-qarshilik qonuni, uchinchi holning istisnosi va yetarli asos qonunining ta'lim jarayonida qo'llanilishi esa tushunchalarning aniqligi, izchilligi va asoslanganligini ta'minlashi bilan muhim ahamiyat kasb etishi aniqlandi, natijada aksiomatik yondashuv asosida tashkil etilgan darslar o'quvchilarning bilimlarni chuqurroq va tizimli o'zlashtirishiga olib kelishi ilmiy jihatdan asoslab berildi.

Maktab kimyosining asosiy tushunchalari va qonunlarini o'rganishda ratsional fikrlashning shakllari tahlil qilinadi va ularni boshqaruvchi qonunlar o'zlashtiriladi, shu jarayonda o'quvchilar matn bilan ishlashni, jumladan akademik matnlarni o'rganishni ham egallab boradi. Ilmiy va ommabop matnlar bilan ishlashda ilmiy tafakkur madaniyatini rivojlantirish uchun ikki asosiy usul qo'llaniladi, ular faktlarni tekshirish va isohlash talqin usullaridir, chunki faktlarni tekshirish xatolarni aniqlashga yordam beradi, isohlash esa matnni to'g'ri talqin qilish va yangi g'oyalarni yuzaga keltirish imkonini beradi. Zamonaviy axborot jamiyatida tanqidiy fikrlash qobiliyatini

rivojlantirish o'quvchilarni infodemiya, ya'ni ma'lumotlarning ortiqcha oqimidan himoya qiladi, chunki noto'g'ri yoki soxta ma'lumotlar stressni oshiradi va tafakkurni zaiflashtiradi. Tanqidiy fikrlash mashqlarida kimyoviy reaksiyalar faqat bitta omilga bog'liq emasligi, laboratoriya o'lchovlari mukammal emasligi va kimyoviy qonunlarning sharoitga bog'liq holda o'zgarishi ilmiy dalillar bilan isbotlanadi. Faktlarni tekshirish jarayonida sarlavhalar, manbalar, matnning mazmuni, ekspertlarning malakasi va illyustratsiyalarning mosligi tahlil qilinadi, yakunda esa olingan ma'lumotlar tanqidiy baholanib, xulosalar chiqariladi. Faktlar, dalillar va soxta ma'lumotlarni farqlash orqali o'quvchilar kimyoviy matnlarni to'g'ri talqin qilishni, noto'g'ri mulohazalarni aniqlashni va haqiqatni ajratib olishni o'rganadi.

Tanqidiy fikrlash faqat shubhalanish emas, balki haqiqatni soxtadan ajratib olish qobiliyatidir, kimyo ta'limida esa bu o'quvchilarga laboratoriya natijalarini to'g'ri tahlil qilishga va qonunlarni mantiqan tushunishga yordam beradi, faktlarni tekshirish hamda ilmiy matnlarni talqin qilish orqali esa o'quvchilar ilmiy tafakkurini mustahkamlaydi va aksiomatik yondashuv asosida mantiqiy hamda tizimli fikrlash ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Tadqiqot natijalari kimyo ta'limida mantiqiy tafakkurni shakllantirish jarayoni xulosa chiqarish mexanizmlari bilan chambarchas bog'liq ekanligini ko'rsatdi, chunki aynan deduksiya, induksiya va analogiya kabi tafakkur shakllari orqali o'quvchilar mavjud bilimlarni tizimlashtirib, yangi bilimlarni hosil qiladi, shu bilan birga silogizm va entimema kabi mantiqiy konstruksiyalar ularning fikrlash jarayonini izchil va asosli qilishga xizmat qiladi. Aksiomatik yondashuv ta'lim jarayonini tartibli, izchil va mantiqiy asoslangan tizimga aylantirishi bilan alohida ahamiyat kasb etishi aniqlanib, bu yondashuv o'quvchilarning ilmiy tafakkurini shakllantirishda samarali metodologik asos bo'lib xizmat qilishi isbotlandi.

Natijalarga tayangan holda quyidagi takliflar ilgari suriladi: kimyo darslarida mantiqiy mashqlar va tafakkurga yo'naltirilgan topshiriqlarni tizimli ravishda ko'paytirish zarur, chunki bu o'quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantiradi; eksperimental faoliyatni mantiqiy tahlil bilan uyg'unlashtirish orqali nazariy va amaliy bilimlar o'rtasidagi bog'liqlikni mustahkamlash lozim; tanqidiy fikrlashni rivojlantiruvchi metodik topshiriqlarni keng joriy etish orqali o'quvchilarning axborotni tahlil qilish va baholash ko'nikmalarini oshirish maqsadga muvofiq; shuningdek, o'qituvchilar uchun mantiqiy tafakkurni rivojlantirishga yo'naltirilgan maxsus metodik qo'llanmalar ishlab chiqish ta'lim sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro'yxati

- Novikov A.M. Metodologiya obrazovaniya. -Moskva: Egves, 2010.
 Halpern D.F. Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking. - New York: Psychology Press, 2014.
 Johnstone A.H. Chemical Education Research and Practice. -London, 2006.
 Paul R., Elder L. Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Learning and Your Life. -Pearson, 2019.
 Usmonov S. Kimyo ta'limida innovatsion metodlar. - Toshkent: Fan, 2018.
 Gilbert J.K., Treagust D. Multiple Representations in Chemical Education. - Springer, 2009.
 Taber K.S. Chemical Misconceptions. - Royal Society of Chemistry, 2013.
 Osborne J. Science Education and Critical Thinking. -Routledge, 2017.

UGLEVODLAR MAVZUSINI O'QITISHDA KOMPETENSIYAVIY YONDASHUV VA MODULLI TA'LIM INTEGRATSIYASI

Karimova Lolaxon Abdulla qizi¹ Eshchanov Erkaboy Uskinovich² Taxiroy Yuldash Rajabovich³

¹Urganch davlat pedagogika institute magistranti, Xorazm viloyati, O'zbekiston, lolashartmi@gmail.com

²Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, dotsent, O'zbekiston, E-mail: eshchanov.1966@mail.ru

³*Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, dotsent, O'zbekiston, E-mail: yuldash_78@mail.ru*

Abstract: This article analyzes the integration of competency-based approach and modular teaching technologies in teaching the topic “Carbohydrates” in organic chemistry. The importance of developing students' practical skills, independent learning, creative thinking, and research competencies through modular lessons, laboratory activities, and project-based tasks is scientifically discussed.

Key words: carbohydrates, organic chemistry, modular education, competency-based approach, research competence.

Hozirgi kunda ta'lim tizimida kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qitishni tashkil etish zamonaviy pedagogikaning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, kimyo ta'limida o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog'lash, mustaqil fikrlash, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish va ilmiy tafakkurini rivojlantirish dolzarb pedagogik vazifalardan biri sifatida qaralmoqda. Shu sababli organik kimyo fanining murakkab mavzularini o'qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalarni qo'llash muhim ahamiyat kasb etadi [1].

Organik kimyo fanining “Uglevodlar” bo'limi biologiya, tibbiyot, oziq-ovqat sanoati va kundalik turmush bilan bevosita bog'liq bo'lgan muhim mavzulardan biridir. Uglevodlarning tarkibi, tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari va biologik ahamiyatini o'rganish o'quvchilarda ilmiy dunyoqarashni shakllantirishda muhim o'rin tutadi. Biroq amaliyotda ushbu mavzuni o'qitishda ayrim hollarda nazariy ma'lumotlarni yodlashga ko'proq e'tibor qaratilib, o'quvchilarning amaliy va kompetensiyaviy faoliyatini rivojlantirish yetarli darajada tashkil etilmayapti [2].

Shu sababli uglevodlar mavzusini o'qitishda kompetensiyaviy yondashuv va modulli ta'lim texnologiyalarini integratsiyalash ta'lim samaradorligini oshirishda muhim metodik vosita hisoblanadi. Modulli ta'lim texnologiyasi o'quv materialini mantiqiy qismlarga ajratish, o'quvchilarning mustaqil faoliyatini tashkil etish hamda bilimlarni bosqichma-bosqich o'zlashtirish imkonini beradi. Kompetensiyaviy yondashuv esa o'quvchilarning bilimlarni real hayotiy vaziyatlarda qo'llashi, muammolarni hal qilishi va amaliy ko'nikmalarni shakllantirishga yo'naltirilganligi bilan ahamiyatlidir.

Demak, uglevodlar mavzusini kompetensiyaviy yondashuv va modulli ta'lim asosida o'qitish o'quvchilarning ilmiy tafakkuri, mustaqil faoliyati va amaliy kompetensiyalarini rivojlantirishda muhim pedagogik ahamiyat kasb etadi.

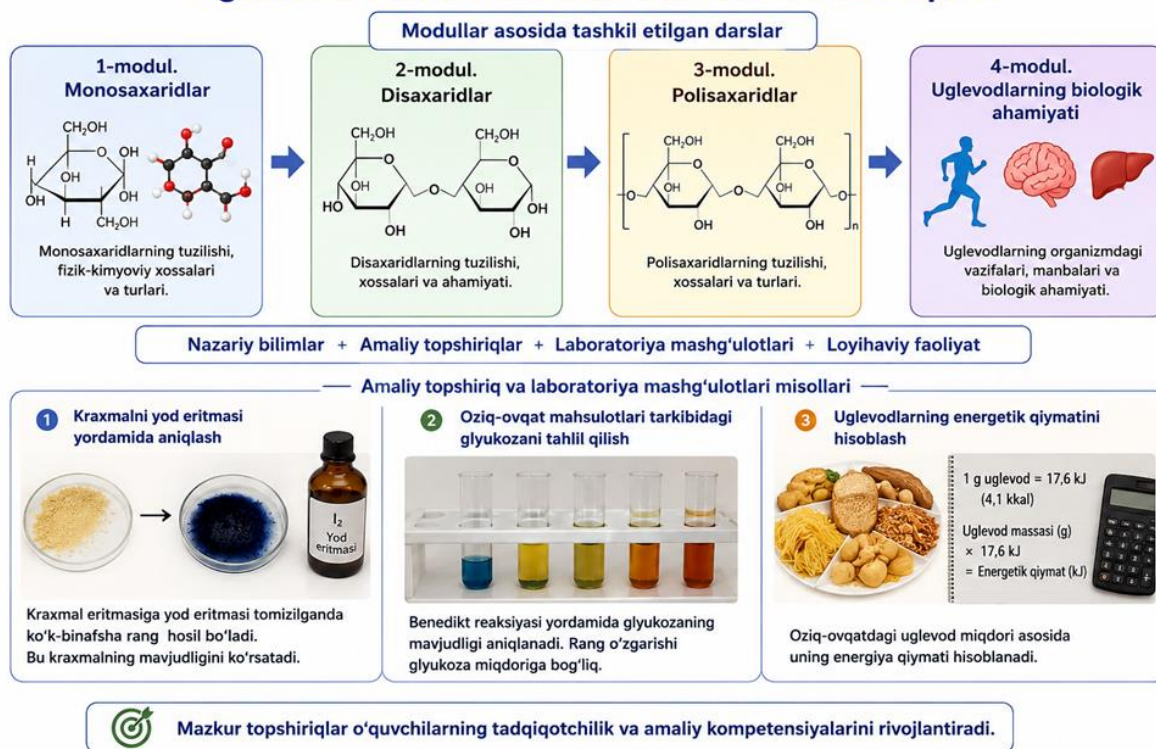
Kompetensiyaviy yondashuv zamonaviy kimyo ta'limida o'quvchilarning nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog'lay olishi, muammoli vaziyatlarni tahlil qilishi hamda mustaqil fikrlash kompetensiyalarini rivojlantirishga yo'naltirilgan pedagogik yondashuv hisoblanadi. Organik kimyo fanining “Uglevodlar” bo'limini o'qitishda mazkur yondashuvdan foydalanish o'quvchilarning mavzuni chuqurroq o'zlashtirishga va biologik hamda hayotiy jarayonlar bilan bog'liq holda tushunishga yordam beradi.

Uglevodlar mavzusi organik moddalarning tarkibi, monosaxaridlar, disaxaridlar va polisaxaridlarning tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari hamda biologik ahamiyatini o'z ichiga oladi. Ushbu mavzuni o'qitishda kompetensiyaviy yondashuv asosida oziq-ovqat mahsulotlari tarkibini tahlil qilish, kraxmal va glyukozani aniqlash, uglevodlarning inson organizmidagi vazifalari hamda kundalik turmushdagi ahamiyatini amaliy topshiriqlar orqali o'rgatish muhim hisoblanadi. Bunday yondashuv o'quvchilarning bilimlarni real hayotiy vaziyatlarda qo'llash kompetensiyasini rivojlantiradi.

Uglevodlar mavzusini o'qitishda modulli ta'lim texnologiyalaridan foydalanish ta'lim jarayonining samaradorligini oshiradi. Modulli ta'limda o'quv materialini mantiqiy jihatdan mustaqil bloklarga ajratiladi va har bir modul muayyan maqsad, topshiriq hamda baholash mezonlari asosida tashkil etiladi. Bu esa o'quvchilarning mustaqil ta'lim faoliyatini rivojlantirish hamda bilimlarni bosqichma-bosqich o'zlashtirish imkonini yaratadi.

Masalan, “Monosaxaridlar”, “Disaxaridlar”, “Polisaxaridlar” va “Uglevodlarning biologik ahamiyati” kabi modullar asosida tashkil etilgan darslarda o'quvchilar nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy topshiriqlar, laboratoriya mashg'ulotlari va loyihaviy faoliyatni ham bajaradilar. Kraxmalni yod eritmasi yordamida aniqlash, oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi glyukozani tahlil qilish yoki uglevodlarning energetik qiymatini hisoblash kabi topshiriqlar o'quvchilarning tadqiqotchilik va amaliy kompetensiyalarini rivojlantiradi (1-rasm).

Uglevodlar mavzusini modulli ta'lim asosida o'qitish



1-rasm. Uglevodlar mavzusini modulli ta'lim va kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qitish modeli

Kompetensiyaviy yondashuv va modulli ta'lim integratsiyasi o'quvchilarda kreativ fikrlash, muammoni hal qilish, ma'lumotlarni tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish ko'nikmalarini shakllantiradi. Shu bilan birga, modulli texnologiyalar asosida tashkil etilgan mashg'ulotlar o'quvchilarning dars jarayonidagi faolligini oshiradi, individual yondashuvni ta'minlaydi hamda o'quv materialini tizimli ravishda o'zlashtirishga yordam beradi.

Shuningdek, uglevodlar mavzusini kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qitish o'quvchilarda sog'lom ovqatlanish, oziq-ovqat xavfsizligi va biologik jarayonlarga oid tushunchalarni shakllantirishda ham muhim ahamiyatga ega. Bu esa organik kimyo fanining amaliy va hayotiy ahamiyatini ochib berishga xizmat qiladi.

Organik kimyo fanining “Uglevodlar” bo'limini kompetensiyaviy yondashuv va modulli ta'lim texnologiyalari asosida o'qitish ta'lim samaradorligini oshirishning muhim metodik vositalaridan biri hisoblanadi. Mazkur yondashuv o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog'lash, mustaqil fikrlash, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish va ilmiy tafakkurini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Modulli ta'lim texnologiyalari asosida tashkil etilgan mashg'ulotlar o'quvchilarning darsdagi faolligini oshiradi, individual yondashuvni ta'minlaydi hamda bilimlarni bosqichma-bosqich va tizimli ravishda o'zlashtirish imkonini yaratadi. Kompetensiyaviy yondashuv esa o'quvchilarning bilimlarni real hayotiy vaziyatlarda qo'llash, tadqiqotchilik faoliyatini amalga oshirish va amaliy ko'nikmalarni shakllantirishiga yordam beradi.

Uglevodlar mavzusini amaliy topshiriqlar, laboratoriya mashg'ulotlari va loyihaviy faoliyat bilan integratsiyalash o'quvchilarning kreativ va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Natijada organik kimyo fanini kompetensiyaviy yondashuv va modulli ta'lim integratsiyasi asosida o'qitish zamonaviy ta'lim talablariga mos, mustaqil fikrlaydigan va amaliy kompetensiyalarga ega o'quvchilarni shakllantirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

X. Berdiboyev, R. Eshchanov, V. Masharipov, Z. Ataulloyev. Maktabda kimyoni fizika fani bilan uyg'unlashtirilgan holda o'qitishning ahamiyati // "Journal Of Science-Innovative Research In Uzbekistan" Jurnali Volume 2, Issue 5, 2024. May ResearchBib Impact Factor: 8.654/2023, ISSN 2992-8869 P. 201-207.

I. X. Ruziyev, E. Yu. Ergashev. Using Modular Educational Technology in Chemistry // European Science Methodical Journal. Volume 2, Issue 8, 2024. ISSN 2938-3641. – P. 55–58.

“VITAMINLAR” MAVZUSINI KO'RGAZMALI VA INTERFAOL METODLAR ASOSIDA O'QITISH

M.B.Ziyadullayeva¹, O.R.Jo'rabekova¹, O.X.Tursunmuratov²

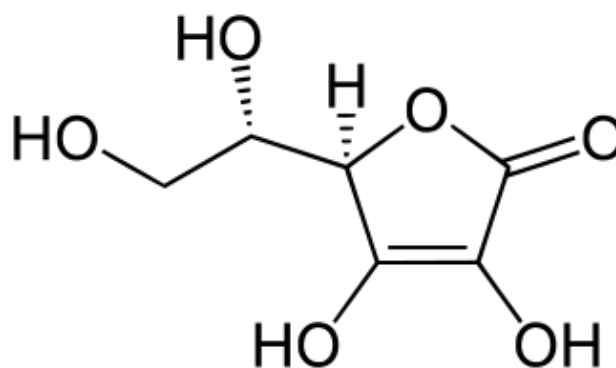
¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo yo'nalishi talabasi

²Chirchiq davlat pedagogika universiteti "Tabiiy fanlar fakulteti" "Kimyo kafedrası" v.b. dosenti, k.f.f.d. (PhD)

Annotatsiya: Mazkur maqolada biologiya fanining "Vitaminlar" mavzusini ko'rgazmali va interfaol metodlar asosida o'qitishning pedagogik ahamiyati yoritilgan. Tadqiqot davomida zamonaviy pedagogik texnologiyalarning o'quvchilar bilimini oshirish, mustaqil fikrlashini rivojlantirish hamda dars samaradorligini kuchaytirishdagi o'rni tahlil qilingan. Shuningdek, ko'rgazmali vositalar va interfaol metodlarning biologiya darslaridagi amaliy samaradorligi ilmiy asosda yoritilgan.

Kalit so'zlar: Vitaminlar, biologiya ta'limi, interfaol metodlar, ko'rgazmali ta'lim, pedagogik texnologiyalar, innovatsion yondashuv, ta'lim samaradorligi.

Bugungi kunda biologiya fanini o'qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalar, ayniqsa ko'rgazmali va interfaol metodlardan foydalanish ta'lim samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Ta'lim jarayonida o'quvchilarning mustaqil fikrlashi, mavzuni chuqur anglab yetishi hamda nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lay olishi interfaol yondashuvlar orqali yanada rivojlanadi. Shu jihatdan "Vitaminlar" mavzusini o'qitishda innovatsion metodlardan foydalanish biologiya ta'limining sifatini oshirishda alohida ahamiyat kasb etadi.





Acidum ascorbinicum- C₆H₈O₆

1-rasm. Turli mevalar tarkibida uchraydigan vitaminlar va C vitamin tuzilishi

Vitaminlar tirik organizm faoliyati uchun zarur bo'lgan biologik faol moddalar bo'lib, ular modda almashinuvi, immun tizimi, o'sish va rivojlanish jarayonlarida muhim o'rin egallaydi[1,2].

Ushbu tadqiqot ishida biologiya fanining "Vitaminlar" mavzusini o'qitishda ko'rgazmali va interfaol metodlardan foydalanish samaradorligini aniqlash maqsadida pedagogik kuzatish, taqqoslash, suhbat va amaliy tahlil metodlaridan foydalanildi. Tadqiqot davomida umumiy o'rta ta'lim maktablari biologiya darsliklari, metodik qo'llanmalar hamda zamonaviy pedagogik texnologiyalar bo'yicha ilmiy manbalar o'rganildi. Shuningdek, dars jarayonida "Aqliy hujum", "Klaster", "BBB", "FSMU" kabi interfaol metodlar hamda slayd, jadval, rasm va videomateriallardan foydalanishning o'quvchilar bilimini oshirishdagi ahamiyati tahlil qilindi[3,4].



2-rasm. Vitaminlar mavzusini o'qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalar

Vitaminlar organizm uchun zarur bo'lgan biologik faol moddalar hisoblanib, ular inson salomatligini saqlashda muhim o'rin egallaydi. Ular organizmda juda kam miqdorda uchrasa ham, modda almashinuvi jarayonlarining normal kechishida muhim rol o'ynaydi. Vitaminlar fermentlar faoliyatini faollashtiradi, immun tizimini mustahkamlaydi hamda organizmning o'sish va rivojlanishiga yordam beradi. Inson organizmida vitaminlar yetishmovchiligi turli kasalliklarni yuzaga keltiradi. Masalan, A vitamini yetishmovchiligi ko'rish faoliyatining buzilishiga, C vitamini tanqisligi esa singa kasalligiga olib keladi. Vitaminlar suvda eruvchan va yog'da eruvchan turlarga bo'linadi[5,6].

Interfaol metodlar bugungi ta'lim tizimida o'quvchilarning darsdagi faolligini oshirishga xizmat qiluvchi samarali usullardan biri hisoblanadi. Ushbu metodlar o'quvchilarni mustaqil fikrlashga, erkin muloqot qilishga va jamoada ishlashga o'rgatadi. "Vitaminlar" mavzusini o'qitishda "Aqliy hujum", "Klaster", "BBB", "FSMU" kabi metodlardan foydalanish o'quvchilarning mavzuni chuqur anglashiga yordam beradi. Interfaol metodlar dars jarayonida barcha o'quvchilarni faol ishtirok etishga undaydi[7].

Interfaol metodlar qo'llangan mashg'ulotlarda o'quvchilarning mustaqil fikrlashi va guruh bilan ishlash ko'nikmalari rivojlangani aniqlandi. Tadqiqot davomida o'quvchilarning 79% qismi "Klaster" va "Aqliy hujum" metodlari mavzuni tushunishda samarali yordam berganini ta'kidladi.

Mazkur tadqiqot ishida "Vitaminlar" mavzusini ko'rgazmali va interfaol metodlar asosida o'qitishning pedagogik ahamiyati ilmiy jihatdan tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari biologiya darslarida zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalanish o'quvchilarning bilim darajasi va darsga bo'lgan qiziqishini oshirishda muhim omil ekanligini ko'rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar

Smith J.A., Brown L.M. Interactive Teaching Methods in Biology Education // Journal of Biological Education. – 2021. – Vol. 55, №3. – P. 245–252.

Asqarov, I. R., To'xtaboyev, N. X., & G'apirov, K. G'. (2022) //Kimyo: 7-sinf uchun darslik// Toshkent: Respublika ta'lim markazi.

Johnson T., Miller K. Modern Approaches to Teaching Vitamins and Nutrition in Schools // Journal of Nutrition Education. – 2022. – Vol. 34, №4. – P. 310–318.

Carter S. Effectiveness of Interactive Methods in Secondary School Biology Classes // European Journal of Educational Sciences. – 2021. – Vol. 12, №1. – P. 77–85.

Williams D., Harris P. Multimedia Technologies in Biology Education // International Journal of Science Education. – 2020. – Vol. 41, №6. – P. 650–661.

Thompson R. Teaching Human Nutrition through Visual and Collaborative Methods // Journal of Educational Psychology. – 2023. – Vol. 29, №5. – P. 201–209.

KIMYO TA'LIMIDA O'QUVCHILARNING MUSTAQIL TA'LIM FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Madaminova Muazzam Oybek qizi¹ Eshchanov Erkaboy Uskinovich²

¹Urganch davlat pedagogika institute magistranti, Xorazm viloyati, O'zbekiston, mmuazzam727@gmail.com

²Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, dotsent, O'zbekiston, E-mail: eshchanov.1966@mail.ru

Abstract: This article discusses the methodological foundations of developing students' independent learning activities in chemistry education. The importance of independent tasks, laboratory experiments, chemical problem-solving, and practical activities in improving students' creative thinking, research skills, and scientific worldview is scientifically analyzed.

Key words: chemistry education, independent learning, teaching methodology, creative thinking, research skills, laboratory activities

Hozirgi kunda kimyo ta'limida o'quvchilarning mustaqil ta'lim faoliyatini rivojlantirish va ularning ijodiy fikrlash kompetensiyalarini shakllantirish dolzarb pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi. Zamonaviy ta'lim jarayonida o'quvchilarning bilimlarni mustaqil ravishda egallashi, o'quv materiallarini tahlil qilishi, muammoli vaziyatlarga yechim topishi hamda amaliy faoliyatni tashkil eta olishi muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu sababli kimyo darslarida mustaqil ishlarni samarali tashkil etish o'quvchilarning bilish faolligini oshirish va ta'lim samaradorligini ta'minlashning muhim omillaridan biri hisoblanadi [1].

Kimyo fanining mazmuni moddalar tarkibi, tuzilishi, xossalari va ular orasidagi o'zaro bog'liqlikni o'rganishga asoslangan bo'lib, mazkur jarayon o'quvchilarning mustaqil fikrlashi va tadqiqotchilik faoliyati bilan chambarchas bog'liqdir. Ayniqsa, organik kimyo kursini o'qitishda

moddalarning tuzilishi, genetik bog'lanishi va kimyoviy o'zgarishlarini tushuntirishda mustaqil topshiriqlar, laboratoriya mashg'ulotlari, sxema va jadval tuzish kabi faoliyat turlaridan foydalanish muhim pedagogik ahamiyatga ega [2].

O'quvchilarning mustaqil ishlari dars jarayonida mashq va masalalar yechish, tajribalarni kuzatish, kimyoviy tenglamalar tuzish, test topshiriqlarini bajarish, kimyoviy diktantlar yozish hamda jadval va sxemalarni ishlab chiqish orqali namoyon bo'ladi. Bunday faoliyat turlari o'quvchilarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, kimyoviy tafakkurini rivojlantirish va amaliy ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Shu sababli kimyo darslarida o'quvchilarning mustaqil ishlarini metodik jihatdan to'g'ri tashkil etish, ularning bilish faoliyatini faollashtirish hamda ijodiy va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish zamonaviy kimyo ta'limining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Kimyo ta'limida o'quvchilarning mustaqil ta'lim faoliyatini rivojlantirish zamonaviy pedagogik texnologiyalarning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Mustaqil ta'lim o'quvchilarning bilimlarni ongli ravishda o'zlashtirishi, o'quv materiallarini tahlil qilishi, muammoli vaziyatlarga mustaqil yechim topishi hamda ijodiy fikrlash kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu sababli kimyo darslarini tashkil etishda o'quvchilarning bilish faoliyatini faollashtiruvchi metod va vositalardan samarali foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Kimyo fanining mazmuni moddalar tarkibi, tuzilishi, xossalari va ular orasidagi bog'liqlikni o'rganishga asoslanganligi sababli mustaqil ishlardan foydalanish ushbu fan uchun ayniqsa muhimdir. O'quvchilarning mustaqil faoliyati mashq va masalalar yechish, kimyoviy tenglamalar tuzish, laboratoriya tajribalarini bajarish, jadval va sxemalar ishlab chiqish, test topshiriqlarini bajarish hamda o'quv loyihalarida ishtirok etish orqali namoyon bo'ladi. Bunday faoliyat turlari o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog'lash imkonini yaratadi.

Kimyo ta'limida mustaqil ishlarni tashkil etishda individual, guruhli va jamoaviy faoliyat shakllaridan foydalanish yuqori samaradorlik beradi. Ayniqsa, guruhli faoliyat o'quvchilarning o'zaro hamkorlikda ishlashi, fikr almashishi va muammoli vaziyatlarni birgalikda hal qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Har bir mustaqil topshiriqning yakunida o'quvchilar bilan umumiy muhokama o'tkazish esa ularning bilimlarini tizimlashtirish va xulosalar chiqarishiga yordam beradi.

Organik kimyo mavzularini o'qitishda mustaqil ishlar alohida ahamiyatga ega. Organik moddalarning genetik bog'lanishi, ularning kimyoviy xossalari va o'zaro aylanishlarini tushuntirishda sxema va jadval tuzish metodidan foydalanish o'quvchilarning mantiqiy va ilmiy tafakkurini rivojlantiradi. Masalan, "metan $\rightarrow$ karbon kislota", "etan $\rightarrow$ murakkab efir", "asetilen $\rightarrow$ anilin" kabi o'zgarishlar asosida kimyoviy reaksiyalar tenglamalarini mustaqil tuzish topshiriqlari o'quvchilarning bilimlarni amaliy qo'llash kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Shuningdek, laboratoriya tajribalari va amaliy mashg'ulotlar ham mustaqil ta'lim faoliyatining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Tajribalarni kuzatish, natijalarni qayd etish, ma'lumotlarni tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish o'quvchilarning tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Kimyoviy diktantlar, test topshiriqlari va eksperimental masalalar esa o'quvchilarning mustaqil fikrlash hamda bilimlarni tizimli ravishda o'zlashtirishiga yordam beradi.

Kimyo ta'limida mustaqil ta'lim faoliyatini rivojlantirish o'quvchilarning darsdagi faolligini oshirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash va zamonaviy kompetensiyalarni shakllantirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Shu sababli kimyo darslarida mustaqil ishlarni metodik jihatdan to'g'ri tashkil etish ta'lim samaradorligini oshirishda muhim pedagogik ahamiyat kasb etadi.

Kimyo ta'limida o'quvchilarning mustaqil ta'lim faoliyatini rivojlantirish ta'lim samaradorligini oshirishning muhim pedagogik omillaridan biri hisoblanadi. Mustaqil ishlar

o'quvchilarning nazariy bilimlarini ongli ravishda o'zlashtirish, ularni amaliyot bilan bog'lash hamda kimyoviy tafakkurini rivojlantirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, mashq va masalalar yechish, kimyoviy tenglamalar tuzish, laboratoriya tajribalarini bajarish, sxema va jadval ishlab chiqish kabi faoliyat turlari o'quvchilarning mustaqil fikrlash va tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Organik kimyo mavzularini o'qitishda genetik bog'lanishlarga asoslangan topshiriqlar, amaliy mashg'ulotlar va eksperimental masalalardan foydalanish o'quvchilarning bilimlarni tizimli ravishda o'zlashtirishiga yordam beradi. Shuningdek, mustaqil faoliyat asosida tashkil etilgan darslar o'quvchilarning bilish faolligini oshiradi, ijodiy yondashuvini rivojlantiradi hamda o'quv materiallarini chuqurroq tushunish imkonini yaratadi.

Demak, kimyo ta'limida mustaqil ishlarni metodik jihatdan to'g'ri tashkil etish o'quvchilarning ilmiy dunyoqarashi, amaliy ko'nikmalari va zamonaviy kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiluvchi muhim pedagogik vositalardan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

Иодко А.Г., Емельянова Е.О. Организация познавательной деятельности учащихся на уроках химии в 8-9 классах.-М.: Школьная пресса, 2001.-120 с.

Э.У. Эшчанов, Х.Т.Омонов. Органик кимё курсида ўқувчиларнинг умумлашган билимларини шакллантириш. «Узлюксиз таълим» журнали. -Т.2004.-№3, 35-40 б.

Kelajak kimyo o'qituvchisi imidjiga ilmiy-pedagogik yondashuv

N.X. Jurakulova^{1*}, B.M. Murtazayev²

^{1,2}Qarshi davlat universiteti, Qarshi shahri, O'zbekiston

*e-mail: juraqulova80@mail.ru

Abstract: This article scientifically substantiates the fact that the positive image of a future chemistry teacher is inextricably linked to safety and environmental culture, digital literacy, professional competence, pedagogical skills, and especially the ability to teach chemical synthesis processes step by step. Raising chemistry laboratory classes to an international level and increasing scientific potential should be the goal of every chemistry teacher.

Key words: teacher image, chemical synthesis, researcher, laboratory culture, scientific thinking, chemistry education.

Xalqaro ta'lim tavsiyalarida o'qituvchining fan mazmunini amaliy faoliyat bilan bog'lay olishi ta'lim sifati omili sifatida qayd etiladi. Kimyo fanida bu talab ayniqsa yaqqol ko'rinadi, chunki mazkur fan nazariy va tajriba-sintez jarayonlariga tayangan holda o'qitiladi. Bugungi kunda ta'lim tizimida o'quvchilarning nafaqat nazariy bilimlari, balki ularning ilmiy fikrlash qobiliyatini rivojlantirish muhim vazifa hisoblanadi.

O'zbekistonda ta'lim tizimi ilmiy asoslangan va xalqaro standartlarga mos modelga bosqichma-bosqich o'tib bormoqda. Buni oliy ta'lim tizimida "U10 – Global Advanced Universities of Uzbekistan" dasturining qabul qilinganligi ham tasdiqlaydi. Mazkur dastur mamlakatning yetakchi universitetlarini xalqaro darajaga olib chiqish, ularning ilmiy salohiyatini oshirish hamda global miqyosda raqobatbardoshligini ta'minlashga qaratilgan.

O'qituvchi imidjining ilmiy-pedagogik talqini shunda-ki, o'qituvchi samimiy, kuchli bilimga va keng tasavvurga ega bo'lishi bilan bir qatorda tadqiqotchi ham bo'lishi kerak. Chunki pedagog shaxsi ta'lim sifatini belgilaydigan asosiy omillardan biri hisoblanadi. Shunga ko'ra, kelajak kimyo o'qituvchisi faqatgina fanni o'qitibgina qolmay, har bir laboratoriya darslarida kichik bir sintez jarayonlarini, sintezni soddada modellashtirish asosida olib borib kimyogar-tadqiqotchi tayyorlashi lozim. Kimyogar-tadqiqotchi laboratoriya tajribalari, nazariy tahlillar hamda zamonaviy fizik-kimyoviy usullar yordamida ilmiy muammolarga yechim topadi.



1-rasm. “Tadqiqotga yo‘naltirish” dars jarayoni

Quyida Kompleks birikmalar ishtirokidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari” laboratoriya mashg‘ulotiga qo‘llanilgan “Tadqiqotga yo‘naltirish” interfaol metodi jarayoni keltirilgan:

1-jadval.Metod bosqichlari

Bosqich	Darsdagi jarayon	Metodni qo‘llash
1. Muammo qo‘yish	“Rang o‘zgarishi nimani anglatadi?”	Muammoli vaziyat yaratish
2. Guruhda tajriba	Talabalar kichik guruhlarda ishlaydi	Mustaqil tadqiqot
3. Kuzatish	Reaksiya natijasini ko‘rish	Empirik o‘rganish
4. Muhokama	Talabalar taxmin bildiradi	Gipoteza ishlab chiqish
5. Yo‘naltirish	O‘qituvchi savollar beradi	Fasilitatsiya (yo‘naltirish)
6. Taqdimot	Guruh natijani tushuntiradi	Natijani himoya qilish
7. Umumlashtirish	Nazariya bilan bog‘lash	Refleksiya va xulosa

Dastlab o‘qituvchi darsni muammoli vaziyat yaratish orqali boshlab savol bilan talabalarni fikrlashga undaydi. Talabalar kichik guruhlariga bo‘lingan holda tajriba o‘tkazishga kirishadilar. O‘qituvchi esa har bir guruhning ishini kuzatadi, yo‘naltiruvchi savollar beradi va mustaqil xulosa chiqarishga yordam beradi. U tayyor javob bermaydi, aksincha talabalarni ilmiy izlanishga undaydi. Tajriba davomida bir probirkada rang o‘zgarishi kuzatilganda, o‘qituvchi shu holatni muhokamaga olib chiqadi. Talabalar o‘z taxminlarini aytadilar, o‘qituvchi esa ularni ilmiy asoslashga yo‘naltiradi. Har bir tajriba kichik ilmiy izlanish sifatida tashkil etiladi

Xulosa qilib shuni aytish mumkin-ki, yoshlarga berilayotgan imkoniyatlar tufayli o‘quvchi-talaba yoshlar bilimi jihatidan ancha oldinda. Kelajak o‘qituvchilari shu bilimlarni to‘g‘ri yo‘naltiradigan va sifatli natijaga olib boradigan yuksak bilimli pedagog bo‘lmog‘i lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

Amanda Berry, Pamela Mulhall Pedagogical Content Knowledge in Science Education. Springer, 2015.

Teaching and Learning International Survey (TALIS) Results. OECD Publishing, Paris, 2019.

John K. Gilbert Chemical Education: Towards Research-based Practice Kluwer Academic Publishers, 2002.

Ingo Eilks, Avi Hofstein Teaching Chemistry – A Studybook. Sense Publishers, Rotterdam, 2010.

KIMYO DARSLARIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI QO'LLASH ORQALI TA'LIM SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING DIDAKTIK JIHLTLARI

Sumberdiyeva Nafosat Rahimberganovna

Chirchiq davlat pedagogika universiteti 2-bosqich magistranti

E-mail: sumberdiyevanafosat@gmail.com

Komilov Qamariddin O'rinovich

Chirchiq davlat pedagogika universiteti "Kimyo" kafedrasi dotsenti, t.f.n.

E-mail: dos650922@gmail.com

Annotation

This article analyzes the didactic aspects of improving the effectiveness of education through the use of digital technologies in chemistry lessons. The role of modern information and communication technologies (ICT), virtual laboratories, simulation programs, and interactive whiteboards in mastering chemistry is highlighted. It is substantiated that the use of digital tools in the educational process increases students' cognitive activity, interest in the subject, and the level of knowledge consolidation. The article also discusses the integration of didactic principles (visualization, activity, systematicity, scientificity) with digital technologies. Experimental results show that chemistry lessons organized using digital tools can improve the quality of students' knowledge by an average of 25–30%.

Keywords: digital technologies, chemistry education, didactics, virtual laboratory, interactive whiteboard, simulation, educational effectiveness, ICT.

Bugungi kunda ta'lim tizimida raqamli texnologiyalarning o'rni tobora ortib bormoqda. Ayniqsa, tabiiy fanlarni, jumladan kimyoni o'qitishda interaktiv vositalar, virtual laboratoriyalar va simulyatsiya dasturlari o'quvchilarning murakkab nazariy tushunchalarni o'zlashtirishini sezilarli darajada osonlashtirmoqda. An'anaviy kimyo darslari ko'pincha real tajribalar uchun jihozlar, reagentlar va xavfsizlik sharoitlarining yetishmasligi tufayli cheklangan imkoniyatlarga ega. Raqamli texnologiyalar esa ushbu muammolarni bartaraf etib, o'quv jarayonini yanada samarali, xavfsiz va qiziqarli tashkil etish imkonini beradi.

Ushbu maqolaning maqsadi – kimyo darslarida raqamli texnologiyalarni qo'llashning didaktik jihatlari tahlil qilish va ularning ta'lim samaradorligiga ta'sirini eksperimental asosda o'rganishdir.

Tadqiqotda quyidagi raqamli vositalar qo'llanildi: **Virtual laboratoriyalar** (PhET Interactive Simulations, Yenka, ChemCollective) – kimyoviy tajribalarni 3D formatda modellashtirish uchun; **Interaktiv doska** va multimedia taqdimotlari – nazariy materialni vizualizatsiya qilish uchun; **Onlayn test platformalari** (Kahoot, Google Forms, Quizizz) – bilimlarni tezkor nazorat qilish uchun; **QR kodlar** va **AR (kengaytirilgan reallik)** ilovalari – molekular, atom tuzilishi va kimyoviy jarayonlarni jonlantirish uchun.

Tadqiqotda 8-9-sinflarda (jami 78 nafar o'quvchi) tajriba-sinov ishlari o'tkazildi. Eksperimental guruh (40 nafar) darslari raqamli texnologiyalar asosida, nazorat guruhi (38 nafar) esa an'anaviy usulda o'qitildi. O'quv natijalari dastlabki, oraliq va yakuniy testlar orqali baholandi. Shuningdek, o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqish darajasi so'rovnoma (5 balli Likert shkalasi) yordamida aniqlandi.

Eksperimental guruhda yakuniy test natijalari nazorat guruhiga nisbatan o'rtacha **27,4%** yuqori bo'ldi ($p < 0,01$). Quyidagi jadvalda asosiy ko'rsatkichlar keltirilgan:

Ko'rsatkich	Eksperimental guruh (raqamli)	Nazorat guruhi (an'anaviy)
Dastlabki test (o'rtacha %)	54,2	53,8
Yakuniy test (o'rtacha %)	81,6	64,2
Qiziqish darajasi (5 ball)	4,3	3,1
Darsdagi faollik (kuzatuv bo'yicha)	89%	62%

Shuningdek, virtual laboratoriyalardan foydalanish o'quvchilarning **xavfsiz tajriba ko'nikmalarini** shakllantirishga, mavhum tushunchalarni (masalan, molekulyar orbitalar, kimyoviy muvozanat) tasavvur qilishga yordam berdi.

Olingan natijalar raqamli texnologiyalarning kimyo ta'limidagi bir qator didaktik afzalliklarini ko'rsatadi: 1. **Ko'rgazmalilik printsi** – virtual modellar va animatsiyalar yordamida mikro va makro darajadagi jarayonlarni vizual tarzda namoyish etish imkoniyati. 2. **Faollik printsi** – interaktiv doska va onlayn testlar o'quvchini doimiy faol ishtirok etishga undaydi. 3. **Tizimlilik va ketma-ketlik** – raqamli platformalarda materiallar mantiqiy ketma-ketlikda joylashtirilib, o'quvchilar istalgan vaqtda qayta ko'rib chiqishi mumkin. 4. **Individualizatsiya** – har bir o'quvchi o'z sur'atida ishlash, qiyin mavzularni qayta o'rganish imkoniyatiga ega. 5. **Xavfsizlik** – xavfli yoki qimmat reagentlarsiz tajriba o'tkazish imkoniyati.

Shu bilan birga, kamchiliklar ham aniqlandi: texnik jihozlar yetishmovchiligi (ba'zi maktablarda kompyuter yoki internet tezligining pastligi), o'qituvchilarning raqamli savodxonligi yetarli emasligi va virtual tajribalarning real qo'l mahoratini to'liq almashtira olmasligi.

Raqamli texnologiyalar kimyo darslarining samaradorligini oshirishning kuchli vositasidir. Ular o'quvchilarning motivatsiyasini, bilim sifatini va mustaqil ishlash ko'nikmalarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Biroq ularni qo'llash quyidagi shartlar asosida amalga oshirilishi lozim: O'qituvchilarni raqamli vositalardan foydalanish bo'yicha muntazam malaka oshirish; Maktablarni zamonaviy jihozlar (kompyuter, proyektor, interaktiv doska, tez internet) bilan ta'minlash; Virtual laboratoriyalarni real tajribalar bilan uyg'unlashtirgan **aralash (blended) ta'lim** modelini joriy etish; Raqamli resurslarni o'quv dasturi va milliy standartlarga moslashtirish.

Kelgusida sun'iy intellekt (AI) vositalari va virtual (VR) hamda kengaytirilgan reallik (AR) texnologiyalarini kimyo ta'limiga keng joriy etish didaktikaning yangi bosqichiga olib kelishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

- Abdullayeva, M. (2016). *Pedagogik texnologiyalar va innovatsion ta'lim*. Toshkent.
 Alimuhamedov, R. (2019). *Kimyo fanini o'qitishda interfaol metodlar*.
 Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.

O'QUVCHILARDA IJODIY FIKRLASHNI RIVOJLANTIRISHDA BARQAROR TARAQQIYOTGA OID KIMYOVIY MASALALARDAN FOYDALANISH.

Abdusalomova Maftuna Uralovna

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Tabiiy fanlar fakulteti Kimyo yo'nalishi 4-bosqich talabasi, E-mail: m76177186@gmail.com

Shirinova Dilshoda Ortiq qizi

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Tabiiy fanlar fakulteti Kimyo kafedrası o'qituvchisi E-mail: shirinovadilshoda2104@gmail.com

ABSTRACT This article examines the pedagogical significance of using chemistry-based problems focused on sustainable development to foster creative thinking skills in students.

By incorporating topics such as environmental issues, resource management, and green technologies into the chemistry curriculum, the study highlights the development of students' independent reasoning, problem-solving capabilities, and scientific worldview. Furthermore, the paper discusses effective methods for integrating sustainability principles into chemical education and evaluates the impact of creative tasks on educational quality and the promotion of innovative thinking among learners.

Keywords: *creative thinking, sustainable development, chemistry problems, chemistry education, environmental education, innovative approach, green technologies, problem-based learning, student creativity, educational efficiency.*

Bugungi kunda ta'lim tizimida o'quvchilarning ijodiy fikrlash qobiliyatini rivojlantirish, ularni mustaqil qaror qabul qilishga va kundalik hayotdagi muammolarni ilmiy asosda hal etishga o'rgatish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, tabiiy fanlarni, jumladan kimyo fanini o'qitishda nazariy bilimlarni amaliy jarayonlar bilan bog'lash o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqishini oshirish bilan birga, ularning kreativ va tahliliy tafakkurini shakllantiradi. Shu nuqtai nazardan, barqaror taraqqiyotga oid kimyoviy masalalardan foydalanish ta'lim samaradorligini oshiruvchi muhim pedagogik vosita sifatida namoyon bo'lmoqda.[1]

Suv tarkibidagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini cho'ktirish reaksiyasiga asoslangan masalalar kimyo fanining amaliy ahamiyatini yoritishda muhim o'rin tutadi. Ma'lumki, suvning qattiqligi sanoat korxonalarida texnologik jarayonlarning samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, maishiy texnikalarning xizmat muddatini qisqartiradi hamda energiya sarfining ortishiga sabab bo'ladi. Shu bois suvni yumshatish jarayonlari sanoatda ham, kundalik hayotda ham keng qo'llaniladi. Mazkur jarayonlarni kimyoviy reaksiyalar asosida tushuntirish orqali o'quvchilarda ekologik madaniyat, resurslardan oqilona foydalanish va barqaror taraqqiyot tamoyillariga nisbatan mas'uliyat hissi shakllanadi.[2]

Kimyoviy masalalarni real hayotiy vaziyatlar bilan bog'lab o'qitish o'quvchilarning mustaqil fikrlashi, muammoni tahlil qilishi va ilmiy xulosa chiqarish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Xususan, Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini cho'ktirish reaksiyalariga oid topshiriqlar o'quvchilarga ion almashinish, cho'kma hosil bo'lishi va suvni tozalash jarayonlarini chuqur anglash imkonini beradi. Natijada o'quvchilar kimyoviy bilimlarning kundalik hayotdagi amaliy ahamiyatini tushunib yetadilar hamda olgan bilimlarini real muammolarni hal qilishda qo'llash malakasiga ega bo'ladilar.

Suvni tozalash va ekologik xavfsizlik. 100 litr suvda 0,01 mol Ca^{2+} ionlari mavjud. Ushbu suvni yumshatish uchun qancha Na_2CO_3 (soda) kerak?

Yechish:

Reaksiya: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$

1 mol $\text{Ca}^{2+} \rightarrow$ 1 mol Na_2CO_3 kerak

Berilgan: 0,01 mol Ca^{2+}

Demak: 0,01 mol Na_2CO_3 kerak

Na_2CO_3 molyar massa = 106 g/mol

$m = 0,01 \times 106 = 1,06$ g

Tahlil: bu masala suv resurslarini tejash va sifatini yaxshilash bilan bog'liq. O'quvchilar kimyoviy usullar orqali suvni tozalash mumkinligini anglaydi. O'zbekiston sharoitida suv tanqisligi muhim muammo bo'lgani sababli bunday masalalar dolzarb hisoblanadi

Shuningdek, barqaror taraqqiyot konsepsiyasi asosida ishlab chiqilgan kimyoviy masalalar o'quvchilarda ekologik tafakkurni rivojlantirish, tabiiy resurslarni asrash va atrof-muhit muhofazasiga oid bilimlarni mustahkamlashga xizmat qiladi. Bu esa zamonaviy ta'limning asosiy talablaridan biri bo'lgan kompetensiyaviy yondashuvni amalga oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.[3]

Tadqiqot davomida barqaror taraqqiyotga oid kimyoviy masalalardan foydalanish o'quvchilarning ijodiy va tahliliy fikrlash qobiliyatini rivojlantirishda samarali vosita ekanligi aniqlandi. Ayniqsa, suv tarkibidagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini cho'ktirish reaksiyalariga asoslangan masalalar o'quvchilarning kimyoviy jarayonlarni real hayot bilan bog'lab tushunishiga yordam berdi. O'quvchilar suvning qattiqligi, uning inson hayoti va sanoatdagi ahamiyati hamda suvni yumshatish usullarining ekologik va iqtisodiy jihatlarini tahlil qilish imkoniyatiga ega bo'ldilar.[4]

Mashg'ulotlar jarayonida o'quvchilar tomonidan berilgan javoblar va bajarilgan amaliy topshiriqlar shuni ko'rsatdiki, muammoli vaziyatlarga asoslangan kimyoviy masalalar ularning mustaqil fikrlash faoliyatini faollashtiradi. O'quvchilar oddiy nazariy formulalarni yodlashdan ko'ra, kimyoviy jarayonlarning mohiyatini tushunishga va ularni kundalik hayotdagi muammolar bilan bog'lashga ko'proq intildilar [5]. Masalan, suvni yumshatishda natriy karbonat yoki ohakdan foydalanish reaksiyalarini tahlil qilish orqali ular suvni tejash, energiya samaradorligini oshirish va maishiy texnikalarni asrash kabi amaliy xulosalarga kelishdi.

Tahlillar natijasida shuningdek, barqaror taraqqiyotga oid masalalar o'quvchilarda ekologik madaniyatni shakllantirishga ham ijobiy ta'sir ko'rsatishi kuzatildi. O'quvchilar suv resurslarini muhofaza qilish, ichimlik suvining sifatini saqlash va kimyoviy moddalardan oqilona foydalanish zarurligini anglab yetdilar[6]. Bu esa kimyo fanining faqat laboratoriya yoki nazariy bilimlar bilan cheklanib qolmasdan, balki ijtimoiy va ekologik muammolarni hal qilishdagi ahamiyatini ham namoyon etdi [7].

Natijalar shuni ko'rsatdiki, barqaror taraqqiyot mazmunidagi kimyoviy masalalarni ta'lim jarayoniga integratsiya qilish o'quvchilarning fan bo'yicha kompetensiyalarini rivojlantirish, ijodiy yondashuvni shakllantirish va amaliy ko'nikmalarini mustahkamlashda muhim pedagogik ahamiyatga ega [8].

Xulosa qilib aytganda, barqaror taraqqiyotga oid kimyoviy masalalardan foydalanish o'quvchilarda ijodiy fikrlashni rivojlantirishning samarali usullaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, suv tarkibidagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini cho'ktirish reaksiyalariga asoslangan topshiriqlar o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog'lashga, kimyoviy jarayonlarning kundalik hayotdagi ahamiyatini anglashga xizmat qiladi.

Mazkur yondashuv o'quvchilarda muammoli vaziyatlarni tahlil qilish, ilmiy asosda xulosa chiqarish va ekologik mas'uliyat hissini shakllantiradi. Shu bilan birga, barqaror taraqqiyot tamoyillarini kimyo ta'limiga integratsiya qilish orqali o'quvchilarning ekologik madaniyati, mustaqil fikrlashi va innovatsion tafakkuri rivojlanadi. Bu esa zamonaviy ta'limning asosiy maqsadlaridan biri bo'lgan kompetent shaxsni tarbiyalashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- Omonov H.T., Xattabov R.A. *Umumiy kimyo*. – Toshkent: O'qituvchi, 2020. – 256 b.
- G'opirov Q., Fayziyev S. *Kimyo o'qitish metodikasi*. – Toshkent: Fan, 2019. – 214 b.
- Yo'ldoshev J.G'. *Zamonaviy pedagogik texnologiyalar*. – Toshkent: Tafakkur, 2021. – 198 b.
- Atkins P., Jones L. *Chemical Principles*. – New York: W.H. Freeman, 2018. – pp. 345–368.
- Shirinova, D. O. (2022). Davriy jadval mavzusini oqitishda barqaror ta'limtushunchasini tadbiq qilishning klaster usuli (yordamchi dasturli vositalardan foydalanish). *Netherlands intellectual education technological solutions and innovative digital tools*, 5(4), 402-406.
- Shirinova, D. O. Q. (2021). Kimyoni o'qitishda talabalarning ekologik intellektual qobiliyatini shakllantirish. *Academic research in educational sciences*, 2(9), 571-574.

Shirinova D. O. OQSILLAR. YOG 'LAR. UGLEVODLAR MAVZUSIDA BARQAROR TARAQQIYOT TA'LIMI VA B/B/B METODI // Экономика и социум. – 2025. – №. 2-1 (129). – С. 537-543.

Karimov I., Rasulov A. "Kimyo ta'limida ekologik kompetensiyalarni rivojlantirish masalalari." // *Xalq ta'limi* jurnali, 2022. – №4. – B. 45–49.

KIMYO TA'LIMIDA KUNDALIK TURMUSH BILAN BOG'LIQ LOYIHAVIY TOPSHIRIQLARDAN FOYDALANISH

Otamuratova Saodat Shonazarovna¹

¹*Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, mustaqil tadqiqotchisi, O'zbekiston, E-mail: saodatotamuratova@gmail.com*

Abstract: This article discusses the importance of using project-based tasks related to everyday life in chemistry education. Such tasks help students connect theoretical knowledge with practice, develop creative and research skills, and improve their understanding of chemistry through real-life situations.

Key words: chemistry education, project-based learning, daily life, creative activity, research skills.

Hozirgi kunda kimyo ta'limida o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog'lash, mustaqil fikrlash va ijodiy faoliyatini rivojlantirish dolzarb pedagogik masalalardan biri hisoblanadi. Zamonaviy ta'lim jarayonida loyiha asosida o'qitish texnologiyalaridan foydalanish o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqishini oshirish, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish hamda real hayot bilan bog'liq masalalarni mustaqil hal qilish kompetensiyalarini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi [1].

Kimyo fanini kundalik turmush bilan integratsiyalab o'qitish o'quvchilarda kimyoviy tushunchalarni hayotiy misollar asosida anglash imkonini beradi. Ayniqsa, kundalik hayotda foydalaniladigan moddalar, maishiy kimyoviy vositalar, oziq-ovqat mahsulotlari, energiya manbalari va ekologik muammolar asosida tashkil etilgan loyihaviy topshiriqlar o'quvchilarning amaliy va konseptual tafakkurini rivojlantiradi. Bunday topshiriqlar orqali o'quvchilar kimyo fanining turmushdagi ahamiyatini tushunadilar hamda nazariy bilimlarni real jarayonlar bilan bog'lash ko'nikmalariga ega bo'ladilar [2].

Bugungi kunda maktab kimyo ta'limida ayrim mavzular ko'proq nazariy tushuntirish va standart masalalar yechish bilan cheklanib qolmoqda. Natijada o'quvchilarda bilimlarni amaliyotda qo'llash, tadqiqot olib borish va ijodiy yondashuv asosida muammoni hal qilish ko'nikmalari yetarli darajada shakllanmayapti. Shu sababli kundalik turmush bilan bog'liq loyihaviy topshiriqlardan foydalanish kimyo ta'limining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Masalan, tabiiy gazning yonishi, ichimlik suvi tarkibi, oziq-ovqat mahsulotlaridagi kimyoviy moddalar, maishiy tozalash vositalari yoki eritmalar tayyorlash kabi mavzular asosida tashkil etilgan loyihalar o'quvchilarda kuzatish, tahlil qilish, hisoblash va ilmiy xulosa chiqarish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Shu bilan birga, bunday topshiriqlar o'quvchilarda ekologik madaniyat, resurslardan oqilona foydalanish va barqaror taraqqiyot tamoyillariga oid tushunchalarni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega.

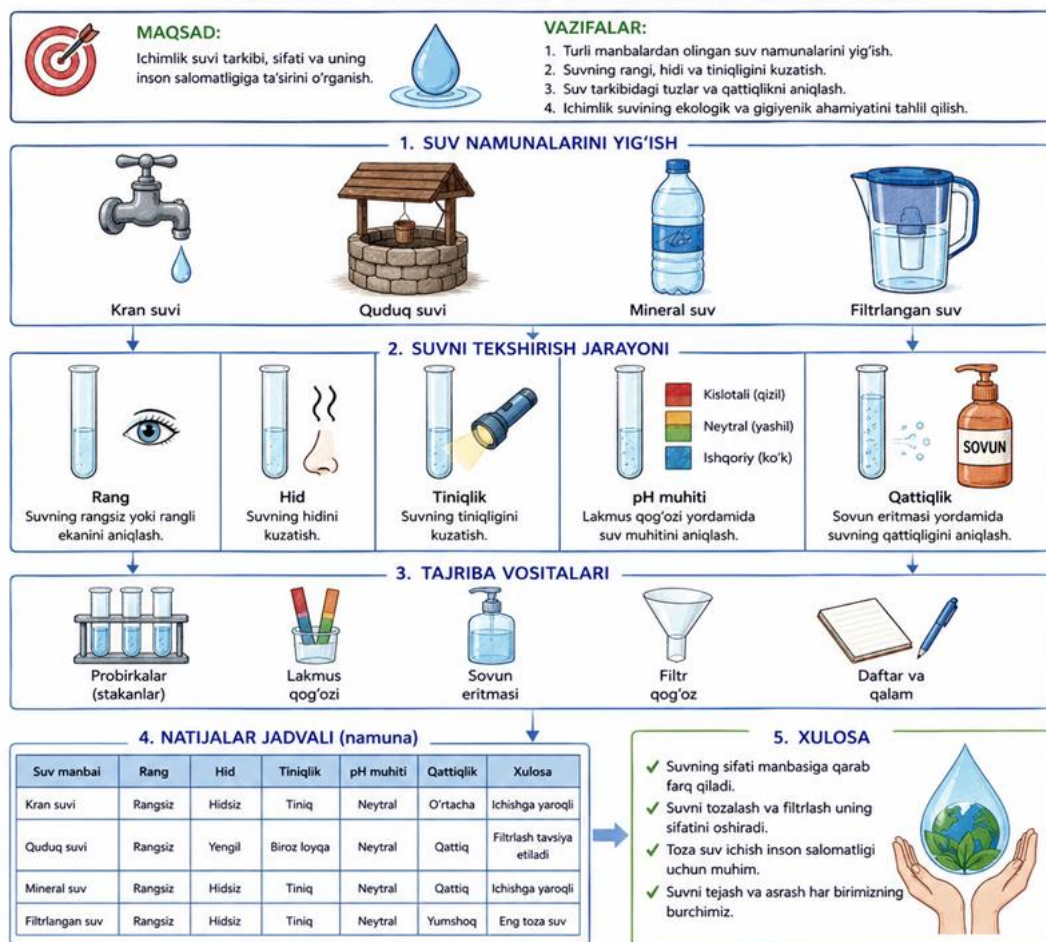
Demak, kimyo ta'limida kundalik turmush bilan bog'liq loyihaviy topshiriqlardan foydalanish o'quvchilarning ijodiy faoliyatini rivojlantirish, mustaqil ta'lim ko'nikmalarini shakllantirish hamda kimyo fanini real hayot bilan bog'liq holda o'qitishda samarali pedagogik vosita hisoblanadi.

Kimyo ta'limida loyihaviy topshiriqlardan foydalanish o'quvchilarning mustaqil faoliyatini tashkil etish, tadqiqotchilik ko'nikmalarini rivojlantirish va nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lashda muhim metodik vosita hisoblanadi. Ayniqsa, kundalik turmush bilan bog'liq

loyihalar o'quvchilarning kimyo faniga bo'lgan qiziqishini oshirib, ularning mavzularni hayotiy misollar asosida chuqurroq tushunishiga yordam beradi.

Loyihaviy topshiriqlarni tashkil etishda o'quvchilarning yosh xususiyatlari, mavzuning amaliy ahamiyati va kundalik hayot bilan bog'liqligiga alohida e'tibor qaratilishi lozim. Masalan, "Ichimlik suvi tarkibini o'rganish", "Maishiy kimyoviy vositalarning xossalari", "Tabiiy gazdan oqilona foydalanish", "Oziq-ovqat mahsulotlaridagi kimyoviy moddalar", "Eritmalar tayyorlash va ularning amaliy ahamiyati" kabi loyihalar o'quvchilarda kimyoviy tushunchalarni real hayot bilan bog'lash imkonini beradi (1-rasm).

LOYIHA: "ICHIMLIK SUVI TARKIBINI O'RGANISH"



LOYIHA BOSQICHLARI

1-rasm. O'quvchilarga berilgan "Ichimlik suvi tarkibini o'rganish" loyihasi

Kimyo fanida kundalik turmush bilan bog'liq loyihalarning yana bir muhim jihati shundaki, ular o'quvchilarning ijodiy tafakkurini rivojlantiradi. Masalan, o'quvchilar tabiiy gazning to'la va chala yonishini kuzatish orqali energiya samaradorligini tahlil qilishlari, suv tarkibini tekshirish orqali ekologik muammolar haqida xulosa chiqarishlari yoki maishiy tozalash vositalarining tarkibini o'rganish orqali kimyoviy moddalarning inson salomatligiga ta'sirini aniqlashlari mumkin. Bunday faoliyat o'quvchilarning mustaqil izlanish, kuzatish va tahlil qilish kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Loyihaviy topshiriqlarni bajarish jarayonida o'quvchilar ma'lumot to'plash, tajriba o'tkazish, natijalarni qayta ishlash va ilmiy xulosa chiqarishni o'rganadilar. Shu bilan birga, ular jamoada ishlash, muammoni hal qilish va o'z fikrini asoslab berish ko'nikmalariga ham ega bo'ladilar. Ayniqsa, loyiha natijalarini taqdimot, jadval, diagramma yoki hisobot shaklida ifodalash o'quvchilarning kommunikativ kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Kimyo ta'limida kundalik turmush bilan bog'liq loyihalardan foydalanish barqaror taraqqiyot tamoyillarini shakllantirishda ham muhim o'rin tutadi. O'quvchilar energiya tejamkorligi, ekologik xavfsizlik, resurslardan oqilona foydalanish va chiqindilarni kamaytirish kabi tushunchalarni amaliy faoliyat orqali o'zlashtiradilar. Bu esa ularda ekologik madaniyat va mas'uliyatli munosabatni shakllantirishga yordam beradi.

Demak, kundalik turmush bilan bog'liq loyihaviy topshiriqlar kimyo fanini hayot bilan integratsiyalash, o'quvchilarning ijodiy va tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirish hamda zamonaviy kompetensiyalarni shakllantirishda samarali pedagogik vosita hisoblanadi.

Kimyo ta'limida kundalik turmush bilan bog'liq loyihaviy topshiriqlardan foydalanish o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog'lashda muhim pedagogik ahamiyatga ega. Bunday topshiriqlar orqali o'quvchilar kimyoviy tushunchalarni real hayotiy jarayonlar asosida o'zlashtiradilar hamda mustaqil izlanish, kuzatish va tahlil qilish ko'nikmalariga ega bo'ladilar.

Ayniqsa, "Ichimlik suvi tarkibini o'rganish" kabi loyihalar o'quvchilarda suvning fizik-kimyoviy xossalari, ekologik muammolar va inson salomatligi bilan bog'liq tushunchalarni shakllantirishga xizmat qiladi. Loyihaviy faoliyat davomida o'quvchilar ma'lumot to'plash, tajriba o'tkazish, natijalarni solishtirish va ilmiy xulosa chiqarish kompetensiyalarini rivojlantiradilar.

Kundalik turmush bilan bog'liq loyihalar kimyo fanining amaliy ahamiyatini ochib berish bilan birga, o'quvchilarda ekologik madaniyat, resurslardan oqilona foydalanish va barqaror taraqqiyot tamoyillariga oid tushunchalarni ham shakllantiradi. Shu sababli kimyo ta'limida loyihaviy topshiriqlardan foydalanish o'quvchilarning ijodiy va tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirish hamda zamonaviy kompetensiyalarni shakllantirishda samarali metodik vosita hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

R. Eshchanov, V. Masharipov, Z. Ataullayev. Barqaror taraqqiyot tushunchalari vositasida kimyo fanlarini o'qitishni xalqaro baholash tizimiga moslashtirish // "Urganch davlat pedagogika instituti axborotnomasi" ilmiy-nazariy va metodik jurnal. Dekabr №1-son 2024-yil 172-177-betlar.

Nguyen N. T., Bui T. H., Tran T. N. Project Based Learning in General Chemistry to Develop the Problem-Solving and Creativity // American Journal of Educational Research. – 2020. – Vol. 8, Issue 7. – P. 475-479.

BO'LAJAK KIMYO O'QITUVCHISINING KASBIY IMIDJI VA KREATIV KOMPETENSIYALARINI SHAKLLANTIRISH

O'tkirova Sh. Y. Chirchiq davlat pedagogika universiteti kimyo yo'nalishi 3-bosqich talabasi

Qurbonova M. E. Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo kafedrası katta o'qituvchisi

Elektron pochta: shaxzodatarsinaliyeva@gmail.com

Abstract: This expanded thesis examines the development of professional image and creative thinking skills in future chemistry educators. It highlights the shift from traditional pedagogical approaches to modern, student-centered learning environments. The study explores the integration of innovative tools, such as "Chemistry Domino" and "Reaction Chain," as essential elements for enhancing the teacher's professional persona and fostering student engagement in complex chemical concepts.

Keywords: Chemistry education, pedagogical image, creative competence, educational innovation, interactive tools, future teacher.

Zamonaviy ta'lim taraqqiyoti o'qituvchidan nafaqat o'z fani bo'yicha chuqur nazariy bilimlarni, balki o'zgaruvchan sharoitlarda tezkor qaror qabul qilish va dars jarayonini kreativ boshqarish qobiliyatini talab etadi. Kimyo fani o'zining tabiatiga ko'ra ham nazariy, ham amaliy-tajribaviy fan hisoblanadi. Shu sababli, bo'lajak

kimyo o'qituvchisining imidji uning naqadar innovatsion va ijodkor ekanligi bilan o'lchanadi. Kreativ kompetensiya — bu o'qituvchining darsdagi kutilmagan vaziyatlardan unumli foydalanishi, murakkab mavzularni sodda va qiziqarli usullarda yetkazib berish mahoratidir.

Kelajak o'qituvchisining kasbiy imidji bir necha komponentlardan tashkil topadi:

1. Metodik kreativlik: Bu an'anaviy darsliklardan chetlashgan holda, o'quvchi psixologiyasiga mos keluvchi yangi vositalarni yaratishdir. Masalan, "Kimyoviy domino" kartochkalari nafaqat elementlar nomini, balki ularning valentligi, elektron konfiguratsiyasi va birikmalardagi xossalarni mantiqiy bog'lashga xizmat qiladi. Bu metod o'quvchida fanga nisbatan "qiyin" degan stereotipni sindiradi.

2. Raqamli imidj va AKT: Hozirgi davr o'qituvchisi virtual laboratoriyalar, sun'iy intellekt va multimedia resurslaridan erkin foydalana olishi shart. Kimyoviy reaksiyalarni mikrodunyoda (atom darajasida) ko'rsatish o'qituvchining zamonaviyligini va texnologik kompetentligini oshiradi.

3. Muloqot san'ati va fasilitatsiya: Bo'lajak o'qituvchi endi faqat axborot yetkazuvchi emas, balki bilimlarni mustaqil egallashda yo'l ko'rsatuvchi (fasilitator) bo'lishi lozim. Uning tashqi imidji (kiyinish madaniyati, nutqi, o'zini tutishi) va ichki kreativligi o'quvchilar uchun o'rnatilgan bo'lishi kerak.

Pedagogik amaliyot davomida "Reaksiya zanjiri" (Reaction Chain) metodidan foydalanilganda, o'quvchilarning organik kimyo bo'limidagi murakkab o'zgarishlarni yod olish emas, balki mantiqiy tushunish darajasi 35-40 foizga ortganligi kuzatildi. Kreativ o'yinlar orqali dars tashkil etgan o'qituvchiga nisbatan o'quvchilarning ishonchi va fanga bo'lgan muhabbati sezilarli darajada yuqori bo'ladi. Bu o'qituvchining ijobiy imidjini shakllantiruvchi eng asosiy ko'rsatkichdir.

Kelajak o'qituvchisi imidjini shakllantirish bo'yicha tavsiyalar:

Darslarda "Gamification" elementlarini ko'proq joriy etish;

- Kimyoviy tajribalarni kundalik hayotdagi buyumlar va moddalar misolida tushuntirish;

- O'z ustida ishlash — nutq so'zlash san'ati, stressga chidamlilik va kreativ fikrlash mashqlarini bajarish.

Bo'lajak kimyo o'qituvchisi — bu fan sirlarini biluvchi olim va darsni san'at asariga aylantira oluvchi ijodkorning sintezidir. Uning professional imidji darsda qo'llayotgan zamonaviy texnologiyalari va kreativ kompetensiyalari orqali namoyon bo'ladi. Kimyo ta'limini yangi bosqichga olib chiqish uchun pedagogik oliy ta'lim muassasalarida talabalarning mustaqil ijodiy loyihalar ustida ishlashiga keng yo'l ochib berish lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

O'zbekiston Respublikasining "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni, 2020.

Yunusov G'. "Kimyo o'qitish metodikasi". — T.: Universitet, 2022.

Azizxo'jayeva N.N. "Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat". — T.: TDPU, 2018.

ChDPU "Yashil kimyo va barqaror rivojlanish" xalqaro konferensiya materiallari, 2026.

KIMYO FANINI O'QITISHDA TARIXIY YONDASHUV ASOSIDA KIMYOVIY TUSHUNCHALAR VA KONSEPTUAL TAFAKKURNI SHAKLLANTIRISH

Qilichova Oydin Rasul qizi¹Ataullayev Zokir Maxsudovich² Taxirov Yuldash Rajabovich³

¹Urganch davlat pedagogika institute magistranti, Xorazm viloyati, O'zbekiston, oydinqilichova@gmail.com

²Urganch davlat pedagogika instituti dotsenti, Xorazm viloyati, O'zbekiston, zokirjon16081987@gmail.com

³Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, dotsent, O'zbekiston, E-mail: yuldash_78@mail.ru

Abstract: This article discusses the importance of using a historical approach in chemistry teaching to develop chemical concepts and conceptual thinking among students. The scientific activities and discoveries of Marie Curie are analyzed as effective tools for increasing students' interest, scientific worldview, and understanding of chemistry.

Key words: chemistry education, historical approach, conceptual thinking, Marie Curie, chemical concepts.

Hozirgi kunda kimyo fanini o'qitishda o'quvchilarda nafaqat nazariy bilimlarni, balki konseptual tafakkur, ilmiy dunyoqarash va tadqiqotchilik ko'nikmalarini shakllantirish muhim pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi [1]. Shu sababli zamonaviy kimyo ta'limida tarixiy yondashuv asosida o'qitish metodlaridan foydalanish alohida ahamiyat kasb etmoqda. Tarixiy yondashuv orqali buyuk olimlarning ilmiy faoliyati, ularning mashaqqatli izlanishlari va kashfiyotlari haqida ma'lumot berish o'quvchilarda fanga nisbatan qiziqish, motivatsiya va ilmiy tafakkurni rivojlantiradi.

Kimyo fanining rivojlanish tarixida Mariya Sklodovskaya-Kyurining ilmiy faoliyati alohida o'rin tutadi. U radioaktivlik hodisasini chuqur o'rgangan hamda radiy va poloniy elementlarini kashf etgan buyuk olimalardan biridir. Mariya Kyuri va uning turmush o'rtog'i Per Kyuri bir necha tonna uran rudalarini qayta ishlab, atigi 0,1 gramm radiy xloridini ajratib olishga muvaffaq bo'lganlar. Ushbu tarixiy fakt o'quvchilarda ilmiy izlanishlarning murakkabligi, tajriba va mehnatning ahamiyati haqida tushunchalar hosil qiladi [2].

Tarixiy yondashuv asosida kimyo fanini o'qitish o'quvchilarda kimyoviy tushunchalarni hayotiy misollar bilan bog'lash imkonini beradi. Masalan, radiy moddasining qorong'uda nur sochishi radioaktivlik, atom tuzilishi va energiya tushunchalarini tushuntirishda samarali vosita hisoblanadi. Shu bilan birga, Mariya Kyurining Birinchi jahon urushi davrida ko'chma rentgen apparatlari yordamida yarador askarlarga yordam ko'rsatgani kimyo va fizika fanlarining tibbiyot bilan integratsiyasini namoyon etadi.

Mariya Kyurining ilmiy faoliyati asosida tashkil etilgan darslar o'quvchilarda konseptual tafakkur, muammoni tahlil qilish, ilmiy xulosa chiqarish va fanlarning amaliy ahamiyatini anglash kompetensiyalarini rivojlantiradi. Shu sababli tarixiy yondashuv kimyo fanini o'qitishda samarali pedagogik vositalardan biri hisoblanadi.

Kimyo fanini o'qitishda tarixiy yondashuvdan foydalanish o'quvchilarning mavzularni chuqurroq tushunishi hamda ilmiy tushunchalarni ongli ravishda o'zlashtirishiga yordam beradi. Tarixiy faktlar, buyuk olimlarning hayoti va ilmiy faoliyatini dars jarayoniga integratsiyalash orqali o'quvchilarda fanlarga nisbatan qiziqish ortadi, konseptual tafakkur va ilmiy dunyoqarash shakllanadi. Ayniqsa, radioaktivlik mavzusini o'qitishda Mariya Kyurining ilmiy faoliyati muhim pedagogik ahamiyatga ega.

Mariya Sklodovskaya-Kyuri va Per Kyurining radioaktiv moddalarni o'rganish bo'yicha olib borgan tadqiqotlari o'quvchilarga ilmiy izlanishlarning murakkabligi va sabr-toqat talab qilishini anglash imkonini beradi. Ularning bir necha tonna uran rudalarini qayta ishlab, juda oz miqdordagi radiy moddasini ajratib olgani tajriba va kuzatishning ilm-fandagi o'rini ko'rsatadi. Ushbu tarixiy ma'lumotlar asosida o'quvchilarda moddalarning tarkibi, radioaktivlik va atom energiyasi haqidagi tushunchalar shakllantiriladi.

Tarixiy yondashuv asosida tashkil etilgan darslarda radioaktivlik hodisasi faqat nazariy tushuncha sifatida emas, balki real hayot va tarixiy voqealar bilan bog'liq holda yoritiladi. Masalan, radiyning qorong'uda yorug'lik sochishi atom yadrosidan energiya ajralishi bilan bog'liqligi tushuntiriladi. Shu orqali o'quvchilar atom tuzilishi, energiya almashinuvi va radioaktiv nurlanish kabi murakkab tushunchalarni osonroq anglay boshlaydilar.

Kimyo fanini tarix bilan integratsiyalash o'quvchilarning konseptual tafakkurini rivojlantirishda muhim vosita hisoblanadi. O'quvchilar olimlarning ilmiy faoliyatini o'rganish orqali ilmiy muammolarni hal qilish jarayonini tushunadilar, tajriba natijalarini tahlil qilish va xulosa chiqarish ko'nikmalariga ega bo'ladilar. Bundan tashqari, Mariya Kyurining Birinchi jahon urushi davrida mobil rentgen apparatlari yaratishi kimyo, fizika va tibbiyot fanlarining o'zaro integratsiyasini namoyon etadi. Bu esa o'quvchilarda fanlarning jamiyat taraqqiyotidagi ahamiyati haqida yaxlit tasavvur hosil qiladi.

Tarixiy yondashuv asosida o'qitish darslarni qiziqarli va motivatsion shaklda tashkil etishga yordam beradi. O'quvchilar buyuk olimlarning mashaqqatli mehnati, ilmiy jasorati va insoniyat taraqqiyotiga qo'shgan hissasi haqida bilib, ilm-fanga nisbatan hurmat va qiziqish hosil qiladilar. Shu bilan birga, tarixiy materiallar asosida tashkil etilgan darslar o'quvchilarning mustaqil fikrlash, tahlil qilish va ilmiy tafakkur kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Kimyo fanini o'qitishda tarixiy yondashuvdan foydalanish o'quvchilarda kimyoviy tushunchalar va konseptual tafakkurni shakllantirishning samarali usullaridan biri hisoblanadi. Buyuk olimlarning ilmiy faoliyati va tarixiy kashfiyotlari asosida tashkil etilgan darslar o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqishini oshiradi hamda nazariy bilimlarni hayotiy misollar bilan bog'lash imkonini beradi.

Mariya Sklodovskaya-Kyurining radioaktivlik bo'yicha olib borgan ilmiy tadqiqotlari o'quvchilarda ilmiy izlanish, tajriba va kuzatishning ahamiyati haqida chuqur tushunchalar hosil qiladi. Tarixiy yondashuv asosida o'qitilgan mavzular orqali o'quvchilar radioaktivlik, atom tuzilishi, energiya almashinuvi va moddalarning xossalari haqidagi bilimlarni yaxlit holda anglay boshlaydilar.

Shuningdek, tarixiy ma'lumotlar asosida tashkil etilgan darslar o'quvchilarning mustaqil fikrlash, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish kompetensiyalarini rivojlantiradi. Natijada kimyo fanini tarixiy yondashuv asosida o'qitish ta'lim samaradorligini oshirish, konseptual tafakkurni shakllantirish hamda ilmiy dunyoqarashga ega bo'lgan yoshlarni tarbiyalashda muhim pedagogik ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

X. Berdiboyev, R. Eshchanov, V. Masharipov, Z. Ataulloyev. Maktabda kimyoni fizika fani bilan uyg'unlashtirilgan holda o'qitishning ahamiyati // "Journal Of Science-Innovative Research In Uzbekistan" Jurnal Volume 2, Issue 5, 2024. May ResearchBib Impact Factor: 8.654/2023, ISSN 2992-8869 P. 201-207.

E. Curie. Madame Curie: A Biography // Doubleday, Doran and Company, New York, 1937. – 413 p.

ANALITIK KIMYO TA'LIMIDA MUAMMOLI TA'LIM METODINING, NOORGANIK KIMYO AMALIY MASHG'ULOTLARIDA ESA PINBORD METODINING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Qo'chqarova Nargiza Otabekovna¹ Sapayeva Iqbol Qo'zibayevna²

¹*Urganch davlat pedagogika institute magistranti, Xorazm viloyati, O'zbekiston, nargizaq92@gmail.com*

²*Urganch davlat pedagogika institute magistranti, Xorazm viloyati, O'zbekiston, sapayevaiqbol@gmail.com*

Abstract: This article analyzes the didactic possibilities of problem-based learning in analytical chemistry education and the pinboard method in practical classes of inorganic chemistry.

The importance of developing students' analytical thinking, independent learning, practical skills, and communicative competencies through innovative pedagogical methods is scientifically discussed.

Key words: analytical chemistry, inorganic chemistry, problem-based learning, pinboard method, didactic opportunities, analytical thinking, practical training.

Hozirgi kunda kimyo ta'limida zamonaviy pedagogik texnologiyalar va interfaol metodlardan foydalanish ta'lim samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, analitik va noorganik kimyo fanlarini o'qitishda talabalarning mustaqil fikrlashi, muammoli vaziyatlarni tahlil qilishi hamda amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishga yo'naltirilgan metodlardan foydalanish dolzarb pedagogik masala sifatida qaralmoqda. Shu sababli muammoli ta'lim va pinbord metodlarining didaktik imkoniyatlarini o'rganish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi [1].

Analitik kimyo fanida kationlarni aniqlash va sistematik tahlil qilish mavzulari talabalar uchun murakkab bo'limlardan biri hisoblanadi. Amaliyotda kationlarni klassifikatsiyalashda kislota-asosli, vodorod sulfidli va ammiak-fosfatli klassifikatsiya tizimlaridan foydalaniladi. Biroq ushbu klassifikatsiyalar ayrim hollarda talabalar tomonidan murakkab qabul qilinadi hamda ularni tizimli ravishda o'zlashtirishda qiyinchiliklar yuzaga keladi. Ayniqsa, vodorod sulfidli klassifikatsiyada H_2S gazidan foydalanilishi laboratoriya sharoitida zaharlilik va ekologik xavfsizlik bilan bog'liq muammolarni yuzaga keltiradi. Shu sababli analitik kimyo ta'limida muammoli ta'lim metodidan foydalanish orqali talabalarni tahliliy fikrlashga, ionlarni solishtirishga va kimyoviy jarayonlarni mustaqil tahlil qilishga yo'naltirish muhim ahamiyatga ega [2].

Noorganik kimyo amaliy mashg'ulotlarida interfaol metodlardan foydalanish ham talabalar faolligini oshirish va nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lashda samarali vositalardan biri hisoblanadi. Jumladan, pinbord metodi talabalar tomonidan ma'lumotlarni tizimlashtirish, sxema va jadval asosida fikrlarni ifodalash hamda guruhli muhokamalarni tashkil etishda muhim didaktik imkoniyatlarga ega. Biroq ushbu metod barcha mavzular uchun bir xil samaradorlik bermaydi. Ayniqsa, murakkab kimyoviy hisoblashlar, eksperimental kuzatishlar yoki xavfli kimyoviy tajribalarni bajarishga oid mavzularda pinbord metodining imkoniyatlari cheklanishi mumkin.

Shu sababli analitik kimyo ta'limida muammoli ta'lim metodining hamda noorganik kimyo amaliy mashg'ulotlarida pinbord metodining didaktik imkoniyatlarini ilmiy-metodik jihatdan tahlil qilish va ularning samarali qo'llash shartlarini aniqlash zamonaviy kimyo ta'limining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.

Analitik kimyo ta'limida muammoli ta'lim metodidan foydalanish talabalarni mustaqil fikrlashga, tahliliy yondashuv asosida xulosa chiqarishga va kimyoviy jarayonlarni chuqur anglashga yo'naltiradi. Muammoli ta'lim jarayonida talabalar tayyor bilimni qabul qiluvchi emas, balki muammoni tahlil qiluvchi va uning yechimini mustaqil izlovchi subyekt sifatida ishtirok etadilar. Ayniqsa, analitik kimyoda kationlarni aniqlash va sistematik tahlil qilish mavzularini o'qitishda muammoli vaziyatlardan foydalanish yuqori didaktik samaradorlik beradi.

Analitik kimyoda kationlarni klassifikatsiyalashning bir necha tizimlari mavjud bo'lib, ularga kislota-asosli, vodorod sulfidli va ammiak-fosfatli klassifikatsiyalar kiradi. Ushbu klassifikatsiyalar kimyoviy reaksiyalar va ionlarning cho'kmaga tushish xossalriga asoslangan bo'lsa-da, talabalar uchun ularni tizimli ravishda o'zlashtirish murakkab hisoblanadi. Ayniqsa, vodorod sulfidli klassifikatsiyada H_2S gazidan foydalanilishi laboratoriya xavfsizligi va ekologik muammolar bilan bog'liqdir. Shu sababli muammoli ta'lim metodidan foydalanish orqali talabalarni ionlarning xossalarni taqqoslash, reaktivlar ta'sirini tahlil qilish va optimal tahlil usullarini tanlashga yo'naltirish mumkin (1-rasm).

MUAMMOLI SAVOLLAR ORQALI ANALITIK TAFAKKURNI RIVOJLANTIRISH

1-muammo

Nima sababdan ayrim kationlar HCl ta'sirida cho'kmaga tushadi, ayrimlari esa eritmada qoladi?



Ba'zi kationlar bilan HCl reaksiyaga kirishib, o'rinsiz eruvchan xloridlar hosil qiladi → cho'kma.

Ba'zi kationlar esa eruvchan xloridlar hosil qiladi → eritmada qoladi.

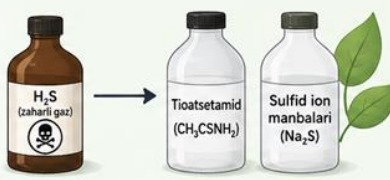


Yondashuv:

- Ionlarning xossalari
- Reaksiya mahsulotlarining eruvchanlik qoidolari
- Tajriba va kuzatishlar tahlili
- Mantiqiy xulosa chiqarish

2-muammo

H₂S o'rniga ekologik xavfsizroq reaktivlardan foydalanish mumkinmi?



H₂S toksik va hidli gaz bo'lib, ekologik va xavfsizlik muammolari mavjud.

Tioatsetamid yoki sulfid ion manbalari kabi reaktivlar xavfsizroq alternativa bo'la oladi.

TALABALAR UCHUN NATIJA:



Analitik tafakkur rivojlanadi



Nazariy bilimlar amaliyot bilan bog'lanadi



Mustaqil izlanish va muammolarni hal qilish ko'nikmasi shakllanadi



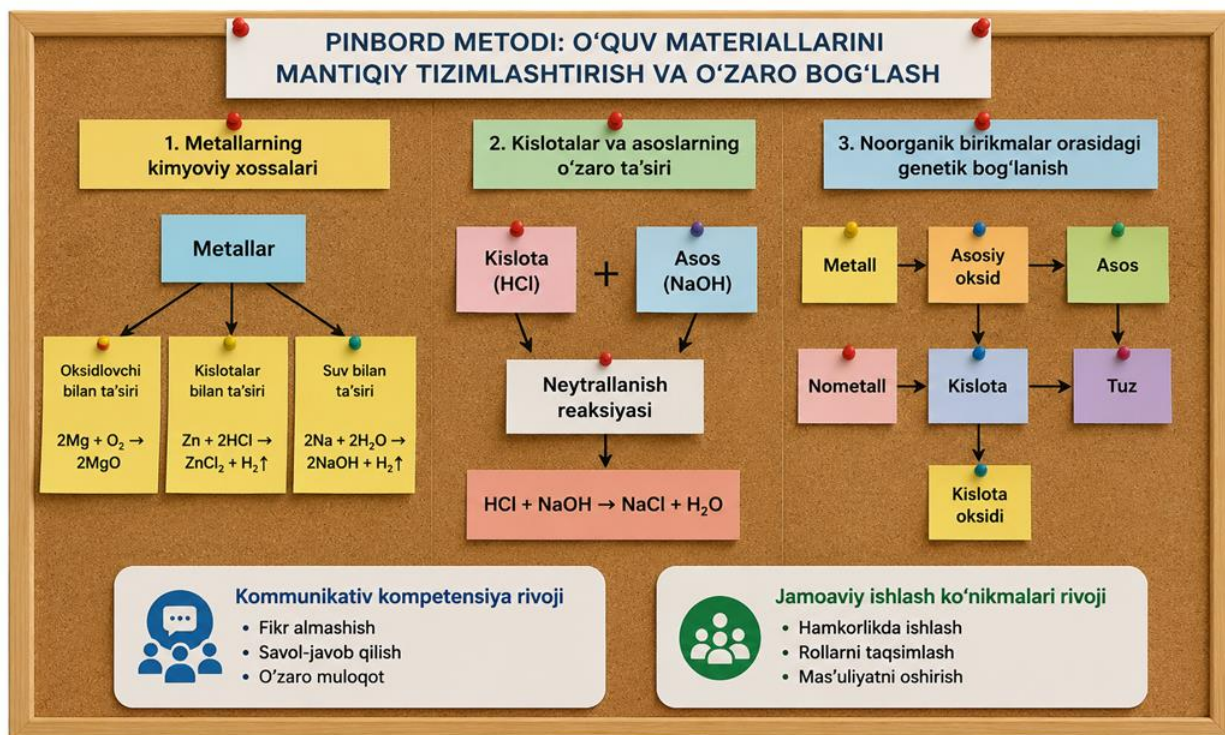
Ilmiy xulosa chiqarish va qaror qabul qilish kompetensiyasi rivojlanadi

Rasm 1. Muammoli savollar orqali analitik tafakkurni rivojlantirish

Masalan, talabalarga “Nima sababdan ayrim kationlar HCl ta'sirida cho'kmaga tushadi, ayrimlari esa eritmada qoladi?” yoki “H₂S o'rniga ekologik xavfsizroq reaktivlardan foydalanish mumkinmi?” kabi muammoli savollar berilishi analitik tafakkurni rivojlantirishga xizmat qiladi. Bunday topshiriqlar talabalarning nazariy bilimlarini amaliy vaziyatlar bilan bog'lash hamda mustaqil ilmiy xulosa chiqarish kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Noorganik kimyo amaliy mashg'ulotlarida pinbord metodidan foydalanish talabalar faolligini oshirish va o'quv materiallarini tizimlashtirishda muhim didaktik imkoniyatlarga ega. Ushbu metod asosida talabalar mavzuga oid tushunchalar, reaksiyalar, sxemalar va xulosalarni kartochkalar yoki jadval shaklida ifodalab, guruhli muhokama olib boradilar. Pinbord metodidan foydalanish ayniqsa moddalarning sinflanishi, kimyoviy xossalari, reaksiyalar orasidagi bog'lanishlar va genetik qatorlarni o'rganishda samarali hisoblanadi.

Masalan, “Metallarning kimyoviy xossalari”, “Kislotalar va asoslarning o'zaro ta'siri”, “Noorganik birikmalar orasidagi genetik bog'lanish” kabi mavzularda pinbord metodidan foydalanish talabalar tomonidan o'quv materiallarini mantiqiy tizimlashtirish va o'zaro bog'lash imkonini beradi. Shu bilan birga, metod talabalarning kommunikativ kompetensiyasi va jamoaviy ishlash ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi (2-rasm).



Rasm 2. Pinbord metodi yordamida o'quv materiallarini mantiqiy tizimlashtirish va talabalarning kompetensiyalarini rivojlantirish

Biroq pinbord metodidan barcha mavzularda bir xil samaradorlikda foydalanish mumkin emas. Ayniqsa, murakkab eksperimental tajribalar, aniq hisoblashlar yoki xavfli kimyoviy reaksiyalarni bajarishga oid mavzularda ushbu metodning imkoniyatlari cheklanadi. Bunday hollarda laboratoriya tajribasi, demonstratsion usullar yoki muammoli-amaliy mashg'ulotlardan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Demak, analitik kimyo ta'limida muammoli ta'lim metodidan hamda noorganik kimyo amaliy mashg'ulotlarida pinbord metodidan foydalanish talabalarning analitik fikrlashi, mustaqil ta'lim faoliyati va amaliy kompetensiyalarini rivojlantirishda muhim metodik vosita hisoblanadi.

Analitik kimyo ta'limida muammoli ta'lim metodidan foydalanish talabalarning mustaqil fikrlash, tahliliy yondashuv va ilmiy xulosa chiqarish kompetensiyalarini rivojlantirishda muhim pedagogik ahamiyatga ega. Ayniqsa, kationlarni klassifikatsiyalash va sistematik tahlil qilish mavzularini muammoli vaziyatlar asosida o'qitish talabalar tomonidan murakkab kimyoviy jarayonlarni chuqurroq anglash imkonini yaratadi. Shu bilan birga, vodorod sulfidli klassifikatsiyada zaharli moddalar bilan ishlash zarurati ekologik va laboratoriya xavfsizligi nuqtai nazaridan zamonaviy yondashuvlarni talab qiladi.

Noorganik kimyo amaliy mashg'ulotlarida pinbord metodidan foydalanish esa talabalar faolligini oshirish, o'quv materiallarini tizimlashtirish va guruhli muhokamalarni samarali tashkil etishda muhim didaktik imkoniyatlarga ega. Mazkur metod yordamida talabalar kimyoviy tushunchalar va reaksiyalar orasidagi bog'lanishlarni mantiqiy asosda tahlil qilish ko'nikmalarini rivojlantiradilar.

Biroq pinbord metodidan barcha mavzularda bir xil samaradorlikda foydalanish mumkin emasligi aniqlandi. Ayniqsa, murakkab eksperimental jarayonlar va hisoblashlarga oid mashg'ulotlarda boshqa pedagogik metodlar bilan integratsiyalashgan holda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Demak, analitik kimyo ta'limida muammoli ta'lim metodining, noorganik kimyo amaliy mashg'ulotlarida esa pinbord metodining ilmiy-metodik asosda qo'llanilishi ta'lim sifatini oshirish hamda talabalar kompetensiyalarini rivojlantirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

M.M. Xolmirzayev. Muammoli ta'lim texnologiyalarining kimyo fanini o'qitishda qo'llash // "Science and Education" Scientific Journal. Volume 5, Issue 12, 2024. ISSN 2181-0842. – B. 246-257.

G'.G. Alixonovna. Analitik kimyo fanini o'qitishda pedagogik texnologiyalarni qo'llash to'g'risida // "Ijtimoiy fanlarda innovatsiya onlayn ilmiy jurnali". Volume 2, Issue 3, 2022. – B. 50-53.

Cr (VI) IONLARINI OQOVA SUVLARDAN AJRATISHDA ION ALMASHINISH VA SORBSION TEXNOLOGIYALARNING SAMARADORLIGI

M.Y. Nurimbetova, A.X. Bekimmetova, N.M. Qutlimuratov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Abstract. This article analyzes modern methods for the removal of chromium (VI) ions from wastewater. Particular attention is paid to the high toxicity of chromium, especially the ecological and biological hazards associated with Cr(VI) ions. Conventional and sorption-based technologies used for the treatment of wastewater generated by bleaching, metallurgy, leather processing, paint manufacturing, and agricultural industries were comparatively evaluated. The environmental safety, economic efficiency, and regeneration potential of adsorption and ion-exchange methods were substantiated. In addition, the high sorption properties of polyvinyl chloride-based ion exchangers and mineral sorbents toward Cr(VI) ions were analyzed based on recent scientific literature.

Keywords: wastewater, chromium (VI), adsorption, ion exchange, sorbent, polyvinyl chloride, ion exchanger, heavy metals, sorption technology, environmental safety.

Bugungi kunda sanoatning jadal rivojlanishi natijasida suv resurslarining og'ir metallar bilan ifloslanishi global ekologik muammolardan biriga aylanmoqda. Ayniqsa, oqova suvlar tarkibidagi xrom ionlari atrof-muhit va tirik organizmlar uchun yuqori xavf tug'diradi. Xrom inson organizmida uglevod va lipid almashinuvida ishtirok etuvchi muhim mikroelementlardan biri bo'lsa-da, uning yuqori konsentratsiyalari toksik ta'sir ko'rsatadi. Xususan, olti valentli xrom – Cr(VI) eng xavfli shakllardan biri bo'lib, yuqori oksidlovchilik xususiyatiga ega va mutagen hamda kanserogen ta'sir ko'rsatadi. Suvli muhitda Cr(VI) asosan xromat (CrO_4^{2-}) va dixromat ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) ionlari shaklida uchraydi. Ushbu ionlar suvda yaxshi eruvchan bo'lgani sababli tabiiy suv havzalariga tez tarqaladi va bioakkumulyatsiya xususiyatiga ega bo'ladi. Xrom ionlarining oqova suvlarda to'planishining asosiy manbalari sanoat korxonalari hisoblanadi. Metallurgiya sanoatida metall yuzalarini korroziyadan himoya qilish va qoplama hosil qilish jarayonlarida xrom birikmalari keng qo'llaniladi. Galvanik qoplama sexlarida xrom elektrolitlari ishlatilishi natijasida katta miqdorda Cr(VI) tutgan oqova suvlar hosil bo'ladi [1]. Bundan tashqari, charmni qayta ishlash sanoatida terini dublyaj qilish jarayonida xrom tuzlari qo'llanilishi oqibatida chiqindi suvlar tarkibida xrom ionlari miqdori yuqori bo'ladi. Bo'yoq, pigment, keramika, shisha va to'qimachilik sanoatlarida ham xrom birikmalaridan foydalanilishi oqova suvlarning ifloslanishiga sabab bo'ladi. Ayrim hollarda qishloq xo'jaligida ishlatiladigan mineral o'g'itlar va pestitsidlar tarkibidagi xrom birikmalari ham tuproq orqali suv havzalariga tushadi.

Cr(VI) ionlarining ekologik xavfi shundaki, ular suv organizmlari uchun juda zaharli hisoblanadi va oziq zanjiri orqali inson organizmiga o'tishi mumkin. Cr(VI) hujayra membranalari orqali oson kirib, oksidlovchilik xususiyatini hosil qiladi hamda DNK tuzilishiga zarar yetkazadi[2]. Natijada turli onkologik, allergik va nafas olish tizimi kasalliklari rivojlanishi mumkin. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, ichimlik suvidagi xromning ruxsat etilgan maksimal miqdori 0,05 mg/l dan oshmasligi kerak. Shu sababli xrom ionlarini oqova suvlar tarkibidan samarali ajratib olish zamonaviy ekologiya uchun muhim vazifalaridan biri

hisoblanadi. Hozirgi vaqtda Cr(VI) ionlarini oqova suvdan ajratish uchun cho'ktirish, membranali filtratsiya, teskari osmos, elektrodializ, ion almashinish va adsorbsiya kabi texnologiyalar qo'llaniladi. Kimyoviy cho'ktirish usulida xrom ionlari gidroksid yoki boshqa erimaydigan birikmalar shaklida cho'ktirilib ajratiladi. Ushbu usul oddiy bo'lishiga qaramay, katta hajmda ikkilamchi chiqindi hosil qilishi bilan kamchilikka ega. Membranali usullar, jumladan nanofiltratsiya va teskari osmos yuqori samaradorlikka ega bo'lsa-da, energiya sarfi yuqoriligi va membranalarning tez ifloslanishi sababli iqtisodiy jihatdan qimmat hisoblanadi [3].

So'nggi yillarda adsorbsiya va ion almashinish usullari eng istiqbolli texnologiyalar sifatida qaralmoqda. Adsorbsiya jarayonida xrom ionlari sorbent yuzasiga fizik yoki kimyoviy bog'lanish orqali yutiladi. Bu usulning afzalligi texnologik jihatdan soddaligi, iqtisodiy samaradorligi va regeneratsiya imkoniyatining mavjudligidir. Adsorbent sifatida faollashtirilgan uglerod, seolitlar, bentonit, kaolin, silikagel va polimer asosidagi ionitlar keng qo'llaniladi. Ayniqsa, ion almashinuvchi qatronlar Cr(VI) ionlariga nisbatan yuqori selektivlikka ega bo'lishi bilan ajralib turadi.

Hozirgi vaqtda selektiv sorbsiya jarayonlarida kuchsiz va kuchli asosli anionitlar keng qo'llanilmoqda. Amberlite IRA-400, Dowex 1×8, Purolite A400, Lewatit MP-62 kabi sanoat ionitlari xromat va dixromat ionlarini samarali yutish xususiyatiga ega. Bundan tashqari, polivinilxlorid asosida modifikatsiyalangan ionitlar ham Cr(VI) ionlariga nisbatan yuqori sorbsion sig'im ko'rsatmoqda. Bunday ionitlarning afzalligi ularning kimyoviy va termik barqarorligi, qayta regeneratsiyalanishi hamda uzoq muddat foydalanish imkoniyatidir [4]. Cr(VI) ionlarining sorbsiyasi muhit pH qiymatiga kuchli bog'liq bo'ladi. Kislotali muhitda, ayniqsa pH 2–6 oralig'ida xromat ionlarining sorbsiyasi yuqori bo'lishi kuzatiladi. Buning sababi protonlangan ionit funksional guruhlari bilan Cr(VI) anionlari orasida elektrostatik tortishish kuchlarining ortishidir. Ishqoriy muhitda esa OH⁻ ionlari bilan raqobat kuchaygani sababli sorbsiya samaradorligi kamayadi. Shu bois selektiv sorbsiya jarayonlarida optimal muhit tanlash muhim ahamiyatga ega. Mineral sorbentlar ham xrom ionlarini ajratishda istiqbolli materiallar hisoblanadi. Zeolit, bentonit, montmorillonit va silikat asosidagi sorbentlar arzonligi, tabiiyligi va ekologik xavfsizligi bilan ajralib turadi. Mahalliy xomashyolar asosida yangi sorbentlar yaratish iqtisodiy jihatdan samarali bo'lishi bilan birga ekologik muammolarni kamaytirishga xizmat qiladi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda nanozarrachalar bilan modifikatsiyalangan polimerlar va kompozit sorbentlarning Cr(VI) ionlarini ajratishdagi yuqori samaradorligi o'rganilmoqda.

Xulosa qilib aytganda, oqova suvlar tarkibidagi Cr(VI) ionlarini ajratib olishda adsorbsiya va ion almashinish texnologiyalari eng samarali va istiqbolli usullardan biri hisoblanadi. Yuqori selektivlikka ega ionitlar va mineral sorbentlar yaratish suvlarni chuqur tozalash imkonini beradi. Ayniqsa, polimer va mineral asosidagi yangi avlod sorbentlarini ishlab chiqish ekologik xavfsiz, iqtisodiy samarali hamda regeneratsiyalanadigan texnologiyalar yaratishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Wang G. et al. Cr(VI) adsorption by montmorillonite nanocomposites // *Applied Clay Science*. – 2016. – Vol.124. – P.111–118.
2. Kumar A., Jena H.M. Adsorption of Cr(VI) from aqueous solution by activated carbon // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. – 2017. – Vol.5(2). – P.2032–2041.
3. Jang E.H. et al. Hexavalent chromium adsorption using functionalized silica nanoparticles // *Scientific Reports*. – 2020. – Vol.10. – P.1–19.
4. Bekchanov D. et al. Polyvinylchloride-based anion exchanger for efficient removal of chromium (VI) // *Polymer Advanced Technologies*. – 2021. – P.1–10.

KIMYO TA'LIMIDA INTEGRATSION YONDASHUVNING SAMARADORLIGI*Ro'zmetova Sevara Oktamboyevna¹**¹Urganch davlat pedagogika instituti, Xorazm viloyati, O'zbekiston**rozmetovasevara15@gmail.uz*

Abstract: This article analyzes the effectiveness of an integrative approach in chemistry education. The interdisciplinary teaching of the topic "Solutions" through biology, physics, ecology, and mathematics helps students develop practical skills, scientific thinking, and a deeper understanding of chemistry in everyday life.

Key words: chemistry education, integration, solutions, interdisciplinary approach, competence.

Hozirgi kunda ta'lim tizimida fanlararo integratsiya asosida o'qitish zamonaviy pedagogikaning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, tabiiy fanlarni o'zaro bog'liqlik asosida o'qitish o'quvchilarda ilmiy dunyoqarashni shakllantirish, nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lash hamda fanlarga oid kompetensiyalarni rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Maktab ta'limida boshlang'ich va quyi sinflarda tabiiy fanlarni integratsiyalashgan holda o'qitishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Biroq 7-sinfdan boshlab fanlarning alohida o'qitilishi natijasida integratsion yondashuvdan asta-sekin chetlashilmoqda.

Natijada o'quvchilarda fanlararo bog'liqlikni tushunish, bilimlarni bir butun tizim sifatida qabul qilish hamda amaliy ko'nikma va malakalarni shakllantirish jarayonida qiyinchiliklar yuzaga kelmoqda. Ayniqsa, kimyo fanini o'qitishda ayrim mavzularning faqat nazariy yoki standart masalalar bilan cheklanib qolishi o'quvchilarning mavzuni chuqur anglashiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda [1].

Masalan, eritmalar mavzusini o'qitishda ko'pincha eritma tayyorlash yoki konsentratsiyaga oid masalalar yechish bilan chegaralaniladi. Biroq ushbu mavzuni biologiya, fizika, ekologiya va kundalik turmush bilan integratsiyalab o'qitish imkoniyatlari yetarlicha yoritilmaydi. Vaholanki, eritmalar inson organizmidagi biologik jarayonlar, suv tarkibi, dorivor moddalar, oziq-ovqat mahsulotlari hamda ekologik muammolar bilan bevosita bog'liqdir. Shu sababli kimyo ta'limida integratsion yondashuvdan foydalanish o'quvchilarning mavzularni hayotiy misollar asosida tushunishiga, mustaqil fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirishga hamda bilimlarning amaliy ahamiyatini anglashiga xizmat qiladi [2].

Kimyo ta'limida integratsion yondashuvdan foydalanish o'quvchilarning fanlarga bo'lgan qiziqishini oshirish hamda bilimlarni yaxlit holda o'zlashtirishida muhim ahamiyatga ega. Integratsiya asosida tashkil etilgan darslarda kimyo fanining biologiya, fizika, geografiya, ekologiya va matematika fanlari bilan bog'liqligi ochib beriladi. Bu esa o'quvchilarda nazariy bilimlarni real hayot bilan bog'lash ko'nikmalarini shakllantiradi.

Maktab kimyo kursida eritmalar mavzusi integratsion yondashuv asosida o'qitish uchun qulay mavzulardan biri hisoblanadi. Amaliyotda ushbu mavzu ko'pincha eritma tayyorlash, massa ulushi va konsentratsiyaga oid masalalar yechish bilan chegaralanib qolmoqda. Natijada o'quvchilar mavzuning kundalik hayot va boshqa fanlar bilan bog'liqligini yetarli darajada anglay olmaydilar.

Eritmalar mavzusini biologiya bilan integratsiyalash orqali inson organizmidagi qon, limfa va hujayra suyuqliklari tarkibi tushuntiriladi. Tibbiyotda ishlatiladigan fiziologik eritmalar, dorivor preparatlar hamda organizmda suv-tuz muvozanati haqidagi bilimlar o'quvchilarda mavzuga nisbatan amaliy qiziqish uyg'otadi. Fizika fani bilan integratsiyada esa moddalarning erishi, diffuziya hodisasi, haroratning eruvchanlikka ta'siri kabi jarayonlar izohlanadi (1-rasm).



1-rasm. Eritmalar mavzusini biologiya va fizika fanlari bilan integratsiyalab o'qitish modeli

Ekologiya bilan bog'lash orqali suvning ifloslanishi, ichimlik suvi tarkibi, mineral suvlar va sanoat chiqindilarining eritmalar hosil qilishi haqida tushunchalar beriladi. Bu esa o'quvchilarda ekologik madaniyat va tabiatga mas'uliyatli munosabatni shakllantirishga xizmat qiladi. Matematika bilan integratsiya asosida esa foiz, massa ulushi, molyar konsentratsiya va amaliy hisob-kitoblar bajariladi.

Integratsion yondashuv asosida o'qitilgan darslarda o'quvchilar faqat formulalarni yodlab qolmay, balki bilimlarni turli fanlar va kundalik hayot bilan bog'lay boshlaydilar. Masalan, osh tuzi, ichimlik sodasi, shakar eritmaları yoki sirka kislotasi asosida oddiy tajribalar tashkil etilishi mavzuning amaliy ahamiyatini oshiradi. Shu bilan birga, bunday darslar o'quvchilarning mustaqil fikrlash, muammoni tahlil qilish va amaliy xulosa chiqarish kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Zamonaviy ta'limda integratsion yondashuvni qo'llash kelajakda raqobatbardosh, ekologik tafakkurga ega va fanlararo bilimlarni amaliyotda qo'llay oladigan yoshlarni tarbiyalashda muhim omil hisoblanadi.

Kimyo ta'limida integratsion yondashuvdan foydalanish o'quvchilarning nazariy bilimlarini mustahkamlash va ularni amaliyot bilan bog'lashda samarali metodlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, eritmalar mavzusini biologiya, fizika, ekologiya va matematika fanlari bilan bog'lab o'qitish o'quvchilarda mavzuni chuqurroq tushunish hamda bilimlarni kompleks tarzda qabul qilish imkonini beradi.

Integratsion darslar o'quvchilarning mustaqil fikrlash, tahlil qilish, kuzatish va amaliy xulosa chiqarish kompetensiyalarini rivojlantiradi. Shu bilan birga, fanlararo bog'liqlikni anglash orqali o'quvchilarda kimyo fanining kundalik hayotdagi ahamiyati haqida aniq tasavvur shakllanadi.

Shunday qilib, kimyo fanini integratsiya asosida o'qitish ta'lim samaradorligini oshirish, o'quvchilarda bilim, ko'nikma va malakalarni shakllantirish hamda zamonaviy kompetensiyalarga ega yoshlarni tarbiyalashda muhim pedagogik ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

X. Berdiboyev, R. Eshchanov, V. Masharipov, Z. Ataullayev. Maktabda kimyoni fizika fani bilan uyg'unlashtirilgan holda o'qitishning ahamiyati // "Journal Of Science-Innovative Research In Uzbekistan" Jurnal Volume 2, Issue 5, 2024. May ResearchBib Impact Factor: 8.654/2023, ISSN 2992-8869 P. 201-207.

R. Eshchanov, V. Masharipov, Z. Ataullayev. Barqaror taraqqiyot tushunchalari vositasida kimyo fanlarini o'qitishni xalqaro baholash tizimiga moslashtirish // "Urganch davlat pedagogika instituti axborotnomasi" ilmiy-nazariy va metodik jurnal. Dekabr №1-son 2024-yil 172-177-betlar.

VARIATIV O'QUV REJASINING TA'LIM TIZIMI RIVOJLANISHIDAGI O'RNI.

Zokirov Sardor Orif o'g'li

9-ixtisoslashtirilgan umumta'lim maktabining kimyo fani o'qituvchisi

sardor6644@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tezisda tibbiyot yo'nalishlariga yetarli darajada tayyor abituriyentlar yetkazib berish muammosi va uning yechimi sifatida "Salohiyat maktabi" modeli tahlil qilinadi. Ushbu model biologiya va kimyo fanlarini chuqurlashtirib o'qitish, amaliy tafakkurni rivojlantirish hamda abituriyentga yo'naltirilgan tizim orqali yuqori natijadorlikni ta'minlaydi. Statistik ma'lumotlar va xalqaro olimpiada yutuqlari model samaradorligini tasdiqlaydi.

Bugungi kunda O'zbekiston ta'lim tizimida eng dolzarb muammolardan biri – oliy ta'lim muassasalariga, xususan tibbiyot yo'nalishlariga yuqori darajada tayyorlangan o'quvchilarni yetkazib berish masalasidir. An'anaviy umumta'lim maktablarida biologiya, kimyo va boshqa tabiiy fanlar ko'pincha umumiy darajada o'qitilib, chuqurlashtirilgan va amaliy yo'naltirilgan tayyorgarlik yetarli darajada yo'lga qo'yilmagan. Natijada, tibbiyot yo'nalishlariga kirish ko'rsatkichlari nisbatan past bo'lib qolmoqda. Natijalarni yaxshilash maqsadida prezidentimiz tomonidan 2019-yil 29-apreldagi PF-5712-son farmoni va 2020-yil 23-sentabrdagi "Ta'lim to'g'risidagi" qonunning yangi tahririda variativ sinflarni tashkil qilish amaliyoti yo'lga qo'yildi.

Farmon va qonunning ijrosini ta'minlash maqsadida, "Salohiyat maktabi" modeli ta'lim tizimida mutlaqo yangi yondashuvni joriy etadi. Ushbu maktab tibbiyotga ixtisoslashgan ta'lim modeli asosida faoliyat yuritib, o'quvchilarni erta bosqichdan boshlab aynan biologiya, kimyo va mantiqiy fikrlash yo'nalishlarida chuqur tayyorlashga qaratilgan.

Salohiyat maktabining an'anaviy maktablardan asosiy farqlari quyidagilardan iborat:

1. **Fanlarning chuqurlashtirilgan o'qitilishi.** Biologiya va kimyo asosiy profil fanlar sifatida kengaytirilgan dastur asosida o'qitiladi.
2. **Amaliy va klinik tafakkurni shakllantirish.** O'quvchilar test yechish bilan birga, tibbiy mantiq va analitik fikrlashga o'rgatiladi.
3. **Abituriyentga yo'naltirilgan tizim.** Darslar DTM/imtihon formatiga maksimal moslashtirilgan.
4. **Doimiy diagnostika va monitoring.** Har bir o'quvchining natijasi individual ravishda kuzatilib boriladi va ota onasiga bu haqida haftalik hisobot berib boriladi.

Mazkur yondashuv natijasida Salohiyat maktabi bitiruvchilarining oliy ta'lim muassasalariga, ayniqsa tibbiyot institutlariga kirish ko'rsatkichi 90% dan yuqori darajani tashkil etmoqda. Bu esa an'anaviy maktablarga nisbatan sezilarli ustunlikni ko'rsatadi va mazkur modelning yuqori samaradorligini ilmiy asoslash imkonini beradi.

Shuningdek, siz taqdim etgan materialdagi infografik ma'lumotlarda ham ta'lim sifatining umumiy o'sishi kuzatilgani ko'rsatilgan bo'lib, bu kabi ixtisoslashgan maktablar ta'lim tizimi rivojida muhim omil bo'lib xizmat qilayotganini tasdiqlaydi.

Xususan o'tgan 2024-2025 va 2025-2026 o'quv yilida milliy sertifikat imtixonlarida quyidagi natijalarga erishildi.

1-jadval.

Salohiyat maktabi 11-sinf o'quvchilarining o'quv yillar kesimida milliy sertifikat imtixonlarida to'plagan natijalari.

Yil	A+	A	B+	B
2024-2025	25	33	48	40
2025-2026 (aprel)	48	61	121	103

Mazkur jadval ma'lumotlariga asoslanib shuni ko'rish mumkinki, Salohiyat maktabi o'quvchilarining milliy sertifikat natijalari 2025–2026 o'quv yilida 2024–2025 yilga nisbatan sezilarli darajada oshgan. Xususan, A+ darajadagi natijalar 25 tadan 48 taga, A darajadagi ko'rsatkichlar 33 tadan 61 taga yetgan. Bu esa yuqori akademik natijalarga erishayotgan o'quvchilar soni ortib borayotganini ko'rsatadi.

Shuningdek, B+ va B darajalarida ham ijobiy o'sish kuzatilgan (mos ravishda 48 dan 121 ga va 40 dan 103 ga). Bu holat nafaqat kuchli o'quvchilar, balki o'rtacha darajadagi o'quvchilar ham sezilarli rivojlanayotganini anglatadi.

Yuqoridagi natijalarga qo'shimcha ravishda, biologiya fanidan o'quvchilarimiz *Butunjahon xalqaro olimpiadasida* yuqori natijalarga erishib, oltin va bronza medallarni qo'lga kiritdilar. Shuningdek, kimyo fanidan nufuzli xalqaro *Mendeleev International Chemistry Olympiad* doirasida kumush medal sohibi bo'lishga muvaffaq bo'ldi.

Umuman olganda, mazkur natijalar Salohiyat maktabida ta'lim sifati tizimli ravishda oshib borayotganini, o'quv jarayonining samarali tashkil etilgani va innovatsion yondashuvlar natija berayotganini tasdiqlaydi. Bu kabi ijobiy dinamikalar ushbu ta'lim modelining istiqbolda yanada kengaytirilishi zarurligini ko'rsatadi.

KIMYO FANIDAN MAKTAB O'QUVCHILARINING ILMIY-TADQIQOT FAOLIYATINI TASHKIL ETISH (8 SINF MISOLIDA)

Sh. Pirmetova

Annotation. This thesis highlights the methodological foundations of organizing research activities in chemistry for 8th-grade students. The study examines age-specific characteristics of students, ways to increase interest in chemistry, and the development of research skills. Through laboratory experiments, project work, and mini-research projects, students' abilities in independent thinking, observation, analysis, and drawing conclusions are developed.

Keywords. research activity, chemistry education, 8th grade, laboratory experiments

Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilarning ilmiy-tadqiqot faoliyatini tashkil etish muhim ahamiyat kasb etadi. Kimyo fani, ayniqsa, 8-sinfda o'rganila boshlanganligi sababli, o'quvchilarda fan asoslarini shakllantirish bilan birga ularning tadqiqotchilik qobiliyatlarini rivojlantirish dolzarb vazifa hisoblanadi. 8-sinf o'quvchilari 14-15 yoshli o'smirlar bo'lib, ularda mantiqiy fikrlash, sabab-oqibat bog'lanishlarini tushunish va mustaqil xulosa chiqarish qobiliyatlari faol rivojlanadi. Shu sababli, ushbu yosh davri ilmiy-tadqiqot faoliyatini boshlash uchun eng qulay davrdir.

Ushbu tezisning maqsadi – 8-sinf o'quvchilarining kimyo fanidan ilmiy-tadqiqot faoliyatini tashkil etishning samarali usul va shakllarini ishlab chiqish hamda ularning ta'lim sifatiga ta'sirini baholashdan iborat. Tadqiqotning vazifalari quyidagilardan iborat: o'quvchilarning yosh va psixologik xususiyatlarini o'rganish; ilmiy-tadqiqot faoliyatining turlari va shakllarini aniqlash; metodik tavsiyalar ishlab chiqish; eksperimental sinovdan o'tkazish.

Tadqiqotda bir qator ilmiy metodlardan foydalanildi. Nazariy metodlar sifatida pedagogik va psixologik adabiyotlarni tahlil qilish, o'quv dasturlari va davlat ta'lim standartlarini o'rganish amalga oshirildi. Amaliy metodlar qatoriga pedagogik kuzatuv, so'rovnoma, test sinovlari,

pedagogik eksperiment (aniqlovchi, shakllantiruvchi va nazorat bosqichlari) va statistik ma'lumotlarni qayta ishlash kiritilgan.

Tadqiqot ishi 2024-2025 o'quv yilida Toshkent shahridagi 47-maktab va Samarqand viloyatidagi 12-maktab negizida olib borildi. Tajriba guruhiga 36 nafar (2 ta sinf), nazorat guruhiga esa 34 nafar (2 ta sinf) 8-sinf o'quvchilari jalb qilindi. Tajriba guruhida maxsus ishlab chiqilgan "Kimyo fanidan kichik tadqiqotlar" dasturi asosida mashg'ulotlar tashkil etildi. Mazkur dastur quyidagi bosqichlarni o'z ichiga olgan: 1) tayyorgarlik bosqichi (nazariy bilimlar va xavfsizlik qoidalari); 2) kuzatish va gipoteza ilgari surish; 3) tajribani rejalashtirish va o'tkazish; 4) natijalarni qayd etish va tahlil qilish; 5) xulosa chiqarish va taqdimot qilish.

8-sinf kimyo dasturining "Moddalarning fizik va kimyoviy hodisalari", "Eritmalar", "Kislota, asos va tuzlar", "Indikatorlar" kabi mavzulariga mos ravishda quyidagi tadqiqot ishlari tavsiya etildi: "Uy sharoitida indikatorlar tayyorlash", "Turli suvlarning qattiqligini aniqlash", "Metallarning korroziyasi va uni oldini olish yo'llari", "Ovqat tarkibidagi kislotalarni aniqlash" kabi loyihalar.

Pedagogik eksperiment natijalariga ko'ra, tajriba guruhidagi o'quvchilarning kimyo faniga qiziqishi sezilarli darajada oshdi. Dastlabki so'rovnoma tajriba guruhidagi o'quvchilarning atigi 41.7% i (15 nafar) kimyoga qiziqishini bildirgan bo'lsa, eksperiment yakunida bu ko'rsatkich 80.6% ga (29 nafar) yetdi. Nazorat guruhida esa qiziqish 38.2% dan 47.1% gacha oshdi. O'quvchilarning bilim darajasini baholash natijalariga ko'ra, tajriba guruhida o'rtacha ball 62.5 ball dan 84.3 ballga ko'tarildi (o'sish 21.8 ball). Nazorat guruhida esa 61.8 ball dan 70.2 ballga oshdi (o'sish 8.4 ball). Tadqiqotchilik ko'nikmalarini baholash mezonlari bo'yicha (kuzatish, gipoteza ilgari surish, tajriba o'tkazish, tahlil qilish, xulosa chiqarish) tajriba guruhidagi o'quvchilarning 74.8% i yuqori va o'rta darajani ko'rsatgan bo'lsa, nazorat guruhida bu ko'rsatkich 38.2% ni tashkil etdi. Bundan tashqari, tajriba guruhidagi o'quvchilarning 83.3% i (30 nafar) o'z tadqiqot natijalarini sinf oldida taqdimot qila oldi, 58.3% i (21 nafar) esa maktab ilmiy-amaliy konferensiyasida ishtirok etdi. Nazorat guruhida esa atigi 14.7% o'quvchilarning ishi konferensiyaga tavsiya etildi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, ilmiy-tadqiqot faoliyatini tashkil etish 8-sinf o'quvchilarining kimyo fanini o'zlashtirish darajasiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Buning asosiy sabablari quyidagilardan iborat: Birinchidan, o'quvchilarning o'z kuzatishlari va tajribalari asosida bilim olishlari materialni chuqurroq va mustahkamroq o'zlashtirishlariga olib keladi. "Eshitib unutan, ko'rib eslayman, bajarib o'rganaman" tamoyili bu yerda to'liq isbotlandi. Ikkinchidan, 8-sinf o'quvchilarining yosh xususiyatlariga mos ravishda mustaqillik, kashfiyot qilish, yangilik yaratishga intilish kabi xususiyatlari tadqiqot faoliyatida to'liq ro'yobga chiqadi. Bu esa o'quvchilarning motivatsiyasini sezilarli darajada oshiradi. Uchinchidan, ilmiy-tadqiqot faoliyati o'quvchilarda nafaqat kimyo fani bo'yicha, balki umumiy o'quv ko'nikmalari (ma'lumotlarni tahlil qilish, muammoni aniqlash, yechim topish, natijalarni taqdim etish) rivojlanishiga ham xizmat qiladi. Shu bilan birga, ayrim qiyinchiliklar ham mavjud: maktab laboratoriyalarining moddiy-texnik bazasining yetarli emasligi, sinflarning ko'pchiligi (35-40 o'quvchi) tufayli individual yondashuvning qiyinligi va dars vaqtining cheklanganligi. Ushbu muammolarni hal qilish uchun uy sharoitida bajariladigan xavfsiz tajribalarni ishlab chiqish, guruhli tadqiqot ishlarini tashkil etish va sinfdan tashqari mashg'ulotlardan foydalanish tavsiya etiladi.

Xulosa qilib aytganda, 8-sinf o'quvchilarining kimyo fanidan ilmiy-tadqiqot faoliyatini tashkil etish ularning fanga qiziqishini oshirish, bilim sifatini yaxshilash va tadqiqotchilik ko'nikmalarini rivojlantirishning samarali usuli hisoblanadi. Eksperimental ish natijalari tajriba guruhida bilim sifati 21.8 ballga, qiziqish esa 38.9% ga oshganini ko'rsatdi.

Quyidagi tavsiyalar ishlab chiqildi: 1) 8-sinf kimyo darslarida "Kichik tadqiqotchi" modulini joriy etish; 2) mavzularga mos kichik tadqiqot ishlari ro'yxatini tuzish; 3) o'quvchilarning tadqiqot ishlarini baholashning maxsus mezonlarini ishlab chiqish; 4) maktab

kimyo laboratoriyalarini zamonaviy jihozlar bilan ta'minlash; 5) o'qituvchilarning malakasini oshirish kurslarida ilmiy-tadqiqot faoliyatini tashkil etish metodikasini kiritish.

Ushbu tezisda keltirilgan metodik tavsiyalar umumta'lim maktablarining 8-sinf kimyo o'qituvchilari uchun amaliy ahamiyatga ega bo'lib, o'quv jarayonida bevosita qo'llanilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

Shertayeva, N., Shagraeva, B., Zhorabekova, A., Amirbekova, E., Kossauova, A., & Shertayev, Y. (2026). Methods of utilizing visualization and VR/AR technologies in the development of chemistry projects for 8th-grade students. *Journal of Technology and Science Education*, 16(1), 233–247.

Организация исследовательской деятельности учащихся в рамках предмета «Химия». 8-й класс. (2011). *Первое сентября*. <https://urok.1sept.ru/publication/92463>

MAKTAB O'QUVCHILARINING KREATIVLIGINI MASALALAR YECHISH ORQALI SHAKLLANTIRISH

¹Ochilova S.M., ^{1,2}Ablakulov L.Q

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Toshkent viloyati O'zbekiston

EMU University

ochilovasoxibaxon@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada o'rta ta'lim maktablarida o'quvchilarning kreativligini masalalar yechish orqali shakllantirish asosida dars tashkil etish masalasi yoritilgan. Shuningdek, kreativlikni oshiruvchi darslarni samarali tashkil etishda e'tibor qaratilishi lozim bo'lgan pedagogik yondashuvlar, metod va usullar ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: Ta'lim tizimi, intellektual rivojlanish, masalalar yechish, innovatsion masalalar, pedagogik yondashuv, yadro reaksiyalari.

Bugungi kunda jahon miqyosida ta'lim tizimiga qo'yilayotgan asosiy talablardan biri - o'quvchilarda mustaqil fikrlash, muammolarni hal eta olish, yangicha yondashuv va kreativ tafakkurni shakllantirishdan iborat [1]. Kreativlik - bu shaxsning mavjud bilim va tajribalar asosida yangicha g'oya va yechimlar yaratish qobiliyatidir. Maktab yoshidagi o'quvchilarda kreativ fikrlashni shakllantirish ularning intellektual rivojlanishi, mustaqil qaror qabul qilish ko'nikmalarining takomillashuvi hamda kelajakdagi kasbiy faoliyatiga tayyorgarligi uchun muhim ahamiyatga ega[2]. 1993-yildan buyon oliy o'quv yurtlariga kirish imtihonlarini test usulida o'tkazilmoqda va bu jarayon yildan yilga takomillashib bormoqda. Oliy o'quv yurtlariga qabul qilish uchun tuzilgan test savollari tobora mukamallashmoqda[3].

1-masala; $^{252}_{Z}E + x\ ^4_2\alpha \rightarrow\ ^A_{Fm} + 2\ ^0_{+1}\beta + 6\ ^1_0n$ ushbu yadro reaksiyasidan E va Fm o'zaro izoton bo'lsa, E tarkibidagi zarrachalarning necha % ni neytronlar tashkil qiladi.

Yechish:

✓ 1-usul :

E va Fm o'zaro izoton bo'lgani uchun, ya'ni neytronlar soni teng bo'lgani uchun quyidagi munosabat o'rinli bo'ladi:

$$252-Z=A-100 \quad (1)$$

Reaksiyaning chap va o'ng tomonlarida yadro zaryadlari teng bo'lishi kerakligi shartiga asoslanib quyidagi tenglamani yozamiz:

$$Z+2x=100+2 \quad (2)$$

Bundan:

$$Z=102-2x \quad (3)$$

Z ning qiymatini 1-munosabatga qo'yib quyidagini olamiz:

$$A=246+4x \quad (4)$$

Topilgan noaniqliklarni 1-munosabatga qo'yib x ni topamiz:

$$252-(102+2x)=(246+4x)-100$$

$$252-102+2x=246+4x-100$$

$$150+2x=146+4x$$

$$x=2$$

x ning qiymatidan va 3-munosabatdan foydalanib Z ni topamiz: $Z=98$

Demak, E ning yadro zaryadi (protonlar soni) 98 ga teng. Neytronlar va elektronlar soni esa mos ravishda 154 va 98 ga teng bo'lib chiqadi. Bundan foydalanib neytronlar E tarkibidagi zarrachalarning necha % ni neytronlar tashkil qilishi topiladi:

Javob : 44 %

✓ 2-usul :

$$n(\%) = \frac{154}{350} \cdot 100 = 44 \%$$



1. Quyida berilgan masalada o'ng tomondagi va chap tomondagi elementlarning neytronlar soni teng deb aytilgan, shu ma'lumotdan foydalangan holatda oddiy tenglama tuzib olamiz va ishlaymiz :

$$a + 2x = a + (-2) + 6$$

$$2x = 6 - 2$$

$$2x = 4$$

$$x = 2$$

2. Topib olgan no'malum hadimizni joyiga olib borib qo'yamiz va bizdan so'ralgan miqdorni topamiz :

$$Z + 2 \cdot 2 = 100 + 2 + 0$$

$$Z = 102 - 4$$

$$Z = 98$$

3. Noma'lum element uchun barcha birliklarni topdik, endi masalaning aniq javobini chiqaramiz :

$${}^{252}_{Z}\text{E} \rightarrow {}^{252}_{98}\text{E} \rightarrow \text{umumiy zarrachalar} = 252 + 98 = 350 \rightarrow n = 154$$

$$\% (n) = \frac{154}{350} \cdot 100 \% = 44 \%$$

Javob : 44 %

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, masalalar yechish metodini ta'lim jarayonida keng qo'llash maktab o'quvchilarining kreativ fikrlashini rivojlantirishda samarali hisoblanadi. Shu bilan birga, pedagoglar masalalarni ijodiy yondashuv bilan tanlash, ularni yechish jarayonida qo'llab-quvvatlash va o'quvchilarning mustaqil ish faoliyatini rag'batlantirishga alohida e'tibor berishlari lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

B.B.Sodiqov. Kimyo o'qitish metodikasi fanini o'qitishda pisa dan foydalanish va pisa xalqaro dasturi orqali baholash. Maqola. pedagogik mahorat jurnali (BuxDU) 2024. Bet 152-157b
K. D. Ushinskiy, Insonni tarbiyalash, Moskva, 2011.

Petrucchi, et al. General Chemistry: Principles & Modern Applications. 9thed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson/Prentice Hall, 2007.

KIMYO O'QITUVCHILARIDA O'Z-O'ZINI RIVOJLANTIRISH KOMPETENSIYASINI SHAKLLANTIRISHNING PEDAGOGIK ASOSLARI

Jo'rayev Xusniddin Maxammadaliyevich

Farg'ona davlat universiteti kimyo kafedrasi kata o'qituvchisi

O'rinova Dilobarxon

Alijonova Gulzoda

Farg'ona davlat universiteti kimyo yo'nalishi talabalari

juraevhusniddin410@gmail.com

Abstract: This article analyzes the pedagogical foundations for developing self-development competence in chemistry teachers. In the modern education system, a teacher's professional growth, ability for independent learning, and readiness for innovative activity are considered important factors. During the research, the effectiveness of the competency-based approach, learner-centered education, reflective activity, and experience-based teaching was substantiated.

Keywords: competence, self-development, reflection, innovative activity, methodology.

Bugungi globallashuv va axborotlashuv jarayonlari ta'lim tizimiga qo'yilayotgan talablarni tubdan o'zgartirmoqda. Zamonaviy jamiyatda o'qituvchidan nafaqat chuqur nazariy bilimga ega bo'lish, balki o'quvchilarda mustaqil fikrlash, ijodiy yondashuv hamda innovatsion faoliyat ko'nikmalarini shakllantira olish ham talab etilmoqda. Ayniqsa, tabiiy fanlar tizimida muhim o'rin tutuvchi kimyo fanini o'qitishda pedagogning kasbiy mahorati, ilmiy yangiliklarni amaliyotga tatbiq eta olish qobiliyati va doimiy ravishda o'z ustida ishlashi katta ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi davrda ta'lim sifati ko'p jihatdan o'qituvchining o'z-o'zini rivojlantirish darajasi bilan belgilanadi. Chunki pedagog o'z bilim va ko'nikmalarini muntazam ravishda yangilab bormasa, zamonaviy ta'lim talablariga mos ravishda faoliyat yurita olmaydi. Shu sababli kimyo o'qituvchilarida o'z-o'zini rivojlantirish kompetensiyasini shakllantirish dolzarb pedagogik muammolardan biri hisoblanadi (Nishonov - 2022).

O'z-o'zini rivojlantirish kompetensiyasi o'qituvchining o'z kasbiy faoliyatini tahlil qila olish, mavjud muammolarni aniqlash, ularni bartaraf etish yo'llarini izlash, yangi bilimlarni mustaqil egallash hamda ilg'or pedagogik texnologiyalarni amaliyotga joriy eta olish qobiliyatlarini o'z ichiga oladi. Mazkur kompetensiya pedagogning kasbiy barqarorligi, raqobatbardoshligi va pedagogik faoliyat samaradorligini oshirishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

Shuningdek, kimyo fanining o'ziga xos xususiyatlari — laboratoriya mashg'ulotlari, tajribalar, kimyoviy jarayonlarni tahlil qilish hamda ilmiy izlanishlarga asoslanganligi sababli o'qituvchidan yuqori darajadagi kasbiy tayyorgarlikni talab etadi. Bu esa pedagogning o'z ustida muntazam ishlashi, ilmiy yangiliklarni kuzatib borishi va o'z faoliyatini doimiy takomillashtirib borishini zaruriyatga aylantiradi (Mamajonov va Odilxo'jazoda – 2021.).

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi kimyo o'qituvchilarida o'z-o'zini rivojlantirish kompetensiyasini shakllantirishning pedagogik asoslarini ilmiy jihatdan tahlil qilish, ushbu jarayonning samarali usul va vositalarini aniqlash hamda amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iboratdir (Odilxo'jazoda - 2022).

Tadqiqot jarayonida pedagogika fanida keng qo'llaniladigan nazariy va amaliy metodlardan foydalanildi. Tadqiqotning ilmiy asoslanganligini ta'minlash maqsadida bir nechta metodlarning o'zaro uyg'unlashgan holda qo'llanishiga alohida e'tibor qaratildi.

Pedagogik kuzatuv metodi:

Mazkur metod orqali kimyo o'qituvchilarining kasbiy faoliyati, dars jarayonidagi yondashuvlari, o'quvchilar bilan ishlash usullari hamda o'z ustida ishlashga bo'lgan munosabati kuzatildi. Kuzatuv natijasida o'qituvchilarning o'z-o'zini rivojlantirish kompetensiyasiga oid mavjud holati tahlil qilindi.

So'rovnoma va suhbat metodlari:

O'qituvchilarning kasbiy ehtiyojlari, motivatsiyasi, o'z-o'zini rivojlantirishga bo'lgan qiziqishi hamda duch kelayotgan muammolarini aniqlash maqsadida so'rovnoma va individual suhbatlar o'tkazildi. Mazkur metodlar orqali pedagoglarning fikr-mulohazalari, amaliy tajribasi va kasbiy qarashlari o'rganildi.

Tajriba-sinov ishlari:

Tadqiqot davomida malaka oshirish kurslarida ishtirok etayotgan kimyo o'qituvchilari bilan tajriba-sinov ishlari olib borildi. Ushbu jarayonda reflektiv faoliyat, innovatsion pedagogik texnologiyalar va amaliy mashg'ulotlarga asoslangan metodlar qo'llanildi hamda ularning samaradorligi tahlil qilindi.

Tahlil va umumlashtirish metodlari:

Olingan ma'lumotlarni tizimlashtirish, ilmiy jihatdan tahlil qilish va xulosalar chiqarishda tahlil hamda umumlashtirish metodlaridan foydalanildi. Tadqiqot natijalari asosida kimyo o'qituvchilarida o'z-o'zini rivojlantirish kompetensiyasini shakllantirishning samarali pedagogik omillari aniqlab berildi.

Tadqiqot obyekti sifatida malaka oshirish kurslarida qatnashayotgan kimyo o'qituvchilari jalb etildi. Tadqiqot davomida ularning kasbiy rivojlanishga bo'lgan ehtiyoji, mustaqil ta'lim olish ko'nikmalari, reflektiv faoliyati va innovatsion yondashuvlarga tayyorlik darajasi o'rganildi.

Tadqiqot natijalari kimyo o'qituvchilarida o'z-o'zini rivojlantirish kompetensiyasini shakllantirishda bir qator pedagogik omillar muhim ahamiyat kasb etishini ko'rsatdi.

1. Kompetensiyaviy yondashuv asosida ta'limni tashkil etish. Kompetensiyaviy yondashuv o'qituvchini faqat tayyor bilimlarni egallovchi shaxs emas, balki mustaqil faoliyat yurituvchi, muammolarni hal eta oluvchi va o'z kasbiy faoliyatini rivojlantira oluvchi subyekt sifatida shakllantiradi. Tadqiqot davomida mazkur yondashuv asosida tashkil etilgan mashg'ulotlar o'qituvchilarning mustaqil fikrlash qobiliyatini rivojlantirgani hamda o'z ustida ishlashga bo'lgan intilishini kuchaytirgani aniqlandi.

2. Reflektiv faoliyatni rivojlantirish. Refleksiya pedagogning o'z faoliyatini tahlil qilishi, yutuq va kamchiliklarini aniqlashi hamda kelgusidagi faoliyatini rejalashtirishiga xizmat qiladi. Tadqiqot davomida reflektiv kundalik yuritish, darslarni videokuzatuv asosida tahlil qilish, o'zaro fikr almashish va baholash metodlari qo'llanildi. Natijada o'qituvchilarning o'z faoliyatiga tanqidiy yondashuvi va kasbiy o'sishga bo'lgan ehtiyoji ortgani kuzatildi.

3. Amaliy tajriba asosida o'qitish. Kimyo fanining amaliy xarakteri sababli laboratoriya mashg'ulotlari va tajriba ishlari muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari amaliy faoliyatga asoslangan mashg'ulotlar o'qituvchilarda mustaqil izlanish, muammoli vaziyatlarni hal qilish va innovatsion metodlarni qo'llash ko'nikmalarini rivojlantirishini ko'rsatdi.

4. Motivatsiyani oshirish. O'qituvchilarning ichki motivatsiyasi o'z-o'zini rivojlantirishning asosiy omillaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot davomida rag'batlantirish, muvaffaqiyatlarni e'tirof etish, kasbiy o'sish imkoniyatlarini yaratish hamda ijodiy muhit tashkil etish pedagoglarning faolligini oshirishga xizmat qilgani aniqlandi.

5. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish. Zamonaviy AKT vositalari pedagogning mustaqil ta'lim olishi, ilmiy yangiliklardan xabardor bo'lishi va tajriba almashishida keng imkoniyat yaratadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, elektron platformalar, onlayn seminarlar, virtual laboratoriyalar va raqamli ta'lim resurslaridan foydalanish o'qituvchilarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishda samarali vosita bo'lib xizmat qilmoqda.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, kimyo o'qituvchilarida o'z-o'zini rivojlantirish kompetensiyasi murakkab va ko'p komponentli jarayon hisoblanadi. Ushbu kompetensiya nafaqat

nazariy bilimlarni, balki amaliy ko'nikmalar, refleksiv faoliyat, motivatsiya va shaxsiy sifatlarni ham o'z ichiga oladi.

Bugungi ta'lim tizimida pedagogdan doimiy ravishda yangilanib borayotgan ilmiy-texnik taraqqiyotga moslashish talab qilinadi. Shu sababli o'qituvchilarning o'z ustida ishlashi va kasbiy rivojlanishi uzluksiz jarayon sifatida qaralishi lozim.

Kimyo o'qituvchilarida o'z-o'zini rivojlantirish kompetensiyasini shakllantirish faqat nazariy tayyorgarlik bilan cheklanib qolmasligi kerak. Amaliy mashg'ulotlar, innovatsion pedagogik texnologiyalar, ilmiy-tadqiqot faoliyati va refleksiv yondashuvlar mazkur jarayonning muhim tarkibiy qismlari hisoblanadi.

Shuningdek, tadqiqot davomida olingan natijalar boshqa ilmiy tadqiqotlar bilan hamohang ekanligi aniqlandi. Bu esa mazkur yo'nalishda tizimli va uzluksiz ish olib borish zarurligini ko'rsatadi.

Xulosa qilib aytganda, kimyo o'qituvchilarida o'z-o'zini rivojlantirish kompetensiyasini shakllantirish ta'lim sifatini oshirish va pedagoglarning kasbiy rivojlanishini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot natijalariga asoslanib, ushbu kompetensiyani samarali shakllantirish quyidagi pedagogik shartlarga bog'liq ekanligi aniqlandi:

kompetensiyaviy yondashuv asosida ta'limni tashkil etish;

refleksiv faoliyatni rivojlantirish;

amaliy tajribaga asoslangan o'qitishni yo'lga qo'yish;

motivatsion muhit yaratish;

zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan samarali foydalanish.

Mazkur omillarni tizimli ravishda qo'llash o'qituvchilarning kasbiy kompetentligini oshiradi, ularning innovatsion faoliyatga tayyorligini kuchaytiradi hamda ta'lim jarayonining samaradorligini ta'minlaydi. Natijada zamonaviy talablar asosida faoliyat yurita oladigan, mustaqil fikrlovchi va doimiy rivojlanishga intiluvchi kimyo o'qituvchilarini shakllantirish imkoniyati kengayadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

Mamajonov Sh.A., Odilxo'jazoda N.B. "Bo'lajak kimyo o'qituvchilarining kompetentligini shakllantirish texnologiyalari va mezonlari" Namangan davlat universiteti ilmiy axborotnomasi 2021 yil 7-son. 676-679 betlar.

Nishonov M, Mamajonov Sh, Xo'jayev V, Odilxo'jazoda N.B "Kimyo o'qitish metodikasi" Kimyo, kimyo o'qitish metodikasi ta'lim yo'nalishi talabalari uchun darslik. Farg'ona, "Classic" nashriyoti. 2022 yil.

Odilxo'jazoda N.B. Oliy ta'lim muassasalari kimyo o'qituvchilari kasbiy kompetentligini aniqlash mezonlari // Pedagogik mahorat. № 5. 2022.

MAKTAB O'QUVCHILARINING KIMYO KOMPETENSIYASINI OSHIRISHDA EVRISTIK VA ILLYUSTRATSIYA METODLARIDAN FOYDALANISH.

H.T.To'rayeva¹, D.R. Rixsibayev², Sh. Diyarova³, U.X.Aytjanova³

¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo kafedrası v.b. dotsenti

²Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo kafedrası magistranti Email: dd2299306@gmail.com

³Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo kafedra talabalari

Annotatsiya. Mazkur maqolada umumta'lim maktablarida kimyo fanini o'qitish jarayonida o'quvchilarning predmet kompetensiyalarini rivojlantirishda evristik va illyustratsiya metodlaridan foydalanishning nazariy-metodologik asoslari yoritilgan. Ushbu metodlarning didaktik imkoniyatlari, ularning o'zaro integratsiyasi hamda ta'lim samaradorligiga ta'siri ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, mazkur metodlarning kompleks qo'llanilishi o'quvchilarda mustaqil fikrlash, muammoli vaziyatlarni hal etish va bilimlarni amaliyotga transfer qilish kompetensiyalarini shakllantirishda muhim omil hisoblanadi.

Kalit soʻzlar: kimyo ta'limi, kompetensiyaviy yondashuv, evristik metod, illyustratsiya metodi, didaktika, muammoli o'qitish, vizualizatsiya.

Abstract. This article discusses the theoretical and methodological foundations of the use of heuristic and illustrative methods in the development of students' subject competencies in the process of teaching chemistry in secondary schools. The didactic possibilities of these methods, their mutual integration and impact on educational effectiveness are scientifically analyzed. According to the results of the study, the complex use of these methods is an important factor in the formation of students' competencies in independent thinking, solving problem situations and transferring knowledge into practice.

Keywords: chemistry education, competency-based approach, heuristic method, illustrative method, didactics, problem-based learning, visualization.

Ta'lim tizimini modernizatsiya qilish sharoitida o'quvchilarda tayanch kompetensiyalarni shakllantirish masalasi ustuvor yo'nalishlardan biri sifatida qaralmoqda. Ayniqsa, tabiiy fanlar, xususan kimyo ta'limida nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan integratsiyalash zarurati ortib bormoqda. An'anaviy reproduktiv o'qitish metodlari o'quvchilarning bilimlarni chuqur o'zlashtirishini ta'minlamasligi, ularni mustaqil fikrlashdan cheklashi bilan tavsiflanadi. Shu nuqtai nazardan, o'qitish jarayoniga evristik va illyustratsiya metodlarini joriy etish, o'quvchilarning bilish faoliyatini faollashtirish hamda kimyoviy tafakkurini rivojlantirishda samarali pedagogik vosita sifatida namoyon bo'ladi.

Kimyo kompetensiyasining nazariy asoslari. Kimyo kompetensiyasi tushunchasi kompetensiyaviy yondashuv doirasida shakllangan bo'lib, u o'quvchining kimyoviy bilimlarni egallash bilan bir qatorda ularni tahlil qilish, umumlashtirish va real hayotiy vaziyatlarda qo'llay olish qobiliyatini ifodalaydi. Ilmiy adabiyotlarda mazkur kompetensiya quyidagi komponentlar orqali tavsiflanadi:

1. kognitiv komponent – kimyoviy tushunchalar va qonuniyatlarni bilish;
2. operatsion komponent – tajriba o'tkazish va natijalarni interpretatsiya qilish;
3. refleksiv komponent – o'z faoliyatini baholash va xulosa chiqarish.

Evristik metodning didaktik imkoniyatlari. Evristik metod o'quvchilarning bilish faoliyatini faollashtirishga yo'naltirilgan muammoli o'qitish texnologiyalaridan biri bo'lib, u bilimlarni tayyor holda berishni emas, balki ularni izlab topish jarayonini tashkil etishni nazarda tutadi. Bu metodning asosiy mexanizmi muammoli savollar tizimini yaratish orqali o'quvchini mustaqil xulosa chiqarishga yo'naltirishdan iborat. Bu jarayonda o'quvchi quyidagi intellektual amallarni bajaradi: tahlil, taqqoslash, gipoteza ilgari surish va dalillash. Masalan, kimyoviy reaksiyalar tezligiga ta'sir etuvchi omillarni o'rganishda o'qituvchi tayyor ma'lumotni bermasdan, tajriba natijalari asosida sabab-oqibat bog'lanishlarini aniqlashni taklif etadi. Bunday yondashuv o'quvchilarda ilmiy tafakkurning shakllanishiga xizmat qiladi. Evristik metodning samaradorligi shundaki, u o'quvchini passiv subyektdan faol tadqiqotchiga aylantiradi hamda bilimlarni chuqur va barqaror o'zlashtirishni ta'minlaydi.

Illyustratsiya metodining ilmiy-didaktik ahamiyati. Illyustratsiya metodi o'quv materialini vizual vositalar orqali taqdim etishga asoslangan bo'lib, u ayniqsa abstrakt tushunchalarni o'zlashtirishda muhim ahamiyat kasb etad. Kimyo fanining o'ziga xosligi shundaki, unda o'rganilayotgan ko'plab jarayonlar zarrachalar bilan bog'liq ravishda sodir bo'ladi va bevosita kuzatish imkoniyati cheklangan. Shu bois, modellar, grafiklar, sxemalar va tajriba namoyishlari orqali bilimlarni konkretlashtirish zarurati yuzaga keladi. Illyustratsiya metodidan foydalanish natijasida:

- o'quv materialining idrok etilishi osonlashadi;
- tasavvur va tafakkur jarayonlari faollashadi;
- uzoq muddatli xotirada saqlanish darajasi oshadi.

Masalan, molekulyar tuzilishlarni uch o'lchamli modellarda ko'rsatish o'quvchining fazoviy tafakkurini rivojlantiradi va nazariy bilimlarni mustahkamlaydi.

Metodlar integratsiyasining samaradorligi. Zamonaviy didaktikada o'qitish metodlarining integratsiyasi muhim tamoyillardan biri sifatida qaraladi. Evristik va illyustratsiya metodlarining uyg'unlashuvi o'quv jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Ushbu integratsiya quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1. muammoli vaziyat yaratish (evristik yondashuv);
2. vizual material yoki tajriba orqali tasdiqlash (illyustratsiya);
3. umumlashtirish va xulosa chiqarish.

Pedagogik tajribalar shuni ko'rsatadiki, bunday yondashuv o'quvchilarning o'zlashtirish darajasini an'anaviy metodlarga nisbatan sezilarli oshiradi hamda ularning bilishga bo'lgan motivatsiyasini kuchaytiradi.

Tahlillar natijasi shuni ko'rsatadiki, kimyo ta'limida kompetensiyaviy yondashuvni samarali amalga oshirish uchun evristik va illyustratsiya metodlaridan tizimli foydalanish zarur. Evristik metod o'quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantirsa, illyustratsiya metodi bilimlarni aniq va tushunarli shaklda idrok etishni ta'minlaydi. Ularning integratsiyasi natijasida o'quvchilarda nafaqat bilim, balki uni qo'llay olish, tahlil qilish va yangi vaziyatlarga moslashtirish qobiliyatlari shakllanadi. Shuning uchun, bu kabi metodlarga zamonaviy kimyo ta'limining ajralmas tarkibiy qismi sifatida qaralishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

- O'zbekiston Respublikasi XTV. Kimyo fanidan davlat ta'lim standarti. – Toshkent, 2021.
 Babanskiy Yu.K. Pedagogika. – Moskva: Prosvesheniye, 1988.
 Lerner I.Ya. Didakticheskie osnovy metodov obucheniya. – Moskva, 1981.
 Polat E.S. Novye pedagogicheskie i informatsionnye texnologii v sisteme obrazovaniya. – Moskva, 2007.
 Azizxo'jayeva N.N. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent, 2010.
 Tolipov O', Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalarning nazariy asoslari. – Toshkent, 2006.

PISA TALABLARI ASOSIDA MAKTAB O'QUVCHILARINI KIMYO FANIDAN TAYYORLASH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

Akmalova Aziza Odiljon qizi

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo yo'nalishi 2-kurs magistranti

Eshchanov Ruzimboy Abdullayevich

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Professor

kimyonur594@gmail.com

Annotation: Improving chemistry teaching methods for preparing school students based on PISA requirements is essential. This study analyzes ways to enhance students' scientific literacy through a competency-based approach, practical tasks, and modern pedagogical methods.

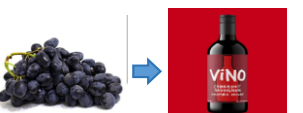
Kalit so'zlar: PISA, assessment criteria, scientific literacy, competency.

Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilarning bilimini xalqaro darajada baholash muhim ahamiyat kasb etmoqda. Xususan PISA (Programme for International Student Assessment) dasturi o'quvchilarning ilmiy savodxonligi, mantiqiy fikrlashi va bilimlarni amaliyotda qo'llay olish qobiliyatini aniqlashga xizmat qiladi. Shu bois kimyo fanini o'qitishda an'anaviy yondashuvlar

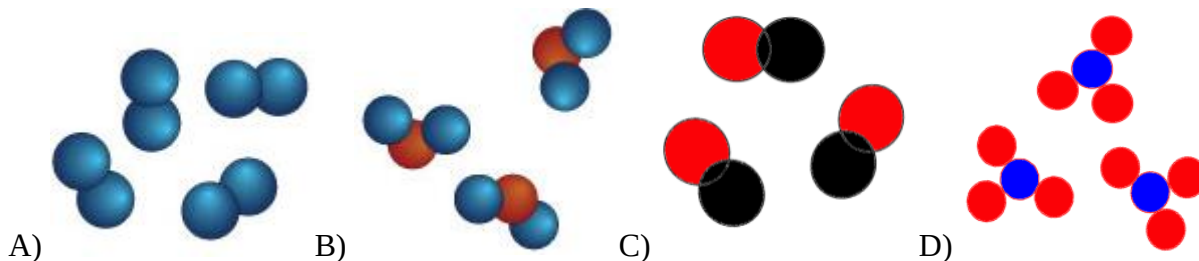
bilan bir qatorda kompetensiyaviy yondashuvni joriy etish zarur. Mazkur tezisda maktab o'quvchilarini pisa talablari asosida tayyorlashda kimyo o'qitish metodikasini takomillashtirishning dolzarb jihatlarini yoritiladi.

Tadqiqot jarayonida maktab o'quvchilarini PISA talablariga mos tayyorlashga qaratilgan darslar o'tildi. Amaliy va hayotiy vaziyatlarga asoslangan topshiriqlar ishlab chiqildi hamda dars jarayoniga joriy etildi. Quyida o'quvchilarga taqdim etilgan PISA testlaridan namunalar keltirilgan.

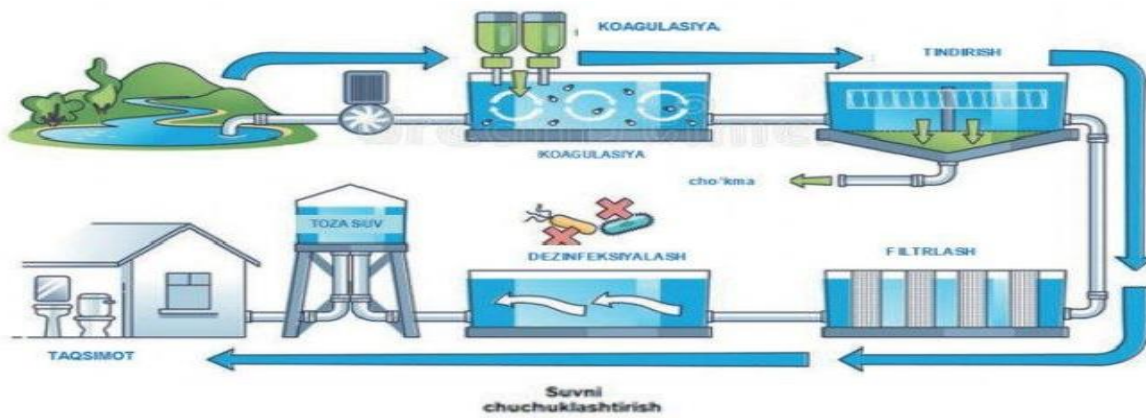
Qaysi javobda fizikaviy hodisa(lar) to'g'ri keltirilgan?

 Go'sht → Qiyma I	 Sut → Qatiq II
 Uzum → Vino III	 Muz → Suv IV

Oddiy modda berilgan qatorni ko'rsating.



ICHIMLIK SUVI



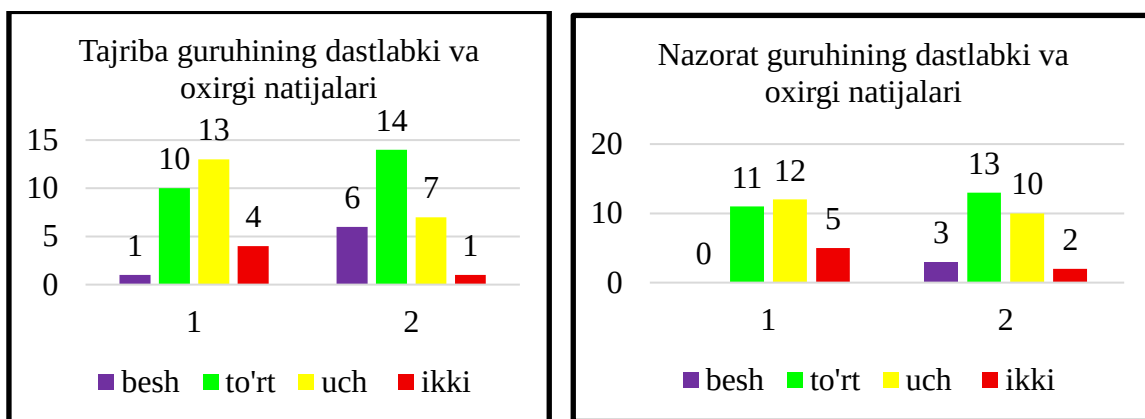
Yuqoridagi rasmda xonadonlarga yetkazib berilayotgan suvni tozalash usullari tasvirlangan

1-savol Toza suv manbayiga ega bo'lish muhim sanaladi. Yer ostida joylashgan suvlar grunt suvlari deb ataladi. Ko'llar, daryolar kabi yer usti suv manbalaridan olingan suvlarga qaraganga grunt suvlarida bakteriyalar va ifloslantiruvchi zarralar kam miqdorda bo'lishining bitta sababini yozing.

2-savol Odatda, suvni tozalash bir necha bosqichdan iborat bo'lib, turli usullarni o'z ichiga oladi. Rasmda tasvirlangan suvni tozalash jarayoni to'rtta bosqichdan iborat (1–4). Ikkinchi bosqichda suv tindirgichda yig'iladi. Bu bosqichda suv qanday tozalanadi?

- A) Suvdagi bakteriyalar o'ladi
- B) Suvga kislorod qo'shiladi
- C) Qum va boshqa qattiq zarralar suv tubiga cho'kadi
- D) Zaharli moddalar erib ketadi

Ushbu olingan testlar bo'yicha tajriba natijalari quyida keltirib o'tildi.



1-va 2-grafik. O'quvchilarning dastlabki va oxirgi natijalari

Xulosa qilib aytganda, PISA dasturi o'quvchilarning bilimlarini amaliyotda qo'llay olish darajasini aniqlashga qaratilgan muhim xalqaro baholash tizimi hisoblanadi. Shu bois kimyo fanini o'qitish jarayonida PISA tipidagi topshiriqlardan foydalanish o'quvchilarning funksional savodxonligini oshirishga, ularning muammoli vaziyatlarda to'g'ri qaror qabul qilish ko'nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi. Olib borilgan natijalar shuni ko'rsatadiki tajriba guruhining o'zlashtirish ko'rsatkichi nazorat guhinikiga qaraganda yuqori bo'ldi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

Xalqaro tadqiqotlarda o'quvchilarning tabiiy fanlar bo'yicha savodxonligini baholash. Toshkent.:2019

Z.Z.Mirvaliyev. Pedagogik o'lchovlarda test topshiriq turlari . O'quv uslubiy qo'llanma. Toshkent. 2018.

Kimyo fanini o'qitishda zamonaviy yondashuvlar va innovatsiyalar moduli O'quv uslubiy majmua. Toshkent -2018.

V.A.Masharipov. Maktab kimyo fanida suv mavzusini barqaror taraqqiyot tushunchalari bilan uyg'unlikda o'qitish.

KIMYO DARSLARIDA STEM YONDASHUV ASOSIDA MAISHIY MUHANDISLIK MODELLARIDAN FOYDALANISH METODIKASI

B.A. Axadov¹, M.S. Xudayberganov²

1-Chirchiq davlat pedagogika universiteti kimyo yo'nalishi 1-kurs magistranti,

2-Chirchiq davlat pedagogika universiteti kimyo kafedrasida dotsenti. O'zbekiston

e-mail: axadovb777@gmail.com, m.xudayberganov@cspu.uz

Abstract. This thesis explains how to teach chemistry to lyceum students in conjunction with engineering. To teach 1st year academic lyceum students how to purify water at home without expensive laboratory equipment based on the topic "Natural sources of hydrocarbons".

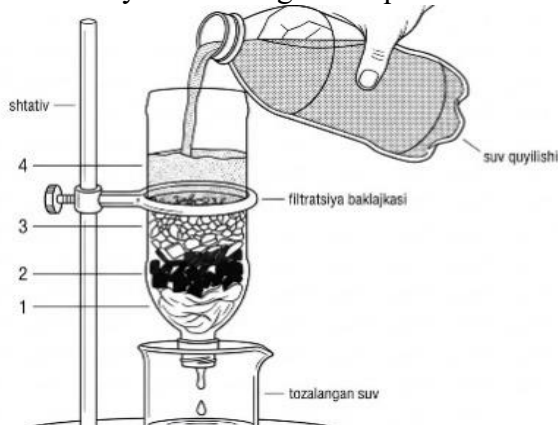
Keywords: Hydrocarbon, water, coal, expensive laboratory, filtration.

Suv o'simliklar, hayvonlar va insonlar hayotida juda katta ahamiyatga ega. Sanoat asosan chuchuk suv bilan ishlashga moslashgan. Ma'lumotlarga ko'ra, har yili kishi boshiga o'rtacha 8000 l suv ishlatiladi. Insonlarni toza ichimlik suvi bilan ta'minlash uchun ochiq suv havzalardagi tarkibi turli xil tuzlar, gazlar, bakteriya va viruslar hamda mexanik aralashmalardan iborat bo'lgan tabiiy suvni tozalash zarur. 2050-yilga borib yer yuzi aholisining 75 foizi toza ichimlik suvi yetishmasligi bilan aziyat chekishi mumkin [1]. Ushbu tezisda maktab kimyo darslarida STEM (Fan, Texnologiya, Muhandislik, Matematika) yondashuvi asosida maishiy muhandislik modellaridan foydalanish o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog'lash, ijodiy va tanqidiy fikrlashni rivojlantirish hamda kundalik hayotdagi kimyoviy jarayonlarni tushinishga yordam berish jarayoni tushuntiriladi. O'zbekistonda STEM tizimini joriy etish bo'yicha Prezidentning **PF-5712-son Farmoni (2019-yil 29-aprel)**: Xalq ta'limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida zamonaviy o'qitish metodikalarini, jumladan, STEM yondashuvini bosqichma-bosqich joriy etish to'g'risida belgilab o'tilgan.

Ushbu mavzu asosida litsey o'quvchilarida muammolik vaziyatni hosil qilib, o'quvchilarda mavzu yuzasidan ijodkorlik xususiyatini rivojlantiriladi. Ilmiy ishda loyihalash metodidan foydalanildi.

Uglevodorodlarning asosiy tabiiy manbalari bu toshko'mir, neft va tabiiy gaz konlaridir. O'zbekistonda qidirib topilgan ko'mir zaxiralari 2 milliard tonnadan ortiqni tashkil etadi. Toshko'mirning geologik zaxiralari bo'yicha O'zbekiston Markaziy Osiyoda ikkinchi o'rinni egallaydi [2]. "Uglevodorodlarning tabiiy manbalari" mavzusi (ayniqsa, neft va uning mahsulotlari bilan suvning ifloslanishi kontekstida) maishiy chiqindilardan **suv tozalash qurilmasini (filtrini)** yasash bu hozirgi kunda litsey o'quvchilari uchun ajoyib va qiziqarli loyiha hisoblanadi. Bu loyiha o'quvchilarga **adsorbsiya** hodisasini faollashtirilgan ko'mir, shag'al, qum, paxta va plastik butilka misolida suvni tozalash usullarini amalda ko'rsatadi. **Adsorbsiya** — bu bir modda (gaz yoki suyuqlik) molekulalarining boshqa bir qattiq yoki suyuq modda (adsorbent) sirtida to'planish (yutilish) jarayonidir. Oqava suvlarni biokimyoviy tozalashdan so'ng erigan organik moddalardan to'liq tozalash uchun adsorbsiya usulidan foydalaniladi. Adsorbentlar sifatida faollangan ko'mir, sintetik sorbentlar va ishlab chiqarishdagi bazi chiqindilar (kul, shlak, qipiq va hokazo) ishlatiladi [3].

“Uglevodorodlarning tabiiy manbalari” mavzusida litsey o‘quvchilari uchun tabiiy ekologik toza filtratsiya qurilmasini yasashni o‘rgatilmoqda.



1-rasm. Suvni tozalash qurilmasi. 1-paxta
2-pista ko‘mir, 3-shag‘al, 4-qum.

1-rasmda tabiiy laboratoriya jihozlarisiz filtratsiya yasash sxemasi tasvirlangan, bunda oddiy asbob-uskunalar yordamida suvni tozalash uchun mo‘ljallangan qo‘lbola filtr (suv tozalash qurilmasi) sxemasi tasvirlandi.

Qurilmaning umumiy tuzilishi: Filtrlash jarayonining asosi sifatida teskari qilib qo‘yilgan hamda ost qismi kesib olingan plastik idish (baklajka) ishlatilgan. Uning diametri 8 sm, balandligi esa 18 sm ni tashkil qiladi.

Filtr sifatida ishlatilgan qatlamlar (4-1 gacha (yuqoridan pastga)). Suvni samarali tozalash uchun ichma-ich joylashgan to‘rtta asosiy qatlam mavjud:

- Qum (4 sm): Eng yuqori qatlam. U suv tarkibidagi yirik ifloslantiruvchi zarrachalarni ushlab qoladi.
- Shag‘al (4 sm): Ikkinchi qatlam. Suv oqimini teng taqsimlaydi va o‘rta hajmdagi chiqindilarni filtrlaydi.
- Faol ko‘mir (6 sm): Eng muhim qatlamlardan biri. U suv tarkibidagi zararli kimyoviy moddalarni yutadi va yoqimsiz hidlarni yo‘qotadi.
- Paxta yoki mato filtr: Eng pastki qatlam. U yuqoridagi qatlamlardan o‘tib ketgan eng mayda zarrachalarni tozalaydi va shu bilan birga tayanch vazifasini bajaradi.

Xulosa qilib aytganda, yaroqsiz buyumlardan foydalanish orqali kimyo fanini litsey hamda maktab kimyo darslarida o‘quvchilarning amaliy ko‘nikmalarni hosil qilib, darsni samarali tashkil qilish mumkin. Bu jarayonda o‘quvchilarda ilmiy ko‘nikmalarni shakllantirish va texnologiyalar yaratish, muhandislik salohiyatini takomillashtirish hamda matematik bilimlar bilan integratsiya qilish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

I.R.Asqarov, N.X.To‘xtaboyev, K.G.G‘opirov "Kimyo 7-sinf" darsliklari (O'zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta'limi vazirligi). «Sharq» nashriyot-matbaa aksiyadorlik kompaniyasi bosh tahririyati toshkent — 2017, 83-85 b.

Sharifov G‘ulomjon Nabiyeovich, Umumta’lim maktab kimyo kurslarida tabiiy gaz va toshko‘mir mahsulotlarini ilg‘or pedagogik texnologiyalar asosida o‘qitish metodikasi, “PEDAGOGS” international research journal, 1-Aprel -2024, 23-26 b.

S.Turobjonov, T.Tursunov, X.Pulatov— “Oqova suvlarni tozalash texnologiyasi”. (Texnika oliy o‘g‘uv yurtlari uchun clarslik sifatida).

BO'LAJAK KIMYO O'QITUVCHILARIDA KIMYOVIY TAFAKKURNI RIVOJLANTIRISHDA INNOVATSION PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARNING O'RNI

M.A. Akbarova

Chirchiq Davlat pedagogika universiteti katta o'qituvchisi

E-mail: m.akbarova@cspi.uz

Sh.H. Diyarova

A.A. Shoimova

Kimyo yo'nalishi talabalari

Annotation. This article analyzes the role of innovative pedagogical technologies in developing chemical thinking among future chemistry teachers. Modern teaching methods, digital tools, problem-based learning, and virtual laboratories are considered effective approaches for improving analytical, creative, and professional competencies in chemistry education.

Keyword: schemical thinking, innovative pedagogy, chemistry education, digital technologies, future chemistry teachers, problem-based learning

Kirish

Bugungi kunda ta'lim tizimini modernizatsiya qilish va xalqaro standartlar asosida rivojlantirish jarayonida bo'lajak pedagoglarning kasbiy kompetentligini oshirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, kimyo fanini o'qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalarni qo'llash orqali bo'lajak kimyo o'qituvchilarida kimyoviy tafakkurni rivojlantirish dolzarb masalaga aylangan. Chunki zamonaviy jamiyatda kimyo fani nafaqat tabiiy fan sifatida, balki ekologiya, farmatsevtika, oziq-ovqat sanoati, qishloq xo'jaligi va texnologik taraqqiyotning muhim tarkibiy qismi sifatida ham katta ahamiyatga ega.

Asosiy qism

Kimyoviy tafakkur — bu shaxsning kimyoviy hodisa va jarayonlarni ilmiy asosda tahlil qilishi, sabab-oqibat bog'lanishlarini tushunishi, moddalarning tarkibi va xossalarini mantiqiy izohlashi hamda nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lay olish qobiliyatidir. Kimyoviy tafakkur rivojlangan talaba kimyoviy reaksiyalar mohiyatini chuqur anglaydi, tajribalarni mustaqil tahlil qiladi va muammoli vaziyatlarga ilmiy yondasha oladi.

An'anaviy ta'lim jarayonida o'qituvchi asosiy axborot manbai bo'lib, talaba ko'proq tinglovchi vazifasini bajaradi. Natijada talabalarda mustaqil fikrlash, ilmiy izlanish va ijodiy yondashuv yetarli darajada shakllanmaydi. Innovatsion pedagogik texnologiyalar esa talabaning darsdagi faolligini oshiradi, uni ta'lim jarayonining faol subyektiga aylantiradi. Shu jihatdan zamonaviy pedagogik texnologiyalar kimyo ta'limida alohida ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi vaqtda kimyo fanini o'qitishda interfaol metodlar keng qo'llanilmoqda. Jumladan, "Aqliy hujum", "Klaster", "Case-study", "BBB", "INSERT", "Fishbone" kabi metodlar talabalarning mantiqiy va analitik tafakkurini rivojlantirishda samarali vosita hisoblanadi. Masalan, "Kislotalarning ekologik muammolardagi roli" mavzusini o'qitishda "Case-study" metodidan foydalanish orqali talabalar sanoat chiqindilarining tabiatga ta'siri, kislotali yomg'irlarning kelib chiqishi hamda ularning oldini olish bo'yicha ilmiy takliflar ishlab chiqadi. Bu esa talabalarda nafaqat kimyoviy bilim, balki ekologik madaniyat va muammoli vaziyatlarni hal qilish kompetensiyasini ham rivojlantiradi.

Kimyo fanini o'qitishda STEAM yondashuvi ham muhim ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv fan, texnologiya, muhandislik, san'at va matematikani integratsiyalash orqali talabalarning kreativ fikrlashini shakllantiradi. Masalan, "Polimerlar va ularning xossalari" mavzusida talabalar qayta ishlanadigan materiallardan foydali buyumlar tayyorlash loyihalarini

ishlab chiqishi mumkin. Bunday integratsion faoliyat kimyo fanining amaliy ahamiyatini oshirib, talabalarni innovatsion fikrlashga yo'naltiradi.

Raqamli texnologiyalar ham kimyo ta'limida muhim vositalardan biri hisoblanadi. Virtual laboratoriyalar, multimedia vositalari va simulyatsion dasturlar orqali murakkab kimyoviy jarayonlarni vizual ko'rinishda tushuntirish imkoniyati yaratiladi. Ayniqsa, xavfli yoki qimmat reaktivlar bilan bog'liq tajribalarni virtual laboratoriyalar yordamida o'tkazish samarali natija beradi. Masalan, "Metallarning elektrokimyoviy faolligi" mavzusida PhET simulyatsiyalaridan foydalanish orqali talabalar galvanik elementlarning ishlash prinsipini interaktiv tarzda o'rganadi.

Shuningdek, innovatsion texnologiyalar yordamida tashkil etilgan darslar talabalarning mustaqil ta'lim olish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Elektron platformalar, QR-kodli topshiriqlar, online testlar va multimedia taqdimotlari talabalarning darsga bo'lgan qiziqishini oshiradi. Bugungi raqamli ta'lim sharoitida bu juda muhim omil hisoblanadi.

Kimyo fanini o'qitishda muammoli ta'lim texnologiyasidan foydalanish ham samarali hisoblanadi. Masalan, "Nima sababdan temir zanglaydi?" kabi muammoli savollar orqali talabalar sabab-oqibat munosabatlarini mustaqil izohlaydi, tajriba asosida xulosa chiqaradi va ilmiy fikrlashga o'rganadi. Bu esa bo'lajak kimyo o'qituvchilarida tadqiqotchilik kompetensiyasini shakllantiradi.

Innovatsion pedagogik texnologiyalar asosida tashkil etilgan kimyo darslari yashil kimyo tamoyillarini targ'ib qilishga ham xizmat qiladi. Chunki zamonaviy kimyo ta'limi ekologik xavfsizlik va barqaror rivojlanish g'oyalari bilan chambarchas bog'liqdir. Masalan, laboratoriya mashg'ulotlarida mikro miqdordagi reaktivlardan foydalanish, chiqindisiz tajribalarni tashkil etish va ekologik xavfsiz usullarni qo'llash talabalarni yashil kimyo tamoyillariga mos ravishda tarbiyalaydi.

Oliy ta'lim muassasalarida bo'lajak kimyo o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida innovatsion pedagogik texnologiyalarni tizimli joriy etish ularning kasbiy kompetentligini oshiradi. Natijada kelajak o'qituvchilari zamonaviy darslarni tashkil eta oladigan, raqamli texnologiyalardan foydalana biladigan, mustaqil fikrlovchi va ijodkor mutaxassis sifatida shakllanadi.

Xulosa qilib aytganda, innovatsion pedagogik texnologiyalar bo'lajak kimyo o'qituvchilarida kimyoviy tafakkurni rivojlantirishning muhim omili hisoblanadi. Interfaol metodlar, STEAM yondashuvi, virtual laboratoriyalar va muammoli ta'lim texnologiyalari talabalarning analitik, kreativ va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantiradi. Shu bois oliy ta'lim tizimida kimyo fanini o'qitishda zamonaviy innovatsion yondashuvlarni keng joriy etish bugungi kunning muhim vazifalaridan biridir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Azizxo'jayeva N.N. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent, 2020.
2. Muslimov N.A. Kasb ta'limi o'qituvchilarining kasbiy kompetentligini rivojlantirish texnologiyasi. – Toshkent, 2018.
3. Tolipov O'., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari. – Toshkent: Fan, 2019.
4. Yusufov D., Xolmatov B. Zamonaviy ta'lim texnologiyalari. – Samarqand, 2022.

RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA KIMYO DARSLARINI TASHKIL ETISH

¹ M.A.Bozorova, X.R.Kurbonova M.S.Xudayberganov

²Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Bugungi kunda kimyo ta'limida nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lashda raqamli texnologiyalardan foydalanish, kimyo darslarini samarali tashkil etish, yechimlaridan biri hisoblanadi. **Topqir.uz** platformasi platformadagi mantiqiy topshiriqlar va kimyoviy terminlar asosidagi o'yinlar o'quvchini bilimini mustahkamlashga yordam beradi.

Raqamli texnologiyalar o'quvchilarning muammoni yechish, fikrlash strukturasini yaratish va jarayonni tushunish kabi kasbiy faoliyatini talab qiladigan qobiliyatlarni rivojlantirishga yordam beradi. Ular, shuningdek, texnologiya muhim rol o'ynaydigan, oldindan aytib bo'lmaydigan va o'zgaruvchan kelajakka tayyorlanmoqda [1].

Raqamli ta'lim resurslarini ta'limga joriy etish bugungi kunning dolzarb mavzusidir. Bspalko P.I., Kruglik T.M., Mashbits E.I., Po'lat E.S., Selevko G.I. asarlarida. Turli fanlarni o'qitishda zamonaviy kompyuter texnologiyalari vositalarining o'quv-uslubiy imkoniyatlari to'liq tahlil qilingan [2].

Raqamli vositalar yordamida murakkab kimyoviy tushunchalarni tushunish, virtual tajribalar o'tkazish va interfaol o'quv materiallaridan foydalanish samaradorlikni oshirish imkoniyatini beradi [3].

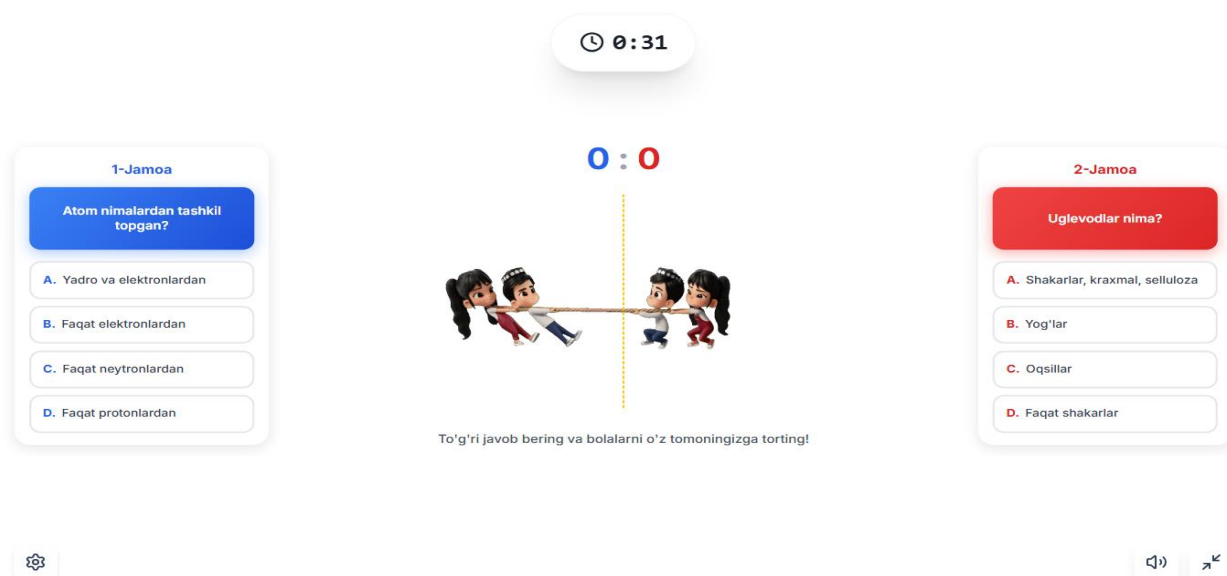
Kimyo fanida **Topqir.uz** platformasidan foydalanish darsning samaradorligini va o'quvchilarning qiziqishini sezilarli darajada oshiradi.

Bu platformani dars jaryoniga qo'llashda Gooledan Topqir.uz platformasi deb qidiriladi va keyin siz dars o'tmoqchi bo'lgan fan tanlanadi, o'quvchilarning qiziqishiga qarab o'yin turi tanlanadi.

Bundan tashqari platforma tekin va o'zingiz kimyo fanidan test tuzib joylashingiz mumkin. (2-rasm) **Eksperiment qism:** Tadqiqot doirasida Topqir.uz platformasidan foydalanishning samaradorligini aniqlash maqsadidapedagogik eksperiment o'tkazildi. Eksperimentda 2 ta guruh: nazoratguruhi (an'anaviy dars o'tilgan) va tajriba guruhi (Topqir.uz platformasi integratsiya qilingan) ishtirok etdi. O'zlashtirish darajasini aniqlash uchun o'quvchilarga bir xil darajadagi kimyoviy topshiriqlar va testlar berildi. Olingan natijalar quyidagi jadvalda o'z aksini topgan:

Tajriba va nazorat guruhidagi baholash natijalari

Sinflar	O'quvchilar soni	5 baho soni	4 baho soni	3 baho soni	2 baho soni	Bilim sifati (K,%)
Nazorat guruhi	30	6	12	10	2	60%
Tajriba guruhi	30	9	13	7	1	73,3%



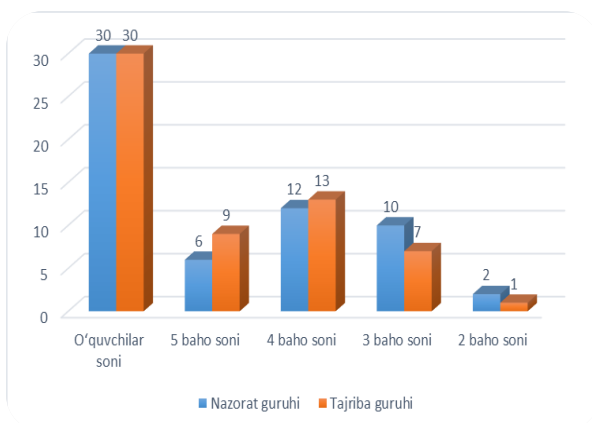
Hisoblash: Bilim sifatini (K) aniqlash uchun quyidagi o'rtacha qiymat topish formulasidan foydalanildi.

$$K = \frac{n_1 + n_2}{N} \times 100\%$$

n_1 — "5" baho olganlar soni;

n_2 — "4" baho olganlar soni;

N — guruhdagi jami o'quvchilar soni.



1. Nazorat guruhi uchun hisoblash.

$$K = \frac{6 + 12}{30} \times 100\% = 60\%$$

2. Tajriba guruhi uchun hisoblash.

$$K = \frac{9 + 13}{30} \times 100\% = 73.3\%$$

3. Bilim sifat o'sish ko'rsatkichi.

$$\Delta K = K_{\text{tajriba}} - K_{\text{nazorat}} = 73.3\% - 60\% = 13.3\%$$

O'sish ko'rsatkichi qariyb 13,3% yoki ($\frac{7.33}{6} = 1.22$) ni tashkil etdi, bu raqamli texnologiyalar (Topqir.uz) qo'llanilganda o'rta muddatli natijalar uchun ilmiy jihatdan hisoblandi. Shunday qilib Topqir.uz platformasidan foydalanish quyidagi ijobiy o'zgarishlarga olib keldi: "A'lo" va "yaxshi" baholar olgan o'quvchilar soni 18 nafardan 22 nafarga yetdi. Nazorat guruhida 2 nafar o'quvchi qoniqarsiz 2 baho olgan bo'lsa, tajriba guruhida platformadagi interaktiv topshiriqlar yordamida bu ko'rsatkich 1 nafargacha kamaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Shubh Sharma. Use Of Digital Technology in Education As A Supplement To Teaching And Learning At Schools. <https://www.idreameducation.org/blog/digital-technology-in-education>.
2. M.M.Xolmuxammedov. "Professional ta'lim tizimini zamonaviy yondashuvlar asosida modernizatsiya qilish". Uzluksiz ta'lim ilmiy-uslubiy jurnal. 2021. 6-son.
3. U. Mansurov "Ta'limida raqamli texnologiyalar zamonaviy yondashuvlar va innovatsion metodlar" <https://doi.org/10.5281/zenodo.15286350>

ZAMONAVIY KIMYO O'QITUVCHISINING KASBIY KOMPETENTLIGI VA PEDAGOGIK MAHORATI

M.A. Akbarova

Chirchiq Davlat pedagogika universiteti katta o'qituvchisi

[E-mail: m.akbarova@cspi.uz](mailto:m.akbarova@cspi.uz)

G.T. Odilova

Kimyo yo'nalishi 3-bosqich talabasi

Annotation: This article analyzes the components of professional competence and pedagogical skills of modern chemistry teachers. It focuses on the integration of theoretical knowledge with ICT and innovative methods. The study highlights the role of teacher's image and creative approach in increasing students' interest in chemistry.

Keywords: professional competence, pedagogical skill, chemistry education, ICT, innovative methods, teacher image, methodology.

Kirish. Bugungi jadal taraqqiyot davrida ta'lim tizimining sifati bevosita o'qituvchining mahoratiga bog'liq bo'lib qolmoqda. Ayniqsa, kimyo fanini o'qitishda an'anaviy metodlardan voz kechib, kasbiy kompetentlikni yangi bosqichga ko'tarish davr talabidir.

Zamonaviy kimyo o'qituvchisi nafaqat elementlar davriy jadvali va reaksiyalarni bilishi, balki o'quvchining ichki dunyosiga yo'l topa oladigan pedagog, raqamli texnologiyalarni mukammal egallagan mutaxassis va kreativ shaxs bo'lishi lozim. Kasbiy kompetentlik — bu o'qituvchining o'z fani bo'yicha chuqur bilimi, pedagogik-psixologik tayyorgarligi va texnologik savodxonligining uyg'unligidir.

Kimyo o'qituvchisining pedagogik mahorati quyidagi muhim yo'nalishlar orqali namoyon bo'ladi:

Metodik kompetentlik: murakkab kimyoviy jarayonlarni (masalan, atom tuzilishi yoki organik reaksiyalar mexanizmini) oddiy va tushunarli tilda yetkazib bera olish. Bunda “muammoli ta'lim” metodidan foydalanish samarali. O'qituvchi tayyor javobni bermaydi, balki o'quvchini savollar orqali yechimga yetaklaydi.

Texnologik (AKT) mahorat: hozirgi kunda tajribalarni faqat probirkada emas, balki “Virtual laboratoriya” (masalan, Phet Interactive Simulations) dasturlari orqali ko'rsatish o'qituvchining zamonaviy qiyofasini shakllantiradi. Bu usul xavfli yoki qimmat tajribalarni xavfsiz va aniq namoyish etish imkonini beradi.

Kreativlik va Imidj: o'qituvchining nutq madaniyati, kiyinish uslubi va darsdagi emotsional holati o'quvchi uchun motivatsiya manbaidir. “O'qituvchi - bu doimiy o'rganuvchi shaxs” tamoyili asosida o'z ustida ishlash uning nufuzini oshiradi.

Qo'llaniladigan metodlar:

Tadqiqot jarayonida qiyosiy tahlil, pedagogik kuzatuv va keys-stadi metodlaridan foydalaniladi. Xususan, dars jarayonida “Flipped Classroom” (Ag'darilgan sinf) metodini qo'llash orqali nazariy bilimni uyda o'zlashtirib, darsda faqat amaliy mashg'ulot va tajribalar bilan shug'ullanish samaradorligi tahlil qilinadi. Bu usul o'quvchilarda mustaqil fikrlashni 30-40 foizga oshiradi.

Zamonaviy kimyo o'qituvchisining kasbiy kompetentligi murakkab tizim bo'lib, u mutaxassisning nafaqat nazariy bilimlari, balki dars jarayonini loyihalash va kutilmagan pedagogik vaziyatlarda to'g'ri qaror qabul qilish mahoratini ham o'z ichiga oladi (Azizxo'jayevna N. N, 2010).

Kimyo fanini o'qitishda metodik kompetentlik alohida ahamiyatga ega. O'qituvchi murakkab kimyoviy jarayonlarni va laboratoriya tajribalarini o'quvchi yoshiga mos, tushunarli tilda bayon eta olishi kerak (Temirbekov A, 2018). Ayniqsa, moddalar tuzilishi va kimyoviy bog'lanish kabi mavhum mavzularni vizuallashtirishda o'qituvchining kreativ yondashuvi muhimdir.

Hozirgi davrda kimyo o'qituvchisining mahorati uning AKT (axborot-kommunikatsiya texnologiyalari) bilan ishlash qobiliyati orqali o'lchanmoqda. Kimyo darslarida multimedia vositalari va interaktiv dasturiy ta'minotlardan foydalanish o'quvchilarning kognitiv faolligini oshiradi. Innovatsion texnologiyalar o'quvchilarga kimyoviy jarayonlarni mikro-darajada kuzatish imkonini beradi, bu esa bilimning mustahkamlanishiga xizmat qiladi (Embergenov N va boshq., 2020). Masalan, “Virtual laboratoriya” texnologiyasi real sharoitda o'tkazish qiyin bo'lgan reaksiyalarni xavfsiz namoyish etishda o'qituvchiga eng yaqin ko'makchi bo'lib xizmat qiladi.

Pedagogik mahoratning yana bir muhim qirradi - bu muloqot madaniyati va o'qituvchi imidjidir. Kelajak kimyo o'qituvchisi nafaqat bilim beruvchi, balki o'quvchilar bilan hamkorlikda ishlaydigan fasilitator bo'lishi lozim (Esbergenov J, Quranbaev M, 2012). O'qituvchining nutqi ravon, kiyinish madaniyati namunali va qarashlari zamonaviy bo'lishi uning o'quvchilar orasidagi nufuzini belgilaydi.

Metodlar: Tadqiqot jarayonida zamonaviy kimyo o'qituvchisi modelini yaratish uchun quyidagi metodlardan foydalaniladi:

Tahliliy metod: mavjud pedagogik adabiyotlar va o'qituvchi kompetentligiga qo'yilgan xalqaro standartlar tahlil qilinadi.

Modellashtirish: zamonaviy o'qituvchining bilim, ko'nikma va shaxsiy sifatlari uyg'unlashgan modeli ishlab chiqiladi.

Pedagogik kuzatuv: kimyo darslarida innovatsion metodlarni qo'llash o'quvchilarning o'zlashtirish ko'rsatkichini samarali ravishda oshiradi.

Xulosa qilib aytganda, zamonaviy kimyo o'qituvchisi - bu faqat bilim beruvchi emas, balki yo'naltiruvchidir. Uning kasbiy kompetentligi ilmiy salohiyat, raqamli ko'nikmalar va yuksak pedagogik madaniyat bilan o'lchanadi. Bunday o'qituvchi obrazini shakllantirish kelajakda kimyo sanoati va ilm-fani uchun raqobatbardosh kadrlar tayyorlashning asosiy kafolatidir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Temirbekov A. (2018). Kimyo o'qitish metodikasi. Toshkent: O'qituvchi.
2. Esbergenov J., Qurbanbaev M. (2012). Pedagogik mahorat asoslari. Nukus: Bilim.
3. Embergenov N. va boshq. (2020). Ta'limda innovatsion texnologiyalar. Toshkent: Fan.
4. Azizxo'jayeva N. N. (2010). Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. Toshkent: TDPU.

YASHIL KIMYO TAMOYILLARINI UMUMTA'LIM MAKTABLARI KIMYO DARSLARIGA INTEGRATSIYA QILISH METODIKASI

M.A. Akbarova

Chirchiq Davlat pedagogika universiteti katta o'qituvchisi

[E-mail: m.akbarova@cspi.uz](mailto:m.akbarova@cspi.uz)

O.M. Tajiboyeva, M.U. Yaxshimuratova, A.I. Nazirboyeva, Sh.Sh. Daniyarova

Chirchiq Davlat Pedagogika universiteti Kimyo yo'nalishi talabalari

Annotation. This article discusses methods of integrating green chemistry principles into secondary school chemistry lessons. The study analyzes innovative teaching approaches, environmentally friendly laboratory practices, and interactive methods aimed at developing students' ecological awareness and scientific thinking skills.

Keywords: green chemistry, sustainable development, chemistry education, ecological awareness, innovative methods, environmental safety

Hozirgi globallashuv davrida ekologik muammolarning kuchayishi, tabiiy resurslarning kamayib borishi hamda atrof-muhit ifloslanishining ortishi ta'lim tizimiga yangi talablarni qo'yimoqda. Shu sababli umumta'lim maktablarida kimyo fanini o'qitishda yashil kimyo tamoyillarini integratsiya qilish dolzarb pedagogik masalalardan biri hisoblanadi. Chunki yashil kimyo nafaqat kimyoviy jarayonlarning samaradorligini oshirishga, balki inson salomatligi va ekologik xavfsizlikni ta'minlashga ham xizmat qiladi.

Yashil kimyo tushunchasi XX asrning oxirlarida ekologik muammolarni kamaytirishga qaratilgan ilmiy yo'nalish sifatida shakllangan bo'lib, uning asosiy maqsadi xavfli moddalar hosil bo'lishining oldini olish, chiqindilarni kamaytirish hamda xavfsiz texnologiyalarni qo'llashdan iboratdir. Amerikalik olimlar P.Anastas va J.Warner tomonidan ishlab chiqilgan yashil kimyoning 12 tamoyili bugungi kunda ekologik xavfsiz ishlab chiqarish va ta'limning muhim nazariy asosiga aylangan.

Umumta'lim maktablarida yashil kimyo tamoyillarini o'qitish o'quvchilarda ekologik tafakkur, tabiatga ehtiyotkor munosabat va barqaror rivojlanish kompetensiyalarini shakllantiradi. Shu bois kimyo darslarida an'anaviy yondashuvlar bilan bir qatorda innovatsion pedagogik texnologiyalar va ekologik yo'naltirilgan metodlardan foydalanish muhim ahamiyatga ega.

Kimyo darslarida yashil kimyo tamoyillarini integratsiya qilishning samarali yo'llaridan biri ekologik mazmundagi muammoli vaziyatlarni qo'llashdir. Masalan, "Atmosfera ifloslanishining kimyoviy sabablari" mavzusida o'quvchilarga sanoat chiqindilari, avtomobil gazlari va kislotali yomg'irlarning hosil bo'lish mexanizmini tahlil qilish topshiriladi. O'quvchilar muammoga ilmiy yondashib, ekologik xavfsiz yechimlarni taklif etadi. Bu esa ularda mustaqil fikrlash va ekologik madaniyatni rivojlantiradi.

Yashil kimyo tamoyillarini integratsiya qilishda laboratoriya mashg'ulotlari alohida ahamiyat kasb etadi. An'anaviy laboratoriya ishlarida ko'pincha ko'p miqdorda reaktivlar sarflanadi va zararli chiqindilar hosil bo'ladi. Zamonaviy yashil kimyo yondashuvi esa mikro miqdordagi reaktivlardan foydalanish, xavfsiz moddalarni tanlash va chiqindilarni kamaytirishga asoslanadi. Masalan, "Kislotalarning xossalari" mavzusidagi tajribalarni o'tkazishda katta hajmdagi eritmalar o'rniga tomchilatish usulidan foydalanish mumkin. Bu usul reaktiv sarfini kamaytirish bilan birga o'quvchilar xavfsizligini ham ta'minlaydi.

Shuningdek, o'quvchilarga maishiy chiqindilarni qayta ishlash asosida amaliy loyihalar tashkil etish ham samarali natija beradi. Masalan, plastik chiqindilarni saralash, organik chiqindilardan bioo'g'it tayyorlash yoki tabiiy indikatorlar olish bo'yicha loyihalar o'quvchilarning kimyo faniga qiziqishini oshiradi. Ayniqsa, qizil karam, lavlagi yoki zarchavadan tabiiy indikatorlar tayyorlash tajribalari yashil kimyo tamoyillarini oddiy va tushunarli tarzda o'rgatishga yordam beradi.

Kimyo darslarida STEAM yondashuvi asosida yashil texnologiyalarni o'qitish ham samarali metodlardan biri hisoblanadi. Masalan, "Polimerlar va ekologiya" mavzusida o'quvchilar biologik parchalanadigan materiallar haqida loyiha ishlab chiqishi mumkin. Bu orqali ular kimyo fanining amaliy va ekologik ahamiyatini chuqurroq anglaydi.

Raqamli texnologiyalar ham yashil kimyo ta'limida katta imkoniyatlar yaratadi. Virtual laboratoriyalar va simulyatsion dasturlar yordamida xavfli tajribalarni real reaktivlarsiz bajarish mumkin. Bu esa chiqindilar miqdorini kamaytirish, moddiy resurslarni tejash va ekologik xavfsizlikni ta'minlashga xizmat qiladi. Masalan, PhET simulyatsiyalari orqali kimyoviy reaksiyalarni virtual muhitda kuzatish o'quvchilarning vizual tafakkurini rivojlantiradi.

Yashil kimyo tamoyillarini integratsiya qilishda interfaol metodlardan foydalanish ham muhim ahamiyatga ega. "Aqliy hujum", "Klaster", "Debat", "Case-study" metodlari orqali o'quvchilar ekologik muammolarni tahlil qiladi va ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqadi. Masalan, "Qaysi turdagi yoqilg'i ekologik xavfsiz?" mavzusida tashkil etilgan debat darsi o'quvchilarning analitik va tanqidiy fikrlashini rivojlantiradi.

Bundan tashqari, yashil kimyo tamoyillarini maktab ta'limiga integratsiya qilish o'quvchilarda ekologik mas'uliyat hissini shakllantiradi. Chunki zamonaviy ta'limning asosiy vazifalaridan biri — yosh avlodni tabiatga ongli munosabat ruhida tarbiyalashdir. Kimyo fanining ekologiya bilan integratsiyasi o'quvchilarning kundalik hayotdagi ekologik muammolarga befarq bo'lmasligini ta'minlaydi.

Xulosa qilib aytganda, yashil kimyo tamoyillarini umumta'lim maktablari kimyo darslariga integratsiya qilish o'quvchilarning kimyoviy bilimlarini ekologik tafakkur bilan uyg'unlashtirish imkonini beradi. Innovatsion pedagogik texnologiyalar, ekologik yo'naltirilgan laboratoriya mashg'ulotlari, virtual tajribalar va interfaol metodlar orqali o'quvchilarda barqaror rivojlanish kompetensiyalari shakllanadi. Shu sababli kimyo ta'limida yashil kimyo yondashuvlarini keng joriy etish bugungi kunning muhim pedagogik vazifalaridan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining ekologiya va ta'lim sohasiga oid farmonlari va qarorlari. – Toshkent, 2023.
2. Azizxo'jayeva N.N. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent, 2020.
3. Holikova F. Kimyo fanini o'qitishda innovatsion texnologiyalar. – Toshkent, 2021.
4. Yusufov D., Xolmatov B. Zamonaviy ta'lim texnologiyalari. – Samarqand, 2022.

KIMYO FANIDAN TEST-SINOV TOPSHIRIQLARINI AMALIY TATBIQ ETISH TAJRIBASI

Allayorova Zilola, Komilov Qamariddin O'rinovich

*Chirchiq davlat pedagogika universiteti 2- Email: zilolaallayarovaa@gmail.com

Annotation. The article analyzes the experience of using test tasks in chemistry. Test control is shown to be more effective than traditional assessment, improving students' knowledge quality and independent thinking. Recommendations on test types and assessment criteria are provided.

Keywords: test tasks, chemistry education, knowledge quality assessment, test types, didactic requirements.

Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilar bilimini baholashning ilmiy asoslangan, ob'ektiv va tejamkor usullarini joriy etish dolzarb masalalardan biridir. An'anaviy og'zaki so'rov va yozma ishlar ko'pincha sub'ektiv baholanish xavfi, vaqt talab qilishi va katta hajmdagi o'quvchilarni qamrab olishdagi cheklovlar bilan ajralib turadi. Test-sinov topshiriqlari esa qisqa vaqt ichida ko'plab o'quvchilarning bilim darajasini aniqlash, o'quv materialini o'zlashtirish darajasini ob'ektiv o'lchash imkonini beradi.

Kimyo fani o'ziga xos murakkab tushunchalar, formulalar, reaksiya tenglamalari va amaliy masalalarni o'z ichiga olganligi sababli, test topshiriqlarini to'g'ri tuzish va qo'llash alohida didaktik yondashuvni talab qiladi. Ushbu tezisda kimyo fanidan test-sinov topshiriqlarini amaliy tatbiq etish tajribasi, ularning samaradorligi va o'quvchilarning bilim sifatiga ta'siri eksperimental asosda tahlil qilinadi.

Tadqiqot Chirchiq shahridagi 18-umumta'lim maktablarining 11-sinflarida (jami 60 nafar o'quvchi) o'tkazildi. O'quvchilar ikki guruhga ajratildi: **eksperimental guruh** (30 nafar) va **nazorat guruhi** (30 nafar). Eksperimental guruhda har bir mavzu yakunida va chorak yakunida test-sinov topshiriqlari qo'llanildi, nazorat guruhida esa an'anaviy og'zaki so'rov va yozma nazorat ishlari o'tkazildi.

Test topshiriqlari quyidagi turlardan tashkil topdi: **Yopiq testlar** (bir to'g'ri javobli, ko'p to'g'ri javobli); **Ochiq testlar** (qisqa va kengaytirilgan javobli); **Moslikni aniqlash testlari** (ikki ustunni moslashtirish); **Ketma-ketlikni aniqlash testlari** (jarayon bosqichlarini tartiblash); **Hisoblashga oid testlar** (masalalar).

Test topshiriqlari quyidagi mavzular bo'yicha ishlab chiqildi: "Atom tuzilishi va davriy qonun", "Kimyoviy bog'lanish", "Kislota va asoslar", "Metallar va metallmaslar", "Kimyoviy reaksiyalar turlari". Har bir test 15-20 ta topshiriqdan iborat bo'lib, bajarish vaqti 20-25 daqiqa etib belgilandi. Test natijalari 5 ballik tizimda baholandi. Eksperiment boshlanishida va yakunida o'quvchilarning bilim darajasi diagnostik test orqali aniqlandi.

Natijalar. Eksperimental tadqiqot natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan:

Ko'rsatkich	Eksperimental guruh	Nazorat guruhi
Dastlabki o'rtacha ball	3,2	3,3
Yakuniy o'rtacha ball	4,5	3,8
Bilim sifati ko'rsatkichi (%)	86,4	68,2
To'liq o'zlashtirish darajasi	92,1	76,5
Test topshiriqlarini bajarish tezligi (o'rtacha vaqt)	18 daqiqa	—

Shuningdek, eksperimental guruh o'quvchilarining **87%** test usulini qiziqarli va samarali deb baholagan bo'lsa, nazorat guruhidagi o'quvchilarning faqat **54%** an'anaviy nazorat shakllaridan qoniqish bildirdi. Test topshiriqlari turlari bo'yicha eng yaxshi natijalar **yopiq testlar** (o'rtacha 89% to'g'ri javob) va **moslik testlari** (84%)da, eng past natijalar esa **hisoblashga oid testlar** (68%) va **ochiq testlar** (72%)da qayd etildi.

Olingan natijalar test-sinov topshiriqlarining quyidagi didaktik afzalliklarini ko'rsatadi: 1. **Ob'ektivlik** – testlarni kompyuter yoki maxsus shablonlar yordamida tekshirish sub'ektiv omillarni (o'qituvchining kayfiyati, o'quvchiga munosabati) deyarli butunlay bartaraf etadi. 2. **Vaqt tejamkorligi** – bir dars mobaynida butun sinfning bilimini qamrab olish va tezkor natija olish imkoniyati. 3. **Keng qamrovlilik** – bir nechta mavzu yoki butun chorak materialini qisqa test orqali tekshirish mumkin. 4. **Diagnostik ahamiyat** – test natijalari o'quvchilarning qaysi mavzularda zaifligini aniq ko'rsatadi va differensial yondashuvga imkon beradi. 5. **O'z-o'zini nazorat qilishni rivojlantirish** – o'quvchilar testlar yordamida o'z bilimlarini mustaqil baholashga o'rganadi.

Shu bilan birga, test sinovlarining cheklovlari ham aniqlandi: ba'zi o'quvchilar testlarni "taxmin qilish" orqali yechishga harakat qiladi; murakkab, ijodiy va amaliy ko'nikmalarni (masalan, laboratoriya tajribalarini bajarish) test orqali to'liq baholash qiyin; testlarni tuzish yuqori malaka va vaqt talab qiladi.

Kimyo fanidan test-sinov topshiriqlarini amaliy tatbiq etish tajribasi ularning ta'lim sifatini oshirishdagi yuqori samaradorligini isbotladi. Testlardan muntazam foydalanish o'quvchilarning bilimini mustahkamlash, mavzularni takrorlash va yakuniy nazoratga tayyorlashda muhim vosita hisoblanadi. Quyidagi tavsiyalar ishlab chiqildi: Test topshiriqlari mavzuning barcha darajalarini (bilish, tushunish, qo'llash, tahlil qilish, baholash, ijod qilish) qamrab olishi kerak (Bloom taksonomiyasi asosida). Har bir testda turli qiyinlik darajasidagi (oson, o'rtacha, qiyin) topshiriqlar bo'lishi lozim. Ochiq va hisoblashga oid testlarga alohida e'tibor qaratish, chunki ularda o'quvchilar ko'proq xatoga yo'l qo'yadi. Test natijalarini tahlil qilib, xatolar ustida maxsus ishlash (refleksiya) darslari o'tkazish tavsiya etiladi. Testlarni kompyuter dasturlari (Google Forms, Moodle, Testmoz) yordamida avtomatlashtirish o'qituvchi ishini yengillashtiradi. Kelgusida kimyo fanidan bank (elektron ma'lumotlar bazasi) testlar tizimini yaratish, test topshiriqlarini xalqaro baholash dasturlari (PISA, TIMSS) talablari asosida modernizatsiya qilish va sun'iy intellekt yordamida adaptiv testlarni joriy etish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

Abdullayeva, M. (2016). *Pedagogik texnologiyalar va innovatsion ta'lim*. Toshkent.

Alimuhamedov, R. (2019). *Kimyo fanini o'qitishda interfaol metodlar*.

Rasulov, M. (2017). *Kimyo o'qitish metodikasi*. Toshkent: O'qituvchi.

RIVOJLANGAN DAVLATLAR TAJRIBASINI O'ZBEKISTON MAKTABLARIDA KIMYO FANINI O'QITISHGA INTEGRATSIYA QILISHNING ILMIY-METODIK ASOSLARI

N.M. Qutlimuratov, D.N. Xolmatova N.G'. Ilhomova

Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Toshkent viloyati, O'zbekiston

E-mail: gayratovanazokat25@gmail.com

Abstract the integration of developed countries' educational experiences into chemistry teaching in Uzbekistan is one of the important factors in improving the quality and effectiveness of education. This article analyzes the scientific and methodological foundations of applying advanced international approaches, including PISA and TIMSS assessment systems, innovative pedagogical technologies, digital tools, and student-centered teaching methods in chemistry education. The study highlights the importance of adapting foreign educational practices to the

national education system and improving students' scientific literacy, critical thinking, and practical competencies through modern methodologies.

Keywords: chemistry education, international experience, innovative technologies, PISA, TIMSS, STEAM, scientific literacy, methodology, digital education.

Hozirgi kunda ta'lim tizimini modernizatsiya qilish va xalqaro standartlar asosida rivojlantirish O'zbekiston ta'lim siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, umumta'lim maktablarida kimyo fanini o'qitish metodikasini takomillashtirish, o'quvchilarning ilmiy savodxonligini rivojlantirish hamda amaliy kompetensiyalarini shakllantirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtai nazardan rivojlangan davlatlarning ilg'or pedagogik tajribalarini milliy ta'lim tizimiga integratsiya qilish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Dunyoning rivojlangan davlatlari, masalan Finlandiya, Singapur, Janubiy Koreya, Germaniya va Yaponiya ta'lim tizimlarida kimyo fanini o'qitishda innovatsion yondashuvlar, raqamli texnologiyalar, laboratoriya faoliyatlari va tadqiqotga asoslangan ta'lim metodlari keng qo'llanilmoqda. Ushbu davlatlar tajribasida o'quvchilarni mustaqil fikrlashga, muammoli hal etishga va ilmiy tadqiqot olib borishga yo'naltirish asosiy maqsad sifatida qaraladi. Ayniqsa, PISA va TIMSS xalqaro baholash dasturlarida yuqori natijalarni qayd etayotgan davlatlarda kimyo ta'limi kompetensiyaviy yondashuv asosida tashkil etilganligi kuzatiladi.

PISA xalqaro baholash dasturi o'quvchilarning bilimlarini amaliy hayotiy vaziyatlarda qo'llay olish ko'nikmalarini baholashga qaratilgan bo'lib, unda tabiiy fanlar savodxonligi alohida rol egallaydi. Kimyo fanini o'qitishda PISA topshiriqlaridan foydalanish o'quvchilarning fikrlashi, muammoni hal qilish va ilmiy xulosa chiqarish kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu sababli O'zbekiston umumta'lim maktablarida ham xalqaro baholash mezonlariga mos metodikalarni joriy etish zarurati ortib bormoqda.

Rivojlangan davlatlar tajribasini integratsiya qilishda raqamli texnologiyalarning o'rni ham muhimdir. Virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatsiyalar va sun'iy intellekt asosidagi ta'lim platformalari kimyo fanini o'qitish samaradorligini oshirishda katta imkoniyat yaratadi. Masalan, virtual tajribalar orqali xavfli yoki murakkab kimyoviy jarayonlarni xavfsiz muhitda o'rganish mumkin bo'ladi. Bu esa o'quvchilarning fanga qiziqishini oshirib, nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lash imkonini beradi.

Shuningdek, rivojlangan davlatlar tajribasida STEAM ta'lim yondashuvi alohida ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv fan, texnologiya, muhandislik, san'at va matematika fanlarini integratsiyalash orqali o'quvchilarning ijodiy va innovatsion fikrlash qobiliyatini rivojlantiradi. Kimyo fanida STEAM ta'limidan foydalanish laboratoriya loyihalari, eksperimental tadqiqotlar va real hayotiy muammolarni hal qilish asosida tashkil etiladi.

O'zbekiston umumta'lim maktablarida rivojlangan davlatlar tajribasini samarali joriy etish uchun bir qator ilmiy-metodik asoslarni takomillashtirish talab etiladi. Masalan: kimyo fanining o'quv dasturlarini xalqaro standartlarga moslashtirish; zamonaviy pedagogik texnologiyalarni amaliyotda qo'llash; o'qituvchilarning raqamli va metodik kompetensiyalarini rivojlantirish; laboratoriya bazasini zamonaviy jihozlar bilan boyitish; xalqaro baholash dasturlariga mos topshiriqlar bankini yaratish.

Bundan tashqari, o'qituvchilarning kasbiy rivojlanishini qo'llab-quvvatlash ham muhim rol hisoblanadi. Rivojlangan davlatlar tajribasi shuni ko'rsatadiki, pedagoglarning malakasini muntazam oshirib borish va innovatsion metodlarni o'rgatish ta'lim sifatining yuksalishiga xizmat qiladi. Shu sababli o'qituvchilari uchun xalqaro tajribaga asoslangan treninglar va metodik seminarlarni tashkil etish maqsadga muvofiqdir.

Xulosa qilib aytganda, rivojlangan davlatlar tajribasini O'zbekiston maktablarida kimyo fanini o'qitishga ta'lim sifatini oshirish, o'quvchilarning ilmiy savodxonligini rivojlantirish va xalqaro baholash dasturlarida yuqori natijalarga erishishda muhim rol hisoblanadi. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar, raqamli vositalar va kompetensiyaviy yondashuvlar asosida tashkil

etilgan kimyo fan ta'limi kelajakda raqobatbardosh va innovatsion fikrlovchi yoshlarni tarbiyalashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Amalova A.O., Eshchanov R.E., Ataullov Z.M. (2025). Improving the methodology of teaching chemistry in the process of preparing school students for PISA assessments. *International Journal of Artificial Intelligence*, Vol. 5, №10, pp. 276–283.
2. F., Cukurova M. (2024). AI competency framework for teachers. UNESCO.
3. Seprianto S., Jofrisha I., Mauliza M. (2017). Preservice chemistry teachers' chemical literacy based on PISA and TIMSS results for international and Indonesian students. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 22(2), pp. 151–157.
4. Yildirim B., Akcan A.T. (2024). AI-Professional Development Model for Chemistry Teacher: Artificial Intelligence in Chemistry Education. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, Vol. 10, №4.
5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining ta'lim sifatini oshirishga oid qarorlari va me'yoriy hujjatlari.

KIMYO FANINI O'QITISHDA AXBOROT-TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH

H.T.To'rayeva¹, A.A.Axmetova², R.Maxkamova³, D.K.Shavkatova³,
N.Urazbayeva³, Z.S.Turobov³

¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy ta'limda virtual tajribalar simulyatsiyasining o'rni va ahamiyati tahlil qilingan. Virtual laboratoriyalar — bu real tajriba o'rni bosuvchi, raqamli muhitda ishlaydigan ta'lim vositalari bo'lib, ular orqali o'quvchilar kimyo fanidan nazariy bilimlarini mustahkamlab, amaliy ko'nikmalarni xavfsiz va iqtisodiy jihatdan qulay shaklda egallaydilar. Maqolada virtual simulyatsiyalarning o'quv jarayonidagi pedagogik samaradorligi, an'anaviy laboratoriyalarga nisbatan afzalliklari hamda ularni o'quv dasturlariga integratsiya qilish imkoniyatlari yoritilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, virtual tajribalar o'quvchilarning fanga qiziqishini oshiradi, tajriba o'tkazish ko'nikmalarini rivojlantiradi va ta'lim sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Kalit so'zlar: virtual laboratoriya, simulyatsiya, raqamli texnologiya, xavfsiz tajribalar, masofaviy ta'lim, PhET, ChemCollective, Labster, MolView dasturlari.

Abstract. This article analyzes the role and importance of simulation of virtual experiments in modern education. Virtual laboratories are educational tools that work in a digital environment, replacing real experience, through which students reinforce their theoretical knowledge of chemistry and acquire practical skills in a safe and cost-effective form. The article highlights the pedagogical effectiveness of virtual simulations in the World scientific research journal their advantages over traditional laboratories, and the possibilities of their integration into educational programs. The research results show that virtual experiments increase students' interest in the subject, develop experimental skills, and significantly improve the quality of education.

Keywords: virtual laboratory, simulation, digital technology, safe experiments, distance learning, PhET, ChemCollective, Labster, MolView programs.

"Virtual laboratoriya" — bu kompyuter yoki internet orqali ishlaydigan, foydalanuvchilarga laboratoriya tajribalarini simulyatsiya qilish (ya'ni, haqiqiy tajribalarga o'xshash tarzda bajarish) imkonini beradigan dasturiy platformadir. Bu ayniqsa, kimyo, fizika, biologiya va boshqa tabiiy fanlarda o'quvchilar uchun foydalidir. Virtual laboratoriyaning asosiy afzalliklari: Xavfsizlik — xavfli moddalar yoki portlovchi reaksiyalar bilan tajriba xavfsiz tarzda o'rganiladi. Tejamkorlik—real reaktiv va jihozlarga ehtiyoj qolmaydi. Ko'p martalik

foydalanish — bir xil tajribani qayta-qayta bajarish mumkin. Masofadan o'rganish imkoniyati — istalgan joyda internet orqali foydalanish mumkin. Tahlil qilish va natijalarni o'rganish — ko'plab platformalar grafik, hisobot yoki avtomatik tahlil vositalarini taqdim etadi. Simulyatsiyalar—bu real hayotdagi jarayon yoki hodisalarning kompyuter orqali yaratilgan sun'iy (virtual) modeli bo'lib, ular orqali foydalanuvchi o'rganish, tahlil qilish yoki tajriba o'tkazishni xavfsiz va nazorat qilinadigan sharoitda amalga oshiradi. Simulyatsiyalar turlari ta'limda (xususan, kimyo fanida): Virtual laboratoriyalar – kimyoviy tajribalarni ekranda vizual va interaktiv ko'rinishda o'tkazish; Interaktiv reaksiyalar – modda aralashmalari, reaksiyalar tenglamalari va mahsulotlarning hosil bo'lish jarayonini modellashtirish; Jarayon simulyatsiyalari – diffuziya, termik o'zgarishlar, eritmalar tayyorlash va titrlash; 3D modellar – molekular va atomlar tuzilishini fazoviy ko'rinishda o'rganish; Vaqt bo'yicha kuzatuv – moddaning holati vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini ko'rsatish. Simulyatsiyalarning afzalliklari: Xavfsizlikni ta'minlaydi (masalan, portlovchi moddalarsiz ishlash); Qimmat laboratoriya asbob-uskunalarisiz o'qitish imkonini beradi; Har qanday vaqtda va joyda tajriba o'tkazish imkoni; O'quvchilarda mustaqil fikrlash va kuzatish ko'nikmalarini rivojlantiradi; Murakkab jarayonlarni oddiylashtirib, tushunarli qiladi. Mashhur virtual laboratoriya platformalari: kimyo fanida simulyatsiya o'tkazish uchun eng ko'p ishlatiladigan dasturlar va platformalar haqida qisqacha ma'lumot beraman. Bu dasturlar o'quvchilarga tajribalarni virtual tarzda o'tkazish, moddalarning reaksiyalarini ko'rish va molekula tuzilmalari bilan ishlash imkonini beradi. Kimyoviy simulyatsiyalar uchun mashhur dasturlar:

1. PhET Interactive Simulations (Colorado University) Xususiyatlari: Kimyo, fizika, biologiya kabi fanlar uchun interaktiv simulyatsiyalar. Kimyo bo'yicha mavzular: Atom tuzilishi, gaz qonunlari, eritmalar, kislota asoslar, reaksiyalar tezligi va boshqalar. Afzalliklari: Bepul, o'zbek tiliga qisman tarjima qilingan, oddiy interfeys.

2. ChemCollective Xususiyatlari: Virtual laboratoriya muhiti, tajriba mashqlari, testlar, modellashtirish imkoniyatlari. Kimyo bo'yicha mavzular: Titrash, stexiometriya, pH, energiya o'zgarishlari. Afzalliklari: O'rta maktab va universitet darajasiga mos, bepul.

3. Labster Xususiyatlari: Virtual reallikka asoslangan laboratoriyalar, 3D tajribalar, o'quvchi avvaldan bilim olish jarayonida ishtirok etadi. Kimyo bo'yicha mavzular: Organik kimyo, hujayra tahlili, kimyoviy bog'lar, fermentlar, laboratoriya xavfsizligi. Afzalliklari: Real laboratoriyaga juda yaqin, grafikalar kuchli, ammo to'liq versiyasi pullik.

4. MolView Xususiyatlari: Molekulalar tuzilmasini 2D va 3D formatda ko'rish va tahrirlash imkoniyati. Afzalliklari: Internet orqali ishlaydi, bepul, o'quvchilar molekularni yaratib ko'rishi mumkin.

5. Avogadro Xususiyatlari: Molekulyar modeling va kvant kimyo hisoblari uchun ochiq manba kodli dastur. Afzalliklari: 3D molekulyar strukturalarni chizish, optimallashtirish, eksport qilish mumkin.

6. Nobook Chemistry — bu xitoylik Nobook EdTech kompaniyasi tomonidan yaratilgan virtual kimyo laboratoriyasi bo'lib, u ta'lim jarayonini interaktiv, xavfsiz va texnologik jihatdan zamonaviy shaklda tashkil etish uchun mo'ljallangan. Nobook Chemistry dasturi haqida qisqacha: Asosiy maqsadi: Kimyo fanini o'rganishda real laboratoriyaga o'xshash virtual muhitda tajriba o'tkazish imkonini berish. O'quvchilar amaliyotda bajarilishi kerak bo'lgan ishlarni onlayn shaklda bajaradilar. Dastur xususiyatlari: Virtual laboratoriya Real laboratoriyani simulyatsiya qiladi: kolba, probirka, termometr, reagentlar, o'lchovlar mavjud. Interaktiv tajribalar O'quvchi reagent tanlaydi, aralashtiradi, reaksiyani kuzatadi, o'lchaydi. Real vaqtda ko'rsatkichlar Harorat, pH, hajm o'zgarishlarini real vaqtda ko'rsatadi. Tajriba jarayoni yozuvi O'qituvchi va o'quvchi bajarilgan tajriba haqida hisobot olishadi. Baholash va nazorat O'quvchining tajriba bajarganini avtomatik baholash funksiyasi mavjud. Xavfsizlik: Hech qanday portlash, zaharlanish yoki moddalar bilan bevosita kontakt yo'q. Ta'limdagi afzalliklari: Qimmat asbob-uskunalarsiz laboratoriya muhitini yaratadi. Har

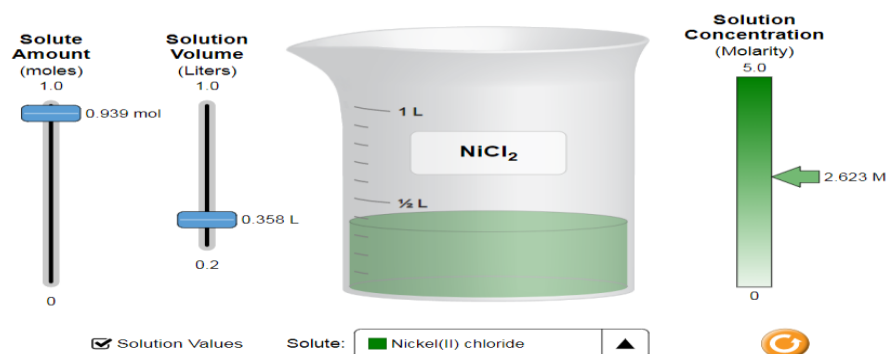
bir o'quvchi mustaqil ravishda tajriba bajara oladi. Uzoqdan o'qitish (masofaviy ta'lim) uchun juda mos. Xatolardan o'rganish imkoni mavjud — o'quvchi noto'g'ri reagent qo'shsa, dastur real oqibatini ko'rsatadi. Internetda mavjudligi: Platforma: odatda maktablar bilan shartnoma asosida ishlaydi. Til: asosan xitoycha, inglizcha versiyasi ham mavjud. Tizimga kirish: ko'pincha ro'yxatdan o'tgan maktablar orqali (yakka tartibda kirish qiyin bo'lishi mumkin). O'xshash dasturlar: Agar Nobook dasturiga to'g'ridan-to'g'ri kira olmasangiz, quyidagi muqobillar ham foydali bo'ladi: PhET Simulations Labster ChemCollective Beyond Labz Nobook Chemistry dasturidan foydalanish bo'yicha yo'riqnoma:

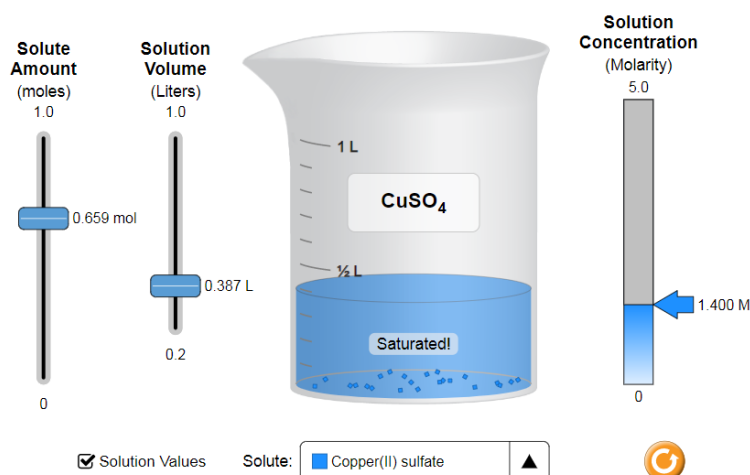
1. Tizimga kirish (login) Manzil: <https://www.nobook.com> Saytga kirgach, odatda ro'yxatdan o'tgan maktablar yoki o'qituvchilar orqali foydalanuvchi nomi (username) va parol (password) orqali tizimga kiriladi. Agar siz individual foydalanuvchi bo'lsangiz, demo hisob (trial) so'rab murojaat qilishingiz mumkin. 2. Asosiy menyu: Kirishdan so'ng siz quyidagilarni ko'rasiz: Virtual Laboratory (Laboratoriya) — tajribalarni boshlash joyi; Experiments (Tajribalar) — mavzular bo'yicha tajriba ro'yxati; Assignments (Topshiriqlar) — o'qituvchi tayinlagan vazifalar; Reports (Hisobotlar) — bajargan tajribalaringiz natijalari.

3. Tajriba bajarish: "Virtual Laboratory" bo'limiga kiring. Mavzu bo'yicha tajriba tanlang. (Masalan: Kislota va asoslarning neytrallanishi) Ekranda laboratoriya jihozlari paydo bo'ladi (kolba, probirka, pipetka va h.k.). Reagentlarni tanlang, kerakli miqdorda quying, haroratni o'zgartiring yoki aralashtiring. Reaksiya jarayoni animatsiya orqali ko'rsatiladi. Reaksiya ketgach, natijalarni yozing, kuzatishlarni qayd eting. Tajriba yakunida "Submit" (Yuborish) tugmasini bosing. 4. Hisobot (Report) olish: Har bir tajribadan so'ng tizim sizga avtomatik tarzda natijalarni saqlaydi. O'qituvchi bu hisobotni ko'rishi va baholashi mumkin. O'quvchi PDF ko'rinishda hisobot yuklab olishi mumkin.

5. Til sozlamalari: Ba'zi versiyalarida faqat xitoycha yoki inglizcha til mavjud. Sozlamalarda (Settings) "Language" bo'limidan English tilini tanlash tavsiya etiladi. Qo'shimcha maslahatlar: Kompyuterda ishlash uchun Chrome brauzeridan foydalaniladi Grafikalar kuchli bo'lgani uchun internet tezligi yetarli bo'lishi kerak.

PhET





Xulosa: Ushbu dasturlar o'qituvchilar va o'quvchilar uchun xavfsiz, arzon va interaktiv muhit yaratadi. Ayniqsa, kimyo tajribalari xavfli yoki qimmat bo'lgan hollarda, virtual simulyatsiyalar real tajribaning eng yaxshi o'rnini bosuvchi vosita hisoblanadi.

Adabiyotlar ro'yxati

Jonassen, D. H. (2000). Computers as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking with Technology. — Merrill Prentice Hall. World scientific research journal <https://scientific-jl.com/ws/rj> 391 Volume-40_Issue-2_June-2025

Turaboyev B.T., Xidirova N.T. (2022). Zamonaviy kimyo ta'limida raqamli texnologiyalar. — Toshkent: O'qituvchi nashriyoti.

Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Multiple Representations in Chemical Education. — Springer

Anwar, Y., & Hussain, A. (2016). Effectiveness of Simulation in Science Teaching at Secondary Level. — Journal of Education and Educational

TA'LIMDA SUN'IY INTELLEKTNING KIMYONI O'RGANISHGA TA'SIRI

Mualliflar: k.f.f.d. PhD, dotsent Xudayberganov M.S., ilmiy tadqiqotchi Yovqochova Z.A.

Chirchiq davlat pedagogika universiteti, O'zbekiston;

z6793966@gmail.com

Annotation. This study examines the pedagogical potential of artificial intelligence in school chemistry education. Experimental results from 84 students (grades 8–9) show that AI-based learning improved academic performance by 12%, accelerated laboratory task mastery by 18%, and reduced teacher workload by 22–25%.

Keywords: artificial intelligence, chemistry education, adaptive learning, virtual laboratory, digital education.

XXI asrda raqamlashtirish jarayoni ta'lim tizimiga chuqur ta'sir ko'rsatmoqda. O'zbekiston Respublikasining "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi va PF-6079-sonli Farmoni STEM fanlarida innovatsion usullarni joriy etishni ustuvor vazifa sifatida belgilaydi. Kimyo fani murakkab abstrak tushunchalar, formulalar va laboratoriya tajribalarini o'z ichiga oladi; an'anaviy ta'limda o'quvchilarning 60–65 foizi nazariyadan amaliyotga o'tishda jiddiy qiyinchiliklarga duch keladi. Sun'iy intellekt (SI) texnologiyalari har bir o'quvchining bilim darajasiga moslashib, zaif tomonlarini aniqlab, maxsus vazifalar taklif etish imkonini beradi. Seldon va Abidoye (2018) to'rtinchi ta'lim inqilobi konsepsiyasida SI ning ta'lim tizimini o'zgartirishga qodir ekanligini isbotlagan. OECD (2022) ma'lumotlariga ko'ra, 38 rivojlangan mamlakatdan 31 tasida SI asosidagi adaptiv ta'lim tizimlari milliy o'quv dasturlariga kiritilgan.

Mol hisoblash, kimyoviy reaksiya mexanizmlari va laboratoriya xavfsizligi kabi mavzularda o'zlashtirish darajasi past bo'lib qolmoqda. Inklyuziv ta'lim talablari ortib borayotgan sharoitda maxsus ehtiyojli o'quvchilar uchun moslashtirilgan kimyo materiallari yetarli emas. Holmes va boshqalar (2019) SI ning adaptiv tizimlar orqali turli o'quv qobiliyatidagi o'quvchilarga sifatli ta'lim berishini asoslagan. O'zbekiston maktablarida SI asosidagi kimyo ta'limi bo'yicha empirik tadqiqotlar hali yetarli emas — ushbu tadqiqot aynan shu ilmiy bo'shliqni to'ldirish zaruriyatidan kelib chiqadi.

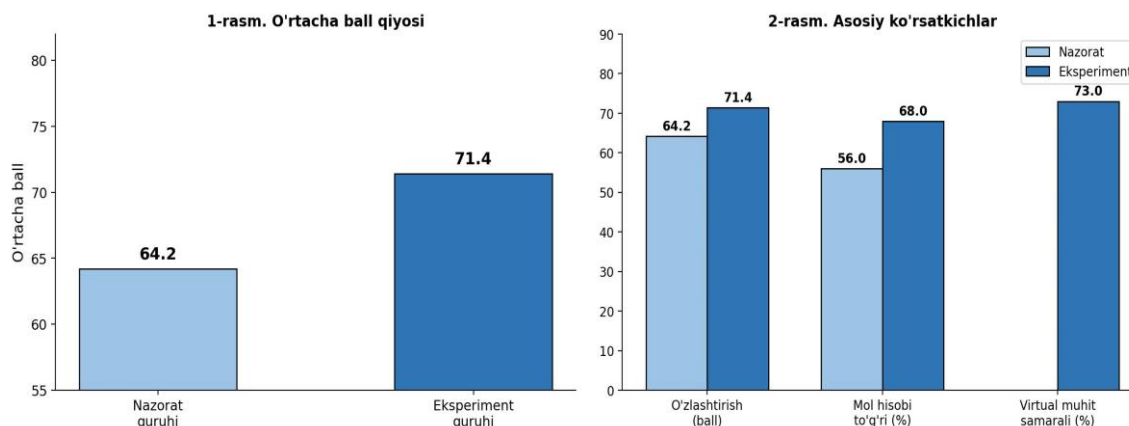
Maqsad — maktab kimyo ta'limida SI texnologiyalarining o'quvchilar o'zlashtirishiga ta'sirini eksperimental tarzda aniqlash va asoslash. Tadqiqot 2025–2026 o'quv yilida ikkita umumta'lim maktabining 8–9-sinf o'quvchilari (jami 84 nafar) ishtirokida o'tkazildi. O'quvchilar nazorat guruhi (42 nafar, an'anaviy ta'lim) va eksperiment guruhi (42 nafar, PhET Interactive Simulations, ChemCollective virtual laboratoriyasi, Khan Academy adaptiv tizimi) ga ajratildi. Ma'lumotlar kirish va yakuniy nazorat sinovlari, kuzatuv daftarlari hamda so'rovnomalar orqali to'plandi. Natijalar statistik tahlil (t-test, $p \leq 0,05$) yordamida ishlov berildi.

1-jadval. Nazorat va eksperiment guruhlarining asosiy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Nazorat guruhi	Eksperiment guruhi	Farq
O'rtacha ball (100 ballik)	64,2	71,4	+12%
Laboratoriya vazifalari tezligi	Asos (100%)	+18% tez	+18%
Mol hisoblash to'g'ri (%)	56%	68%	+12%
O'qituvchi tekshiruv vaqti	Asos (100%)	22–25% kam	–22%
Virtual muhit samarali (so'rov)	—	73% o'quvchi	—

1-jadval va 1–2-rasmlardagi ma'lumotlar ko'rsatishicha, eksperiment guruhining o'rtacha bali nazorat guruhiga nisbatan 12 foizga yuqori bo'di (71,4 ball vs 64,2 ball, $p \leq 0,05$). Bu farq statistik jihatdan ishonchli bo'lib, Luckin va boshqalar (2016) adaptiv o'qitish nazariyasini amalda tasdiqlaydi. Virtual laboratoriyadan foydalangan o'quvchilar mavzularni 18 foizga tezroq o'zlashtirdi; ularning 73 foizi virtual muhitni samaraliroq deb baholadi. Mol hisoblash mavzusida to'g'ri yechim topganlar salmog'i 56 foizdan 68 foizga ko'tarildi. Inklyuziv ta'limda ham ijobiy natija qayd etildi: eshitish qobiliyati cheklangan o'quvchilar AI vizualizatsiya vositalari yordamida darslarni to'siqsiz o'zlashtirdi. Avtomatlashtirilgan baholash tizimi o'qituvchining tekshiruv vaqtini 22–25 foizga qisqartirdi. Olingan natijalar Holmes va boshqalar (2019) xulosalari bilan to'la mos keladi.

1–2-rasm. Guruhlar ko'rsatkichlari grafigi (chap: o'rtacha ball; o'ng: asosiy ko'rsatkichlar)



Adabiyotlar sharhi. Luckin va boshqalar (2016) adaptiv o'qitish tizimlari o'quvchilarning individual ehtiyojlarini real vaqtda aniqlab, moslashgan topshiriqlar taqdim etishini ko'rsatgan. Holmes, Bialik va Fadel (2019) SI ning ta'limdagi pedagogik imkoniyatlarini kengroq tahlil qilib, uni an'anaviy usullarni to'ldiruvchi samarali vosita sifatida tavsiflagan. STEM fanlarida virtual laboratoriyalardan foydalanish samaradorligi PhET Interactive Simulations va ChemCollective platformalari misolida ilmiy asoslangan (OECD, 2022). O'zbekiston kontekstida mahalliy sharoitga moslashtirilgan empirik natijalar kamyob bo'lib, ushbu tadqiqot shu bo'shliqni to'ldiradi.

Tadqiqot SI texnologiyalari maktab kimyo ta'limida an'anaviy usullarga samarali muqobil ekanligini eksperimental tarzda isbotladi: o'zlashtirish 12%, laboratoriya sur'ati 18% oshdi, o'qituvchi vaqti 22–25% tejaldi. Inklyuziv ta'limda ham ijobiy natijalar qayd etildi. OECD SI ni kelajak ko'nikmalarini rivojlantirishda ustuvor vosita sifatida belgilaydi (OECD, 2022). Amaliy tavsiyalar: (1) kimyo o'qituvchilarini virtual laboratoriya va adaptiv tizimlar bilan ishlashga maqsadli tayyorlash; (2) maktab kimyo kabinetlarini raqamli infratuzilma bilan jihozlash; (3) SI asosidagi adaptiv tizimlarni milliy o'quv dasturiga integratsiya qilish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

Holmes, W., Bialik, M. & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Boston: Center for Curriculum Redesign.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. London: Pearson.

OECD. (2022). AI and the future of skills. Paris: OECD Publishing.

Seldon, A. & Abidoye, O. (2018). The fourth education revolution. Buckingham: University of Buckingham Press.

KIMYO TA'LIMINI O'QITISH JARAYONIDA SIMULYATOR VA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN FOYDALANISH

H.T.To'rayeva¹, A.K.Abdushukurov², A.A.Axmetova³, S.J.Esanova⁴, S.S.Rasulova⁴

¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo kafedrası v.b. dotsenti

²O'zMU Organik kimyo kafedrası professori

³Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo kafedrası magistranti

⁴Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo kafedra talabalari

Annotasiya: Ushbu maqolada kimyo ta'limi jarayonida simulyatorlar va virtual laboratoriyalardan foydalanish zamonaviy pedagogikaning eng samarali metodlaridan biri ekanligini ko'rish mumkin.

Kalit so'zlar: Virtual, Simulyator, animatsiyalar, grafikalar, Interaktiv, dars, dizayni, visual, electron, innovatsion.

Abstract: This article shows that the use of simulators and virtual laboratories in the process of chemistry education is one of the most effective methods of modern pedagogy.

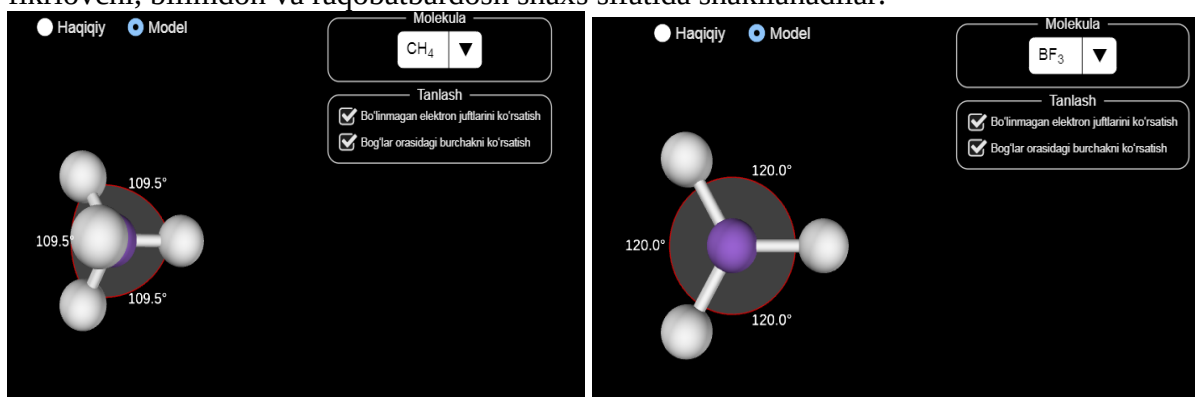
Keywords: Virtual, Simulator, animations, graphics, Interactive, lesson, design, visual, electronic, innovative.

Virtual laboratoriyalar o'quvchilarga real tajribalar davomida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavflardan holi, xavfsiz elektron muhitda tajribalar o'tkazish imkonini yaratadi. Bunday raqamli vositalar amaliy mashg'ulotlarni soddada, tushunarli va interaktiv shaklda tashkil etishga xizmat qilib, darslarning qiziqarli, mazmunli hamda samarali bo'lishini ta'minlaydi. Virtual laboratoriyalar yordamida o'quvchi laboratoriya jihozlari yoki kimyoviy reaktivlar yetarli bo'lmagan sharoitda ham zarur tajribalarni mustaqil bajarishi, natijalarni vizual kuzatishi va ularni ilmiy tahlil qilishi mumkin. Bu esa o'quv jarayonini yanada boyitadi va o'quvchilarda mustaqil fikrlash, tahlil qilish hamda muammolarni yechish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Simulyator va virtual laboratoriyalardan foydalanish metodikasini ta'lim jarayoniga samarali joriy etish uchun, avvalo, o'qituvchining o'zi ushbu raqamli platformalar bilan ishlashni mukammal egallashi zarur. Shuningdek, u mavzuga mos, pedagogik jihatdan asoslangan va o'quvchilarning yosh hamda bilim darajasiga mos keladigan dasturiy vositalarni tanlashi muhimdir. Kimyo bo'yicha dars jadvaliga integratsiya qilingan virtual tajribalar o'quv dasturida belgilangan mavzularni yanada boyitadi va o'quvchilarning fan mazmunini chuqurroq anglashiga xizmat qiladi. Dars jarayonida o'qituvchi tomonidan simulyatsiya va tajriba natijalarini muhokama qilish, o'quvchilarning o'zlashtirish darajasini muntazam monitoring qilish, mustaqil ishlash uchun topshiriqlar berib borish hamda muammoli vaziyatlarni hal qilishga yo'naltirilgan ta'limiy muhitni shakllantirish katta ahamiyat kasb etadi.

Raqamli resurslar asosida tashkil etilgan darslar o'quvchilarda mustaqil bilim egallash, izlanuvchanlik va amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish jarayonini sezilarli darajada faollashtiradi. Mazkur yondashuv o'quvchilarga individual sur'atda o'rganish, o'z ustida izchil ishlash hamda nazariy bilimlarni interaktiv shaklda amaliy tajribalar orqali sinab ko'rish imkonini beradi. Raqamli laboratoriyalar turli mavzular, modda va hodisalar ustida tajribalar o'tkazish, shuningdek, murakkab kimyoviy jarayonlarni bosqichma-bosqich kuzatish imkoniyatini yaratadi. Natijada o'quvchilar nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy tajriba orttirib, fan mohiyatini chuqurroq anglaydilar. Raqamli vositalarning yana bir muhim afzalligi shundaki, ular o'quv jarayonida yuzaga kelgan xatolarni tezkor tuzatish, natijalarni qayta ko'rib chiqish va ularni batafsil muhokama qilish imkonini ta'minlaydi. Kimyo darslarida raqamli resurslardan foydalanishda metodik jihatdan bir qator bosqichlarga amal qilish yuqori samaradorlikka erishishni ta'minlaydi. Avvalo, o'tiladigan mavzu aniqlanadi, dars uchun mos virtual laboratoriya yoki simulyator dasturi tanlanadi va o'qituvchi ushbu resursning funksional imkoniyatlarini oldindan o'rganib chiqadi. Dars jarayonida o'quvchilarga simulyator yoki virtual laboratoriyaning vazifasi, qo'llash tartibi va pedagogik maqsadi haqida aniq tushuntirish beriladi. Mavzuga mos virtual tajriba asosida interfaol o'quv faoliyati tashkil etiladi. O'quvchilar guruh, juftlik yoki individual shaklda tajribalar o'tkazib, natijalarni muhokama qiladilar va ilmiy xulosalar shakllantiradilar. Dars yakunida o'qituvchi tajriba natijalari, mavzuning nazariy asoslari va o'quvchilarning kuzatuvlarini o'zaro uyg'unlashtiradi hamda o'quvchilar bilimini amaliy topshiriqlar orqali mustahkamlaydi.

Kimyo fanida ko'plab murakkab jarayonlar va abstrakt tushunchalar mavjud bo'lib, ularni o'quvchilarga soddada va tushunarli shaklda yetkazish dars sifati uchun muhim ahamiyatga ega. Raqamli resurslardan foydalanish ushbu murakkab mavzularni aniq, vizual va jonli ko'rinishda tushuntirish imkonini beradi. Simulyatorlar va virtual laboratoriyalar yordamida moddalarning tarkibi, reaksiyalar mexanizmi, molekular tuzilishi, energiya o'zgarishlari kabi qiyin mavzularni bosqichma-bosqich o'zlashtirish osonlashadi. Raqamli animatsiyalar va grafikalar kimyoviy jarayonlarni yanada ko'rgazmali ko'rinishda taqdim etib, o'quvchilarning mavzuni tasavvur qilish, tahlil etish hamda amaliyotga tatbiq qilish imkoniyatini kengaytiradi. Shu bilan

birga, raqamli texnologiyalar nafaqat darsning sifatini oshiradi, balki o'quvchilarda erkin fikrlash, mustaqil izlanish, jamoaviy hamkorlik va axborot texnologiyalaridan foydalanish kompetensiyalarini rivojlantiradi. Zamonaviy pedagogik vositalar orqali yoshlar innovatsion fikrlovchi, bilimdon va raqobatbardosh shaxs sifatida shakllanadilar.



Pedagoglar uchun asosiy vazifa – zamonaviy raqamli resurslarni to'g'ri tanlash, ular yordamida dars jarayonini samarali tashkil etish, o'quvchilarni yangi bilimlar olishga jalb qilish hamda yuzaga kelgan savollarni asosli tarzda hal etishda yo'l-yo'riq ko'rsatishdir. O'quvchilar o'z ustida mustaqil ishlash jarayonida interaktiv platformalardan foydalanib, nazariy bilimlarini chuqurlashtiradilar, o'zlashtirish darajasini muntazam nazorat qilib boradilar. O'qituvchi tomonidan beriladigan doimiy monitoring, metodik yordam va tahliliy mulohazalar o'quvchilarni yanada samarali o'qishga undaydi. Raqamli resurslardan oqilona foydalanish nafaqat dars jarayonida, balki o'quvchilarning mustaqil ilmiy izlanishlari, fan olimpiadalari va turli tanlovlarga tayyorgarlik jarayonlarida ham katta ahamiyat kasb etadi. Virtual laboratoriyalar murakkab tajribalarni xavfsiz muhitda o'tkazish, reaksiyalarni modellashtirish va natijalarni tezkor tahlil qilish imkonini beradi. Bu esa kimyo fanining yanada qiziqarli va mazmunli o'rganilishiga xizmat qiladi. Raqamli resurslarning yana bir muhim afzalligi – ular ta'lim muassasasida yetishmaydigan yoki foydalanish cheklangan laboratoriya jihozlari, kimyoviy reaktivlar va boshqa texnik vositalarning o'rnini muvaffaqiyatli bosishi hamda ekologik va iqtisodiy jihatdan tejamkorlik yaratishidir. Kimyo darslaridagi xavfsizlik qoidalarini virtual muhitda to'liq ta'minlash imkoniyati esa o'quv jarayonini yanada qulayroq qiladi. Interaktiv dars dizayni, vizual animatsiyalar va simulyatsiyalar o'quvchilar tasavvurini boyitadi, mavzuga bo'lgan qiziqish va motivatsiyasini oshiradi. Bunda o'qituvchining zamonaviy dasturiy vositalar, onlayn platformalar va virtual laboratoriyalar bo'yicha yangiliklardan xabardor bo'lib borishi, o'z pedagogik mahoratini muntazam rivojlantirishi zarur. Raqamli resurslardan foydalanish metodikasi o'quvchilarni faol jalb etishga, hamjihatlikda ishlashga, mustaqil va ijodkorlik bilan fikrlash kompetensiyalarini rivojlantirishga qaratilgan bo'lishi lozim. Mustaqil faoliyatga asoslangan o'quv jarayoni o'quvchilarning fanlarga bo'lgan qiziqishini oshiradi, kimyo fanining murakkab jihatlarini oson o'zlashtirishga yordam beradi va tahliliy fikrlash ko'nikmalarini shakllantiradi. Virtual laboratoriyalar orqali fanlararo bog'liqlikni yo'lga qo'yish, loyihaviy ishlash, modellashtirish va innovatsion fikrlash kabi ko'nikmalar rivojlanadi. Jahonning ilg'or ta'lim muassasalarida raqamli resurslardan keng foydalanilayotgani, ularning kimyo ta'limining natijadorligini oshirishdagi o'rni va dolzarbligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Xulosa sifatida aytish mumkinki, kimyo darslarida raqamli resurslardan, xususan, simulyatorlar va virtual laboratoriyalardan foydalanish o'quvchilarning bilimlarini mustahkamlash, amaliy ko'nikmalarini rivojlantirish hamda fan mazmunini chuqur o'zlashtirish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Raqamli pedagogika vositalari asosida tashkil etilgan mashg'ulotlar o'quvchilarning o'quv faoliyatini faollashtiradi, ularda jamoada ishlash,

mustaqil qaror qabul qilish, muammolarni yechish, tahliliy fikrlash va nazariy bilimlarni amaliyotga tatbiq eta olish kabi muhim kompetensiyalarni shakllantiradi. Pedagoglarning zamonaviy raqamli resurslarni oqilona tanlashi, ularni dars jarayoniga mos ravishda joriy etishi, o'quvchilarning bilimlarini muntazam monitoring qilib borishi va ta'lim jarayonida individuallashtirilgan yondashuvni qo'llashi zamonaviy ta'lim talablarining to'laonli amalga oshirilishiga xizmat qiladi. Raqamli resurslardan maqsadli foydalanish kimyo darslarini yanada samarali, mazmunli, qiziqarli va innovatsion shaklda tashkil etish imkonini beradi. Shu bilan birga, raqamli texnologiyalarni ta'lim jarayoniga integratsiya qilishning asosiy maqsadi – kelajakda bilimli, kompetent, ijodkor va innovatsion tafakkurga ega yosh avlodni tarbiyalash uchun mustahkam zamin yaratishdir. Mazkur yondashuv nafaqat kimyo fanini o'qitishda, balki umumiy ta'lim tizimini modernizatsiya qilishda ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

Ahmedov, D. (2020). Kimyo fanini o'qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish usullari. *O'zbekiston Pedagogika Jurnal*, 4(2), 55–63.

Baxromova, Z. (2018). Virtual laboratoriyalarning kimyo ta'limidagi o'rni va ahamiyati. *Zamonaviy Ta'lim*, 5(3), 25–29.

G'afurova, S. (2021). Kimyo darslarida interfaol resurslardan samarali foydalanish. *Ilm va Zamonaviylik*, 8(1), 61–67.

Islomova, M. (2019). Kimyo ta'limida virtual simulyatorlar vositasida amaliy mashg'ulotlar o'tkazish. *Ta'lim va Texnologiyalar*, 3(2), 79–85.

Jabborov, A. (2022). Raqamli laboratoriyalardan foydalanishda o'quvchilar faoliyatini oshirish. *O'qituvchi*, 9(2), 102–108.

Karimova, N. (2021). Raqamli texnologiyalar yordamida kimyo fanini interfaol o'qitish. *O'zbekiston Fanlari Akademiyasi Xabarlar*, 2(6), 44–50.

RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA KIMYO FANINI O'QITISH MUAMMOLARI

Turgunbayeva K.U *ChDPU kimyo yo'nalishi 3-bosqich talabasi*

Qurbonova M. E. *ChDPU Kimyo kafedrasi katta o'qituvchisi*

Email: turgunbayevakomila063@gmail.com

Annotation. This article analyzes the current problems and solutions of introducing digital technologies into the process of chemistry education. The research covers the obstacles in the use of virtual laboratories, multimedia tools and simulation programs, in particular, the issues of material and technical base and digital competence of educators. The possibilities of improving the quality of education by visualizing chemical processes using digital technologies are justified.

Keywords: digital technologies, virtual laboratory, multimedia, chemistry education, simulation, ICT literacy, visualization, interactive education.

Zamonaviy dunyoda ta'lim tizimining raqamlashishi tabiiy fanlarni, xususan, kimyoni o'qitish metodikasini tubdan o'zgartirmoqda. Kimyo fani o'z mohiyatiga ko'ra eksperimental va ko'rgazmali bo'lishi lozim. Raqamli texnologiyalar atom va molekulalar darajasidagi murakkab jarayonlarni vizuallashtirish (ko'z bilan ko'radigan darajaga keltirish) imkonini beradi. Biroq, ushbu texnologiyalarni amaliyotga joriy etishda bir qator tizimli muammolar saqlanib qolmoqda.

Kimyo fanini raqamli texnologiyalar asosida o'qitishda asosiy muammo — bu nazariya va raqamli vositalarning nomutanosibligidir. Ko'pincha raqamli dasturlar darsliklar mazmuni bilan to'liq integratsiya qilinmagan. Shuningdek, ko'plab virtual simulyatsiyalar chet tillarida ekanligi o'quvchilar va hatto ayrim o'qituvchilar uchun ham qiyinchilik tug'dirmoqda.

Tadqiqot davomida tizimli tahlil, pedagogik kuzatuv va sotsiologik so'rovnoma usullaridan foydalanildi. Chirchiq davlat pedagogika universiteti tajribasidan kelib chiqib, bo'lajak kimyo o'qituvchilarning raqamli vositalar (masalan, Phet, Yenka, Crocodile Chemistry) bilan ishlash darajasi o'rganildi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida raqamli kimyo ta'limidagi asosiy muammolar quyidagicha guruhlandi:

1. Moddiy-texnik yetishmovchilik: Maktab laboratoriyalarida zamonaviy kompyuterlar va VR (virtual borliq) qurilmalarining yetarli emasligi.

2. Pedagoglarning AKT-savodxonligi: O'qituvchilarning faqat taqdimotlar (PowerPoint) bilan cheklanib qolishi, murakkab kimyoviy modellashtirish dasturlaridan foydalana olmasligi.

3. Virtual laboratoriyalarning kamligi: Real tajribalarni to'liq o'rni bosa oladigan sifatli milliy (o'zbek tilidagi) dasturiy mahsulotlarning yetishmasligi.

Raqamli texnologiyalar real tajribalarni inkor etmaydi, balki ularni boyitadi. Masalan, portlash xavfi yuqori bo'lgan yoki zaharli moddalar ishtirokidagi reaksiyalarni virtual laboratoriyalarda o'tkazish ham xavfsiz, ham iqtisodiy jihatdan samaralidir. Oliy ta'limda bo'lajak o'qituvchilarga nafaqat kimyoni, balki "raqamli pedagogika"ni ham chuqur o'rgatish ushbu muammoning yagona yechimidir.

Kimyo fanini o'qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish — bu shunchaki trend emas, balki ta'lim samaradorligini oshirishning strategik yo'lidir. Mavjud muammolarni bartaraf etish uchun milliy virtual laboratoriya platformalarini yaratish va o'qituvchilarning raqamli kompetentligini muntazam oshirib borish lozim

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

G'afurov N. O., Raxmatullayev N. G'. (2020). Kimyo o'qitish metodikasi. Toshkent: O'qituvchi.

Ismailov S. A. (2024). Ta'limda raqamli texnologiyalar va virtual laboratoriyalar. Toshkent.

Qurbonova M. E. (2025). Kimyo fanini o'qitishda innovatsion yondashuvlar. Science and Innovation jurnali.

Smith, J. (2022). Digital Transformation in Chemistry Classrooms. Journal of Chemical Education

DEVELOPING CREATIVE COMPETENCE OF ACADEMIC LYCEUM STUDENTS THROUGH INTERNATIONAL ASSESSMENT PROGRAMS IN CHEMISTRY EDUCATION

Usmanov Bakhtiyor Khabibullayevich

Chemistry teacher of Academic Lyceum No. 2 under Tashkent State Medical University Deputy Director for Academic Affairs

Independent researcher of Uzbekistan National Pedagogical University

usmanovbahtier462@gmail.com

Abstract

This article discusses the importance of using international assessment programs in developing creative competence of academic lyceum students in chemistry education. Modern pedagogical approaches, problem-based tasks and innovative assessment methods are analyzed as effective tools for improving students' independent and creative thinking skills.

Key words: creative competence, chemistry education, international assessment, PISA, innovative methods, academic lyceum.

In recent years, the modernization of the education system has increased the importance of developing students' creative competence and independent thinking abilities. Modern society requires learners not only to possess theoretical knowledge but also to apply that knowledge effectively in practical and real-life situations. In this regard, chemistry education plays a significant role in forming analytical and innovative thinking skills among academic lyceum students.

One of the effective ways to improve students' competencies is the integration of international assessment programs into the educational process. International studies such as PISA focus on evaluating students' ability to use scientific knowledge, solve problems, and think

critically in unfamiliar contexts. Unlike traditional assessment systems, these programs emphasize competency-based education and real-world application of knowledge.

The use of international assessment tasks in chemistry lessons contributes to the development of students' creative competence. Chemistry requires observation, experimentation, analysis, and logical reasoning. Therefore, problem-based tasks and research-oriented activities encourage students to think independently and generate innovative solutions. For example, students may analyze environmental problems related to chemical pollution, interpret laboratory results, or suggest practical applications of chemical reactions in daily life.

Furthermore, innovative pedagogical technologies increase students' interest in chemistry and improve learning outcomes. Interactive teaching methods such as brainstorming, group discussions, project-based learning, and STEAM education create favorable conditions for creativity and collaboration. Digital technologies and virtual laboratory simulations also provide opportunities for students to conduct experiments safely and effectively while improving their scientific literacy.

Another important factor is the role of the teacher in organizing competency-oriented lessons. Teachers should design learning activities that encourage inquiry, experimentation, and critical analysis. In this process, assessment criteria must focus not only on memorization but also on students' ability to explain, evaluate, and apply scientific concepts creatively. Research shows that students who regularly engage in international assessment-style tasks demonstrate higher levels of motivation, problem-solving skills, and academic achievement. Such tasks help learners adapt to modern educational standards and prepare them for future professional activities. In addition, the integration of international assessment approaches strengthens the quality of chemistry education and supports educational reforms.

In conclusion, the effective use of international assessment programs in chemistry education is an important factor in developing the creative competence of academic lyceum students. Competency-based and innovative teaching approaches improve students' critical thinking, creativity, scientific literacy, and ability to solve practical problems. Therefore, integrating international assessment methodologies into chemistry teaching can significantly enhance the quality and effectiveness of modern education.

References

- Abduqodirov A., Begimqulov U. *Ta'limda innovatsion texnologiyalar*. Toshkent: Fan va texnologiya, 2012.
- Beghetto R.A., Kaufman J.C. *Classroom Contexts for Creativity*. High Ability Studies, Vol. 25, No. 1, 2014, pp. 53–69.
- Egamberdiyev X. *Methods of Teaching Chemistry*. Tashkent, 2021.
- Ishmuhammedov R., Abduqodirov A., Pardayev A. *Ta'limda innovatsion texnologiyalar*. Toshkent: Iste'dod, 2013.
- Karimov I., Xudoyberdiyev S. *Kimyo ta'limida kompetensiyaviy yondashuv asoslari*. Toshkent: Universitet nashriyoti, 2020.
- National Research Council. *A Framework for K-12 Science Education*. Washington DC: National Academies Press, 2012.
- Niyazov B., Yusupov O. *Kimyo fanini o'qitish metodikasi*. Toshkent: O'qituvchi, 2018.
- OECD. *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD Publishing, 2022.
- Tolipov O., Usmonboyeva M. *Pedagogical Technologies*. Tashkent, 2019.
- Yo'ldoshev J. *Innovative Approaches in Education*. Tashkent, 2020.
- Yusupov O., Qodirov R. *Umumiy kimyo o'qitish metodikasi*. Toshkent: Fan, 2016.

KIMYO FANINI O'QITISHNING DOLZARB MUOMMOLARI VA KELAJAK KIMYO O'QITUVCHISI IMIDJI

Tug'unboyeva Z.O. *ChDPU kimyo yo'nalishi 3 bosqich talabasi*

Qurbonova M. E. *ChDPU Kimyo kafedrasida katta o'qituvchisi*

Annotation. This annotation examines the current challenges in teaching chemistry, including the persistence of traditional classroom approaches, the decline of students' motivation toward science, and the weak connection between theoretical knowledge and practical application. It also describes the image of the future chemistry teacher as an innovative educator who can effectively use digital technologies and foster students' critical thinking, inquiry, and experimental skills in the learning process. The text emphasizes that improving chemistry education requires broader use of interactive methods, problem-based learning, experiments, and project-based activities.

Keywords: chemistry education, current challenges, motivation, critical thinking, experimental skills, interactive methods, innovative approach, future chemistry teacher, professional image, ICT.

Zamonaviy jamiyatda fan va texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta'lim tizimiga, xususan, kimyo fanini o'qitish metodikalariga mutlaqo yangi talablarni qo'yimoqda. Bugungi kunda o'quvchilarga faqatgina quruq nazariy bilimlarni yetkazish emas, balki ularda ilmiy-tanqidiy fikrlash hamda tajribaviy ko'nikmalarni shakllantirish dolzarb vazifa hisoblanadi [1]. Bunga qaramay, amaliyotda o'quvchilarning fanga nisbatan motivatsiyasi pasayishi va darslarning eskirgan qolipli yondashuvlarda qolib ketayotgani sohadagi asosiy muammo bo'lib qolmoqda [2].

Muammoning ilmiy asoslanishi. An'anaviy ta'lim modelida ma'lumotlarni passiv o'zlashtirish ustuvor bo'lib, bu yoshlarda kimyoviy jarayonlarni real hayotga va sanoatga tatbiq etish imkonini keskin cheklaydi. Oliy ta'lim muassasalarida tayyorlanayotgan bo'lajak kimyo o'qituvchilarining metodik kompetentligini oshirish hamda ularda zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish ko'nikmalarini shakllantirish davr talabidir. Shu sababli dars jarayoniga innovatsion ta'lim yondashuvlarini keng joriy etish hamda o'qituvchining kasbiy imidjini tubdan yangilash zarurati yuzaga kelmoqda [3,4].

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqot doirasida kimyo fanini o'qitishdagi amaliy kamchiliklarni o'rganish va tahlil qilish maqsadida tizimli qiyosiy tahlil hamda pedagogik kuzatuv usullaridan foydalanildi. Pedagogik jarayonlarni baholashda ilg'or xorijiy tajribalar, xalqaro olimpiadalar (ICHO) standartlari hamda zamonaviy o'qitish strategiyalari tizimli ravishda tahlil qilib chiqildi [5]. Tadqiqot obyekti sifatida o'rta ta'lim muassasalaridagi kimyo darslari hamda pedagogika oliygohlaridagi bo'lajak o'qituvchilarning kasbiy tayyorgarlik jarayonlari belgilandi.

Zamonaviy yondashuvlar tahlili. Tadqiqot jarayonida o'quvchilarning darsdagi faolligini oshiruvchi Muammoli ta'lim (Problem-Based Learning) va Loyihaga asoslangan ta'lim (Project-Based Learning) texnologiyalarining ta'lim sifatiga ta'siri o'rganildi. Shuningdek, xalqaro miqyosda ommalashgan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) yondashuvini kimyo faniga integratsiya qilishning afzalliklari turli ilmiy nashrlar orqali asoslandi. Ushbu uslublar yordamida o'qituvchi va o'quvchi o'rtasidagi an'anaviy avtoritar munosabatlarning hamkorlikka qanday transformatsiya bo'lishi ilmiy jihatdan baholandi.

Natijalar. Tahlillar natijasida ma'lum bo'ldiki, ta'limdagi eng jiddiy muammolardan biri moddiy-texnik bazaning yetishmasligi sababli tajriba mashg'ulotlarining deyarli o'tkazilmasligi va o'quv materialining amaliyotdan uzilib qolganligidir. Buning oqibatida fanning asl mohiyatini anglash qiyinlashadi va o'quvchilarning murakkab kimyoviy qonuniyatlarga nisbatan qiziqishi sezilarli darajada susayadi. Ammo tajribalar shuni tasdiqlaydiki, darslarda interfaol usullar va muammoli ta'lim texnologiyalari qo'llanilganda, o'quvchilarning o'zlashtirish ko'rsatkichi va mantiqiy fikrlashi keskin o'sadi.

Kelajak o'qituvchisi modeli. Olingan xulosalar kelajak kimyo o'qituvchisidan shunchaki ma'lumot takrorlovchi roldan voz kechib, o'quv jarayonini kognitiv boshqaruvchi "fasilitator"ga

(yo'naltiruvchi) aylanishni qat'iy talab etadi. Ushbu yangi pedagogik imidjdagi mutaxassislar STEAM yondashuvlari, virtual laboratoriyalar hamda raqamli ta'lim vositalarini o'quv jarayoniga uzluksiz integratsiya qila olishi shart. Ular nafaqat o'z fanini mukammal biluvchi, balki o'quvchilar bilan teng huquqli hamkorlikda muammolarga kreativ yechimlar izlovchi yetuk kadr bo'lishi lozim.

Muhokama. Zamonaviy kimyo o'qituvchisining metodik va raqamli kompetentligini muntazam rivojlantirish o'quvchilarda jamoaviy ishlash, tanqidiy tahlil qilish va mustaqil izlanish ko'nikmalarini shakllantirishning eng muhim omili hisoblanadi. Maktab ta'limida STEAM hamda loyihaviy o'qitishni joriy etish orqali qolipli fikrlashdan xalos bo'lish va yoshlarni global ekologik muammolarga yechim topishga undash kafolatlanadi. Oliy ta'lim muassasalarida raqobatbardosh pedagoglarni tayyorlash orqaligina ta'lim sifatini xalqaro standartlar darajasiga olib chiqish mumkin bo'ladi.

Istiqboldagi strategik vazifalar. Kelajakda kimyo fanini fizika, biologiya kabi turdosh fanlar bilan chuqur integratsiyalash va ta'lim maskanlarida ixtisoslashtirilgan STEAM markazlarini tashkil qilish ta'lim samaradorligini strategik jihatdan yuksaltiradi. Har bir o'quvchining shaxsiy imkoniyatlariga differensial yondasha oladigan, o'z ustida doimiy ishlaydigan ilg'or o'qituvchilar avlodini tarbiyalash bugungi kunning kechiktirib bo'lmas vazifasidir. Ushbu harakatlar majmui yakunda nafaqat kimyo fanini o'qitish metodikasini, balki butun mamlakat ta'lim tizimini raqobatbardosh bosqichga ko'tarishga bevosita xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ruyxati

G'afurov N. O., Raxmatullayev N. G', Omonov H. T. (2020). Kimyo o'qitish metodikasi. Toshkent: O'qituvchi nashriyoti. Idqtisod-Moliya», 2013. -320 b.

Ismailov S. A., Azamatova D. S. (2024). Kimyo fani ta'limidagi innovatsiyalar: zamonaviy yondashuv va STEAM texnologiyalari. Maktabgacha va maktab ta'limi jurnali, 2(4), 45-52.

Xolmatov S. B. Kimyo fanini o'qitishda steam yondashuvi: amaliy usullar va ularning samarasi/ International scientific and practical conference "Modern approaches in teaching exact and natural sciences: challenges and solutions", may 30, 2025, 199-202 b.

Bekturdiyeva M., Xo'jamurodov Sh. (2025). *Kimyo fanini o'qitishda tajriba va laboratoriya ishlarining didaktik ahamiyati*. Science and Innovation, 4(2), 17-21

Smith, J., Anderson, L. (2022). The Future of Chemistry Education: Fostering Critical Thinking and Inquiry. Journal of Chemical Education, 99(8), 2845-2853.

AKADEMIK LITSEYLARDA KIMYO FANI OLIMPIADALARINI O'TKAZISHDA AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASH

L.T.Zaylov, F.B.Isakulov.

Toshkent davlat tibbiyot universiteti 2-son akademik litseyi, Toshkent shahri.

e-mail: zaylovlt@icloud.com

Abstract:

The article highlights the importance of information technologies in chemistry education at academic lyceums and vocational colleges. Animations, video materials, and interactive methods improve students' knowledge, independent thinking, and effectiveness in preparing for national and international chemistry olympiads.

Keywords:

chemistry education, information technologies, animation, interactive learning, chemistry olympiad.

Tabiiy fanlar yo'nalishdagi akademik litseylar va ixtisoslashgan maktablarda kimyo o'qitish dasturidan o'rin olgan mavzularni to'la yoritish, ya'ni o'quvchilarning bilimlarni o'zlashtirish, tasavvur qilish va ko'nikma hosil qilishida axborot texnologiyalarning o'rni beqiyos. Respublika va Xalqaro olimpiadalarda kimyo o'quv dasturidagi mavzular asosida beriladigan misol va

masalalarni an'anaviy usullar bilan tushuntirib, mavzular bo'yicha o'quvchilarning o'zlashtirish darajalarini oshirib bo'lmaydi. Bu muammoni hal qilish uchun mavzu materiallarini axborot texnologiyasi yordamida o'qitish zarur.

Hozirgi kunda Xalqaro olimpiadalarda zamonaviy texnik jixozlar hamda ular uchun dasturli texnologiyalar ishlab chiqilib, ulardan keng foydalanib kelinmoqda. Ta'lim jarayonida zamonaviy axborot texnologiyalarini qo'llanishi shuning uchun ham muhim muammo sanaladi.

Akademik litseylar uchun kimyo fanidan chop etilgan o'quv adabiyotlarda mavzularni tushunish uchun ayrim qonunlar va kimyoviy hodisalar to'liq yoritilmaganligi, lekin oliy o'quv yurtlariga kirish imtihonlarida, Respublika va Xalqaro olimpiadalarda tegishli muammolar ko'pligini inobatga olgan holda o'quvchilarning bilish faoliyatini shakllantirish uchun, mashg'ulotlarda kichik guruhlarda o'qitish usullari yaratildi. Bunda har bir kichik guruhga tegishli mavzularga doir formulalar, qonunlar yuzasidan o'quv topshiriqlari, zamonaviy axborot texnologiyalar yordamida animatsion modellar, videoroliklar tayyorlandi. Akademik litseylarda kimyo fani uchun berilgan ilg'or asbob uskunalarini o'quv jarayoniga qo'llashning zamonaviy axborot texnologiyalari asosida tegishli dasturlari ishlab chiqildi.

Tayyorlangan axborot texnologiyalari dasturi asosida o'quvchilarni bilim saviyasi yanada ortib Respublika va Xalqaro olimpiadalarda qo'yilgan talablarni mohiyatini hamda kimyoning murakkab analiz va sintez ishlarini mustaqil bajarishga imkon yaratildi.

Kimyo darslarida axborot texnologiyalari mahsullari bo'lgan animatsiyalardan foydalanish o'quvchilar tomonidan kimyoviy tushuncha va bilimlarni o'zlashtirish sifatining ortishiga hamda o'quv faoliyatini mazmunli o'zgarishiga olib keldi.

Adabiyotlar:

ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ ЭКЗАМЕНЫ И ОЛИМПИАДЫ ПО ХИМИИ В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ: Под общей редакцией проф. Н.Е.Кузьменко и проф. В.И.Теренина. Издательство Московского университета 2008.
International Chemistry Olympiad Official Proceedings, 2023.

7-SINF O'QUVCHILARINING KIMYODAN IJODIY QOBILIYATLARINI RIVOJLANTIRISH ORQALI ULARDA AMALIY KOMPETENSIYANI SHAKLLANTIRISH

Jumanov Axmadjon Mirzayevich axmadjonjumanov@gmail.com

Qo`qon davlat universiteti Kimyo va ekologiya kafedrasida dotsenti, p.f.f.d. (PhD).

Saidaxmeva Nurxon Yusupovna

Qo`qon davlat universiteti Kimyo va ekologiya kafedrasida dotsenti.

Annotation. The purpose of the research work is to form their practical competence by developing the creative abilities of students on the basis of independent work in chemistry lessons at school and in extracurricular independent work.

Key words: independent work of students in chemistry, creative search, creative task, generalizing topics in chemistry, modern teaching methods, problem method, Chemical crossword, chemical crossword pedagogical experimental work, research methods.

Jahon miqyosida 2030 yilgacha qabul qilingan barqaror taraqqiyot ta'limi kontseptsiyasida "barqaror taraqqiyotga erishishda kimyo fanining boshqa sohalar bilan chambarchas bog'liq amaliy, qulay va barqaror yechimga egaligi" ta'kidlangan². Fikrimizni isboti sifatida O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7-fevraldagi PF-4947-sonli "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi Farmoni, 2020 yil 12-avgustdagi PQ-4805-sonli "Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan

2 Ҳаракатлар стратегияси асосида жадал тараққиёт ва янгиланиш сари.-Тошкент: F.Ғулом номидаги НМИУ, -70 б.

natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'rsida”gi, shuningdek, 2020 yil 6-noyabrdagi “Talim-tarbiya tizimini yanada takomillashtirish”ga oid PQ-4884-sonli Qarorlarini ijrosini ta'minlashdagi ishlarni amalga oshirish dolzarb bo'lib turibdi.

Kimyodan dars va darsdan tashqari ishlarni bog'lash orqali o'quvchilarning mustaqil ishlarini tashkil etish asosida o'quvchilarni ijodiy qobiliyatlarni rivojlantirish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan (III.III Бегматов, 1997).

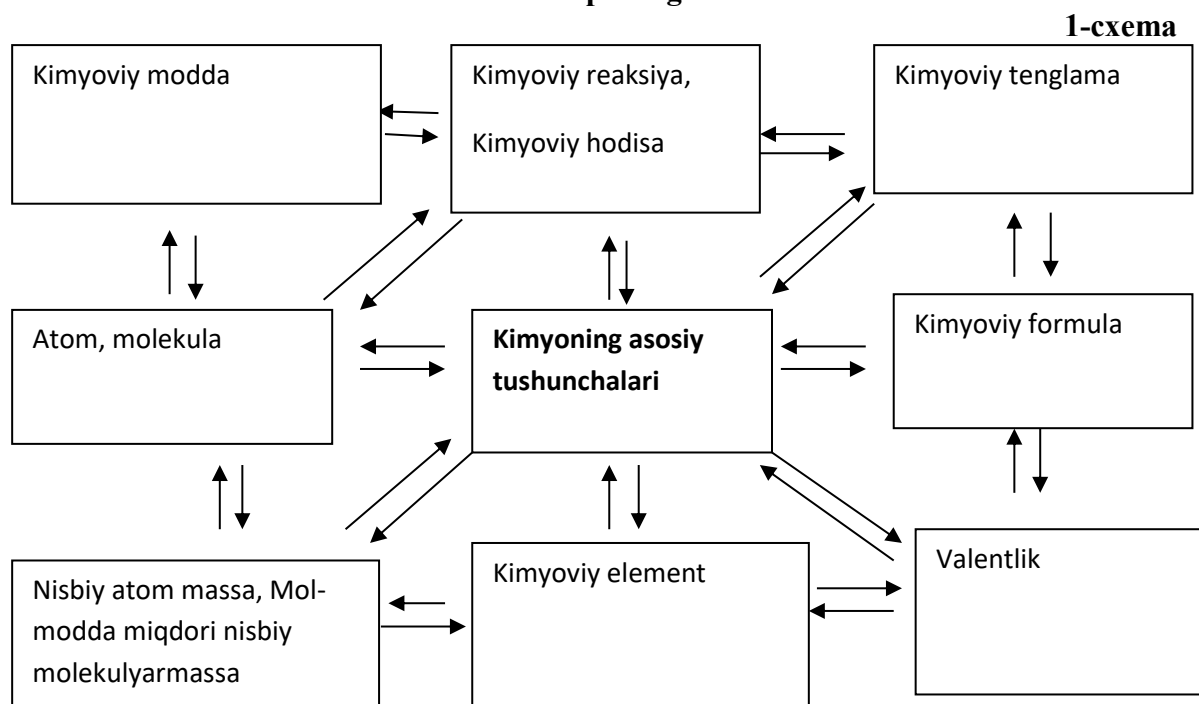
7-sinfda o'tiladigan “Kimyoning asosiy tushuncha” bo'limida tanishib chiqamiz (N.G'ofurov va boshqalar, 2022). O'quvchilarga quyidagi 1-cxemaga ko'ra kimyoviy tushunchalarni mantiqan bir-biri bilan bog'lay olish topshirig'i beriladi: 1) kimyoviy moddani kimyoviy reaksiya tushunchasi bilan; 2) Kimyoviy reaksiya tushunchasini kimyoviy tenglama tushunchasi bilan;

3) kimyoviy tenglama tushunchasini kimyoviy formula tushunchasi bilan

4) kimyoviy formula tushunchasi valentlik tushunchasi bilan bog'lash va hokazo.

Keyingi vaqtlarda innovatsion va axborot texnologiyasi asosida mustaqil ta'limni amalga oshirishga oid ilmiy metodik tadqiqotlar va ta'limni amalga oshirish tajribalari, bu muommoni hal qilish mumkinligini ko'rsatmoqda. Masalan innovatsion texnologiyaning “Muammoli o'qitish”, “Aqliy hujum”, “Pinbord”, “Klaster”, “Loyihalash” texnologiyalari asosida, o'quvchilarning mustaqil ta'limini amalga oshirishini qisqacha ko'rib chiqamiz (A.M.Жумаханов, 2024).

Kimyoning asosiy tushunchalarining o'zaro ijodiy yondashuv asosidagi aloqadorligini ta'minlash topshirig'i



10-sinfda o'quvchilarning ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirishda muammoli o'rganish elementlaridan foydalanishga oid misol keltiramiz:

Dars mavzusi: “Sovun”

Muammoli savol: sovun tarkibida qanday metall ionlari mavjud? Qaysi metall kationlari gidroksidi hosil qiladi? Natriy, lityum, kaliy (ishqoriy metallar) ionlari. Ularning eritmada mavjudligini qanday aniqlash mumkin? (olov rangini bo'yash orqali).

Namoyishli tajribasi:

Biz suyuq sovun eritmasi bilan namlangan mis simni spirtovka oloviga tutamiz. U bqanday rangga bo'yalgan? Natijaga ko'ra binafsha rangga bo'yaldi. Bu qanday kationlar mavjudligini ko'rsatadi? Albatta kaliy kationlari (K^+) borligidan dalolat beradi.

Endi qattiq sovun eritmasiga mis simni botirib namlaymiz va uni yana olovga tutamiz. U qanday rangga bo'yaldi? Natijalarga ko'ra u sariq. Bu qanday kationlar mavjudligini ko'rsatadi? Albatta natriy kationlari (Na^+).

Xulosa o'rnida shuni aytish mumkinki: qattiq sovun tarkibida natriy ionlari, suyuq sovun tarkibida kaliy ionlari mavjud. Organik kimyodan mustaqil ishlarni tashkil etish orqali o'quvchilarning ijodiyqobiliyatlarini rivojlantirish bo'yicha tadqiqotlart o'tkazilganc(I. Sh. Ismatov va D. S. Azamatova. 10-sinf darsligi, 2022).

Kimyodan o'quvchilarning ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirishda o'quvchilarning darsdagi zamonaviy ta'lim texnologiyalaridan muammoli metodlarni qo'llashga oid eksperimental tajribalar va darsdan tashqari bajaradigan kimyoviy krossvord, skanvord, kimyoviy viktorinalardan foydalanish ta'lim samaradorligini oshirish hamda pirovard natijasida o'quvchilarda amaliy kompetentsiyalarni shakllantirish imkoniyatini berdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

Харакатлар стратегияси асосида жадал тараққиёт ва янгиланиш сари.-Тошкент: F.Ғулом номидаги НМИУ, -70 б.

Бегматов Ш.Ш. Кимё фанини ўқитишда синфдан ташқари турли кечалар ташкил этиш // Таълим муаммолари. –Тошкент, 1997.- №3. - Б.83-85.

Jumanov A.M.. Ta'lim tizimida innovatsion texnologiyalardan integrativ maqsadlarda foydalanish. Qo'qon DPI xabarlar. 2024 4-son.627-632 б..

G'ofurov N., To'xtaboyev T., Sodiqov Sh. 7- sinf uchun darslik – Toshkent. "O'zbekiston", 2022.

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ МЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРЕПОДАВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Рахимов Т.Х.

Чирчикский государственный педагогический университет, Узбекистан
e-mail: tohir@mail.ru

Abstract: The paper proposes an architectural approach to modeling mental programs based on the OSI reference model. The approach is considered as a pedagogical tool for teaching complex systems and provides a structured understanding of cognitive processes through functional level decomposition.

Keywords: OSI model; cognitive architecture; mental programs; teaching methodology; interdisciplinary modeling

Современное педагогическое образование ориентировано на формирование у студентов способности к анализу сложных систем, характеризующихся многоуровневой организацией и взаимосвязанными процессами. Это особенно актуально при преподавании дисциплин, требующих интеграции знаний из различных областей. Одним из эффективных подходов является использование архитектурных моделей, основанных на уровневой декомпозиции функций. Такие модели позволяют структурировать учебный материал и формировать целостное представление о процессах обработки информации. В качестве методологической основы в работе используется эталонная модель OSI (Open Systems Interconnection) [1].

Архитектурный подход: в рамках предлагаемого подхода сознание рассматривается как многоуровневая система обработки информации. Ключевым является различение функций уровней и способов их реализации. Это позволяет применять единый язык

описания к системам различной природы без сведения психических процессов к физиологическим или вычислительным механизмам.

Ментальные программы интерпретируются как устойчивые структуры, обеспечивающие обработку информации и реализацию поведенческих сценариев. В архитектурной модели они соответствуют верхнему уровню, выполняющему целевые функции. Функциональное соответствие ключевых понятий представлено в табл. 1.

Таблица 1 - Функциональное соответствие ключевых понятий

Понятие	Техническая система	Психическая система	Организационная система
Прикладная программа	Исполняемый модуль	Ментальная программа	Управленческая процедура
Протокол	Формат взаимодействия	Архетипическая схема интерпретации	Регламент
Сеанс	Логическая сессия	Поведенческий сценарий	Формат взаимодействия
Канал	Канал передачи	Сенсорный канал	Коммуникационный канал
Адресация	Идентификатор	Фокус внимания	Идентификация участника

Представленное соответствие иллюстрирует архитектурно-изоморфный характер сопоставления уровней обработки информации. Дополнительно следует отметить, что предложенное соответствие носит не описательный, а функционально-структурный характер. Это означает, что сопоставление уровней осуществляется не по их содержанию, а по выполняемым ими функциям в системе обработки информации. Такой подход позволяет использовать архитектурную модель как универсальный инструмент анализа, применимый к системам различной природы.

Важно подчеркнуть, что архитектурная интерпретация не предполагает тождества механизмов реализации. Речь идёт исключительно о сопоставлении ролей и функций, что обеспечивает методологическую корректность при переносе инженерных моделей в область педагогики и когнитивных процессов.

Педагогическая значимость предлагаемого подхода состоит в том, что использование архитектурного подхода позволяет перейти от фрагментарного изложения материала к его структурированной подаче. Уровневая организация облегчает понимание сложных процессов и способствует формированию системного мышления.

Применение данного подхода обеспечивает структурирование учебного материала и способствует более глубокому усвоению сложных понятий. В частности, использование архитектурной модели позволяет развивать у студентов навыки анализа многоуровневых систем и формировать способность к выявлению функциональных связей между элементами. Кроме того, данный подход способствует формированию междисциплинарных связей, поскольку единая архитектурная схема может использоваться для описания процессов различной природы. Это особенно важно в условиях современного образования, ориентированного на интеграцию знаний и развитие системного мышления. Архитектурная модель позволяет чётко разграничивать функции уровней и избегать смешения процессов различной природы.

Практическая реализация предложенного подхода в образовательном процессе может быть связана с использованием архитектурной модели в качестве наглядного и методического инструмента. В частности, представление сложных когнитивных и информационных процессов через уровневую структуру позволяет преподавателю поэтапно вводить материал, начиная с базовых уровней и переходя к более сложным.

В учебной практике это может выражаться в использовании архитектурных схем при объяснении абстрактных понятий, а также в построении заданий, ориентированных на анализ функций различных уровней системы. Такой подход способствует формированию у студентов навыков декомпозиции сложных задач и пониманию взаимосвязей между элементами системы. Исходя из этого, предложенная архитектурная модель может применяться как средство междисциплинарной интеграции. Например, одни и те же уровни могут интерпретироваться в контексте различных дисциплин, благодаря чему выстраивается целостная картина изучаемых процессов, что особенно важно в педагогическом образовании, где требуется формирование универсальных методов анализа. Таким образом, использование архитектурного подхода в обучении способствует не только усвоению конкретных знаний, но и развитию универсальных когнитивных навыков, необходимых для работы с системами высокой сложности.

Можно утверждать, что архитектурный подход к описанию ментальных программ на основе модели OSI представляет собой эффективный инструмент преподавания сложных систем. Он обеспечивает структурированное представление учебного материала, способствует развитию системного мышления у студентов и может использоваться при обучении дисциплинам, связанным с анализом многоуровневых процессов..

Литература

1. ISO/IEC 7498-1:1994. Open Systems Interconnection — Basic Reference Model.
2. Simon H.A. The Architecture of Complexity // Proc. Amer. Phil. Soc. — 1962.
3. Von Neumann J. Theory of Self-Reproducing Automata. — 1966.
4. Maier M.W., Rechtin E. The Art of Systems Architecting. — 2009.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ОЦЕНИВАНИЯ В МОДЕЛИ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ХИМИИ

Кутлимуратов Н.М., Холматова Д.Н., Илхомова Н.Г.

¹Чирчикский государственный педагогический университет, Ташкентская область, Узбекистан ² kholmatoval11@gmail.com

Abstract. Integration of artificial intelligence and international assessment frameworks in chemistry teaching is crucial for developing future teachers' competencies. This study examines AI applications and global evaluation systems (e.g., PISA) to form a competency model for future chemistry teachers, highlighting modern teaching methods and educational standards.

Keywords: chemistry education, international assessment, teacher competencies, PISA, pedagogy.

В последние годы активное внедрение цифровых технологий и искусственного интеллекта в сферу образования заметно меняет традиционные функции учителя. ИИ позволяет анализировать большие объёмы информации и предлагать новые образовательные решения, благодаря чему изменяется формат взаимодействия между учителем, учеником и цифровыми системами. Химия как одна из естественнонаучных дисциплин особенно тесно связана с применением ИИ: современные платформы способны моделировать молекулярные структуры, прогнозировать результаты опытов и создавать учебные материалы. Вместе с тем исследования показывают, что многие педагоги пока недостаточно подготовлены к эффективному использованию ИИ-технологий в образовательном процессе. В связи с этим возникает необходимость формирования

обновлённой модели компетенций будущего учителя химии с учётом возможностей искусственного интеллекта и требований международных систем оценивания.

Искусственный интеллект сегодня активно используется для повышения качества преподавания химии. С его помощью можно визуализировать химические процессы, проводить виртуальные лабораторные работы и анализировать результаты экспериментов. Например, интеллектуальные системы способны создавать интерактивные схемы и симуляции, облегчающие понимание сложных тем. Кроме того, ИИ применяется как инструмент оценивания: он помогает быстро проверять ответы учащихся, предоставлять обратную связь и выявлять пробелы в знаниях. Для эффективного применения подобных технологий учителю необходимо обладать специальными компетенциями. Анализ современных профессиональных требований показывает, что педагог должен понимать принципы работы ИИ, уметь использовать цифровые инструменты на уроках и учитывать этические аспекты применения технологий. К таким навыкам относятся основы работы с машинным обучением, создание заданий с применением ИИ и соблюдение принципов защиты персональных данных учащихся.

Международные программы оценки образовательных достижений, такие как PISA и TIMSS, формируют современные ориентиры качества образования. Начиная с 1995 года TIMSS и с 1997 года PISA оценивают уровень подготовки школьников в области математики и естественных наук в разных странах мира. Особое внимание в PISA уделяется развитию научной грамотности, аналитического мышления и способности применять знания в реальных жизненных ситуациях. Исследования показывают, что требования PISA способствуют совершенствованию методики преподавания химии, ориентируя педагогов на интерактивные методы обучения и междисциплинарный подход. Задания международного формата предполагают самостоятельный анализ информации и решение практических проблем, что способствует развитию исследовательских навыков учащихся. Поэтому современный учитель химии должен уметь разрабатывать задания формата PISA, использовать проектное обучение и интегрировать цифровые технологии в учебный процесс.

На основе анализа современных тенденций можно выделить следующие ключевые компетенции будущего учителя химии:

- Предметная и ИИ-компетентность – глубокое знание химии и понимание современных технологий искусственного интеллекта, а также способность использовать ИИ для анализа и объяснения химических процессов.
- Педагогическая компетентность – применение методов обучения, направленных на развитие научной, исследовательской и цифровой грамотности учащихся, включая проблемное и проектное обучение.
- Цифровая компетентность – умение использовать виртуальные лаборатории, образовательные платформы, симуляторы и другие ИИ-инструменты в преподавании химии.
- Этическая компетентность – понимание принципов ответственного использования искусственного интеллекта, соблюдение норм защиты данных и реализация человеко-ориентированного подхода в обучении.
- Оценочная компетентность – способность разрабатывать задания международного уровня, анализировать результаты учащихся и корректировать образовательный процесс на основе полученных данных.

Все перечисленные компетенции тесно взаимосвязаны. Учитель химии должен не только владеть предметными знаниями, но и адаптировать содержание обучения к современным технологическим и международным требованиям. Например, педагогическая компетентность предполагает использование интерактивных методов обучения, включая кейсы, лабораторные исследования и виртуальные эксперименты, которые считаются

эффективными при подготовке учащихся к международным оценкам. Оценочная компетентность, в свою очередь, требует понимания критериев PISA и умения применять результаты анализа при планировании учебной деятельности.

Таким образом, развитие компетентностной модели будущего учителя химии в условиях цифровизации образования требует объединения предметных знаний, современных технологий и международных педагогических подходов. Современные исследования подтверждают необходимость подготовки педагогов к использованию искусственного интеллекта и внедрению международных стандартов оценивания в образовательный процесс. Предложенная система компетенций, включающая ИИ-грамотность, цифровые навыки и умение работать с заданиями международного формата, может стать основой профессиональной подготовки учителя нового поколения. Практическая реализация данной модели предполагает совершенствование программ педагогического образования и организацию специализированных курсов повышения квалификации по ИИ-педагогике.

Список использованной литературы

Amalova A.O., Eshchanov R.E., Ataullaev Z.M. (2025). *Improving the methodology of teaching chemistry in the process of preparing school students for PISA assessments*.

International Journal of Artificial Intelligence, Vol. 5, №. 10, pp. 276–283.

Miao F., Cukurova M. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO.

Seprianto S., Jofrisha I., Mauliza M. (2017). *Preservice chemistry teachers' chemical literacy based on PISA and TIMSS results for international and Indonesian students*. Jurnal Pengajaran MIPA, 22(2), pp. 151–157.

Yildirim B., Akcan A.T. (2024). *AI-Professional Development Model for Chemistry Teacher: Artificial Intelligence in Chemistry Education*. Journal of Education in Science, Environment and Health, Vol. 10, №. 4.

“TO‘YINGAN UGLEVODORODLAR” MAVZULARINI O‘QITISHDA INTERFAOL METODLARNING O‘RNI

N.B.Xamidova, N.Sh.Azimov, I.L.Xikmatullayev

Qo‘qon davlat universiteti, Farg‘ona viloyati, O‘zbekiston
nurmuhhammad_azimov@mail.ru

Abstract: Ushbu maqola kimyo fanidan “To‘yingan uglevodorodlar” mavzuni o‘qitishda interfaol metodlardan foydalanish va uni mavzuni o‘zlashtirishdagi o‘rniga bag‘ishlangan. Ushbu usulda olib borilgan darsning samaradorligi o‘rganilgan.

Key words: Alkanlar, sikloalkanlar, interfaol metodlar, “Atamalar zanjiri”, “Tushunchalar tahlili”

Interfaol metodlar boshqa metodlar singari o‘quv mashg‘ulotining tarkibiy qismi sifatida o‘qituvchi va o‘quvchi hamkorligini tashkil etishga yordam beradi. Boshqacha aytganda, texnologik jarayonning to‘liq amalga oshirilishi uchun xizmat qiladi. Interfaol metodlarning eng asosiy xususiyati o‘quvchilarni faollashtirish va fikrlashini rivojlantirishga imkon berishidir.

Yangi interfaol metodlar ta‘limning ma‘lum maqsadga yo‘naltirilgan shakli, usuli va vositalarining mahsulidir. Interfaol metodlarning ta‘limda qo‘llanilishi bugungi kunda kimyo ta‘limda pedagogik texnologiyalarning asosiy maqsadi va o‘qitish tizimida o‘quvchini dars jarayonining markaziga olib chiqish, o‘quvchilarni o‘quv materiallarini shunchaki yod olishlaridan, avtomatik shaklda takrorlashlaridan chetlashtirib, mustaqil va ijodiy faoliyatini rivojlantirish, darsning faol ishtirokchisiga aylantiradi. Faqat shundagina o‘quvchilar muhim hayotiy yutuq va muammolar, o‘tiladigan mavzularning amaliyotga tatbiqi bo‘yicha o‘z fikriga ega bo‘ladi, o‘z nuqtai nazarini asoslab beradi.

“Atamalar zanjiri” metodi. Bu metodda sikloalkanlarga oid tushunchalar va ularning ta'rifining aralashtirilgan tasviri ekranga chiqariladi. O'quvchilar raqmlarga mos holda harflarni qo'yib chiqishadi. O'quvchilar to'g'ri javoblarni belgilash orqali o'z baholarini olishadi.

№. Savol	Sikloalkanlarga oid tushunchalar	№. Javob	Tushumchalarning nomi
1	Tarkibida uglerod atomlarining yopiq zanjiridan tashkil topgan to'yingan uglevodorodlar	A	C_6H_{12}
2	5 ta izomerga ega bo'lgan sikloalkan	B	Siklobutan
3	C_4H_8	S	C_5H_{10}
4	Siklogeksan	D	Sikloalkanlar
5	Sikloalkanlarning umumiy formulasi	E	sp^3
6	Sikloalkanlarda uglerod atomlari qanday gibridlangan holatda bo'ladi	F	C_nH_{2n}

Javoblar.

1	2	3	4	5	6
D	S	B	A	F	E

O'quvchilardan uyga vazifani so'rash “Tushunchalar tahlili” metodi yordamida amalga oshiriladi. O'quvchilar bu tushunchalar qanday ma'noni anglatishi, qachon va qanday holatlarda qo'llanilishi haqida yozma ma'lumot beradishadi.

“Tushunchalar tahlili” metodi.

Tushuncha	Tahlil
Kreking	
Galogenalkanlar	
Degidrogenlash reaksiyasi	
Galogenlash reaksiyasi	
Alkanlarning yonishi	
Metanning ishlatilish sohalari	

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

U.Norqkulov, E. Ruziyev, D. Kurbanova. Interactive methods of modern pedagogical technologies in chemistry education. Society and innovations. Special Issue 4 (2021).

N.Azimov, N.Saidaxmedova, D.Nosirova. Umumta'lim maktablarida “Azotli organik birikmalar” mavzularini zamonaviy texnologiyalar asosida o'qitish. Коллоидная химия: Инновации и решения для химической технологии, экологии и промышленности. Термез 2025 г.

NOSTANDART LABORATORIYA Tajribalar orqali maktablarda barqaror taraqqiyot tushunchalarini shakllantirish

Niyazmetova Laylo Kamoladdin qizi¹

¹Urganch davlat pedagogika instituti, Xorazm viloyati, O'zbekiston

niyazmetovalaylo6@gmail.com

Abstract: This article discusses the importance of using non-standard laboratory experiments in developing sustainable development competencies in chemistry education. The use of household substances in teaching solutions, efficient use of chemical reagents, and the formation of ecological awareness and practical skills among students are analyzed.

Key words: sustainable development, laboratory experiment, chemistry education, solution, green chemistry

Hozirgi kunda ta'lim tizimida barqaror taraqqiyot kompetensiyalarini shakllantirish dolzarb pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, kimyo fanini o'qitishda tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, kimyoviy moddalarni tejab ishlatish hamda ekologik xavfsizlik tushunchalarini amaliy mashg'ulotlar bilan bog'lash muhim ahamiyat kasb etadi [1]. Shu sababli an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlari bilan bir qatorda nostandart laboratoriya tajribalaridan foydalanish o'quvchilarning ilmiy dunyoqarashini kengaytiradi va fanlarga bo'lgan qiziqishini oshiradi.

Kimyo fanida eritmalar mavzusini o'qitishda kundalik turmushda keng qo'llaniladigan moddalar - osh tuzi, ichimlik sodasi, limon kislotasi va boshqa xavfsiz tuzlardan foydalanish iqtisodiy hamda ekologik jihatdan samarali hisoblanadi [2]. Bunday tajribalar orqali o'quvchilar kimyoviy reaktivlarni tejab ishlatish, moddalar xossalari amaliy kuzatish va ularning turmushdagi ahamiyatini tushunish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Shu bilan birga, oddiy maishiy moddalar asosida tashkil etilgan laboratoriya mashg'ulotlari o'quvchilarda mustaqil fikrlash, tajriba o'tkazish va natijalarni tahlil qilish ko'nikmalarini shakllantiradi.

Nostandart laboratoriya tajribalari kimyo ta'limini real hayot bilan bog'lashda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. Bu esa o'quvchilarda ekologik madaniyat, resurslarga mas'uliyatli munosabat va barqaror taraqqiyot kompetensiyalarining rivojlanishiga yordam beradi [3].

Kimyo fanini o'qitishda nostandart laboratoriya tajribalaridan foydalanish o'quvchilarning mavzuni chuqurroq tushunishiga hamda nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lashiga yordam beradi. Ayniqsa, eritmalar mavzusini o'qitishda kundalik turmushda ishlatiladigan xavfsiz moddalar asosida tajribalar tashkil etish iqtisodiy, ekologik va pedagogik jihatdan samarali hisoblanadi. Bunday yondashuv kimyoviy reaktivlarni ortiqcha sarflamaslik, laboratoriya chiqindilarini kamaytirish hamda yashil kimyo tamoyillarini ta'lim jarayoniga tatbiq etishga xizmat qiladi.

Eritmalar mavzusini tushuntirishda osh tuzi (NaCl), ichimlik sodasi (NaHCO_3), kir sodasi (Na_2CO_3) kabi moddalar asosida tajribalar o'tkazilishi mumkin (1-rasm). Ushbu moddalar o'quvchilarga kundalik hayotdan tanish bo'lgani sababli ular tajriba jarayonlariga katta qiziqish bilan yondashadilar. Masalan, osh tuzining suvda erishi orqali eruvchanlik hodisasi, eritma hosil bo'lish jarayoni va eritmadagi zarrachalarning taqsimlanishi tushuntiriladi. Ichimlik sodasi yordamida esa kislotali muhit bilan reaksiyaga kirishish, gaz ajralishi va kimyoviy o'zgarish hodisalarini kuzatish mumkin.



1-rasm. Kundalik turmushdagi kimyoviy moddalar

Nostandart laboratoriya tajribalarining yana bir muhim jihati shundaki, ular o'quvchilarda resurslarni tejab ishlatish ko'nikmalarini shakllantiradi. An'anaviy laboratoriya mashg'ulotlarida ko'p miqdorda kimyoviy reaktivlar sarflansa, mikrohajmli va maishiy moddalar asosidagi tajribalar orqali reaktivlardan oqilona foydalanish imkoniyati yaratiladi. Bu esa iqtisodiy samaradorlik bilan birga ekologik xavfsizlikni ham ta'minlaydi.

Bunday tajribalar o'quvchilarda barqaror taraqqiyot kompetensiyalarini rivojlantirishda muhim o'rin tutadi. O'quvchilar kundalik turmushda foydalaniladigan moddalar kimyoviy jihatdan qanday xossalarga ega ekanligini, ularning inson hayoti va atrof-muhitdagi ahamiyatini anglay boshlaydilar. Natijada ularda ekologik madaniyat, mas'uliyatli iste'mol va tabiiy resurslarga ehtiyotkorona munosabat shakllanadi.

Shuningdek, nostandart laboratoriya mashg'ulotlari o'quvchilarning mustaqil fikrlash, kuzatish, tahlil qilish va xulosa chiqarish kompetensiyalarini ham rivojlantiradi. Oddiy va xavfsiz moddalar asosida tashkil etilgan tajribalar kimyo fanini o'quvchilar uchun yanada qiziqarli va hayotiy fan sifatida namoyon etadi.

Nostandart laboratoriya tajribalaridan foydalanish kimyo ta'limida barqaror taraqqiyot kompetensiyalarini shakllantirishning samarali vositalaridan biri hisoblanadi. Kundalik turmushda qo'llaniladigan osh tuzi, ichimlik sodasi va boshqa xavfsiz moddalar asosida tashkil etilgan tajribalar o'quvchilarning kimyo faniga bo'lgan qiziqishini oshiradi hamda nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lash imkonini beradi (1-jadval).

Modda nomi	Kimyoviy formulasi	O'rgatiladi gan mavzu	Oddiy do'kondagi taxminiy narxi	Laboratoriya reaktivlari bilan solishtirgan da	Iqtisodiy va ekologik afzalligi
Osh tuzi	NaCl	Eritmalar, eruvchanlik, ionlar	1 kg $\approx$ 3 000-5 000 so'm	Laboratoriya reaktiviga nisbatan taxminan 8-12 marta arzon	Xavfsiz, arzon va keng tarqalgan
Ichimlik sodasi	NaHCO ₃	Kislota-asos reaksiyalari	200 g $\approx$ 4 000-7 000 so'm	Maxsus reagentlarga nisbatan 5-10 marta arzon	Oqartirish va chiqindini kamaytiradi
Sirka kislotasi	CH ₃ COOH	Kislotalar xossalari	0.5 L $\approx$ 6 000-10 000 so'm	Laboratoriya kislotasidan 4-8 marta arzon	Ekologik xavfsiz va qulay
Limon kislotasi	C ₆ H ₈ O ₇	Organik kislotalar	100 g $\approx$ 5 000-8 000 so'm	Kimyoviy reagentlarga nisbatan 3-6 marta arzon	Tabiiy va xavfsiz modda

Sovun va yuvish vositalari	Yuqori organik kislota tuzlari	Sirt faol moddalar, emulsiyalar	1 dona ≈ 5 000-15 000 so'm	Laboratoriy a SFM lariga nisbatan 5-7 marta arzon	Kundalik hayot bilan bog'liq va tejamkor
-----------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------------	---	--

Bunday laboratoriya mashg'ulotlari orqali kimyoviy reaktivlarni tejab ishlatish, laboratoriya chiqindilarini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlash mumkin bo'ladi. Shu bilan birga, o'quvchilarda resurslardan oqilona foydalanish, ekologik madaniyat va mas'uliyatli iste'mol ko'nikmalari shakllanadi.

Nostandart tajribalar asosida tashkil etilgan darslar o'quvchilarning mustaqil fikrlash, kuzatish, tahlil qilish va amaliy xulosa chiqarish kompetensiyalarini rivojlantiradi. Natijada kimyo fanini o'qitishda yashil kimyo va barqaror taraqqiyot tamoyillarini qo'llash ta'lim samaradorligini oshirishga hamda ekologik tafakkurga ega bo'lgan yosh avlodni tarbiyalashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

Eshchanov R.A., Abdurazzoqova N.A., Ataullayev Z.M. Kimyo darslarida nostandart laboratoriya tajribalarning ahamiyati // Galaxy international interdisciplinary research journal (giirj), 2022. May. ISSN (e): 2347-6915. Vol. 10. Issue 5. – B. 68-70.

Z.M. Ataullayev. The Role of Virtual and NonStandard Laboratory Experiences in the Development of Student's Independent Work Skills // Eurasian Journal of Learning and Academic Teaching. Classes Involume 11, of Eurasian Journal of Learning and Academic Teaching (EJLAT), 2022. August. ISSN (E): 2795-739X JIF: 8.225. – P. 15-18.

Z.M. Ataullayev. The role of non-standard laboratory experiments in the development of students' independent work skills // Innovation in the modern Education system. Part 21. Colletions of scientific works. – Washington, USA, 2022. 24th august. – P. 45-47.

“UGLEROD VA UNING BIRIKMALARI” MAVZULARINI O'QITISHDA ZAMONAVIY PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARNING AHAMIYATI

S.D.G'ofurova, N.Sh.Azimov, I.L.Xikmatullayev

*Qo'qon davlat universiteti, Farg'ona viloyati, O'zbekiston
nurmuhammad_azimov@mail.ru*

Abstract: Ushbu maqola kimyo fanidan “Uglerod va uning birikmalari” mavzularini o'qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalanish va uni mavzuni o'zlashtirishdagi o'rniga bag'ishlangan. Ushbu usulda olib borilgan darsning samaradorligi o'rganilgan.

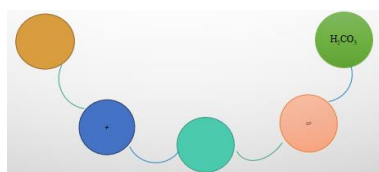
Key words: uglerod, karbonat kislota, “Gul bargi metodi”, “Kimyoviy konstruktor”, “zamonaviy pedagogik tushunchalar”

Bugungi kunda ta'lim tizimi jamiyat taraqqiyotining eng muhim va eng ta'sirchan sohalaridan biri bo'lib qolmoqda. Chunki insonning bilim darajasi, dunyoqarashi, mustaqil fikrlashi, kasbiy tayyorgarligi va ma'naviy kamoloti aynan ta'lim jarayonida shakllanadi. Shu sababli pedagogika fani ham doimiy ravishda rivojlanib boradi, yangilanadi, zamon talablariga moslashadi. Zamonaviy pedagogik tushunchalarning mazmuni juda kengdir. U o'z ichiga ta'lim-tarbiya jarayonining barcha jihatlarini qamrab oladi. Avvalo, bu tushunchalar ta'limning insonparvarlik tamoyiliga asoslanishini bildiradi. Ya'ni har bir o'quvchi shaxs sifatida e'tirof etiladi, uning fikri, qiziqishi, qobiliyati va ehtiyoji hisobga olinadi. O'qituvchi faqat bilim beruvchi emas, balki yo'naltiruvchi, maslahat beruvchi, rag'batlantiruvchi va tarbiyaviy ta'sir ko'rsatuvchi shaxs sifatida namoyon bo'ladi.

“Gul bargi metodi” metodi. ushbu metodning maqsadi: kreativlik asosida mavzuni mustahkamlash va o'quvchilar e'tiborini jalb qilish. Ushbu metodning sharti: rasmdagi kabi gul doskaga chiziladi va o'rtasiga “uglerod” so'zi yoziladi. O'quvchilar birma bir chiqib uning fizik va kimyoviy xossalari yozib to'ldirishadi.



“Kimyoviy konstruktor” metodi- ushbu metodda o‘quvchilarning tezkorligi sinaladi. Ya‘ni o‘quvchilar rangli doiralar ichiga tezkorlik bilan reaksiyalarni yozishi kerak bo‘ladi. Ushbu metod orqali kimyoviy reaksiyalar vizual elementlar yordamida ifodalanib, o‘quvchilarning tushunishi osonlashadi. Reaksiyalarni o‘rganish yana ham esda qolarli bo‘ladi.



Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

Ishmuhamedov R., Yo‘ldoshev M. “Ta’limda innovatsion texnologiyalar”. – Toshkent: O‘qituvchi, 2017

Azizxo‘jayeva N. “Pedagogik texnologiya va pedagogik mahorat”. – Toshkent, 2006.

TA'LIMDA KEYS –STADI METODINING AHAMIYATI

Sh.K.Tashbayeva

Guliston davlat universiteti, O‘zbekiston

mailto:kasimovnash@gmail.ru

Abstract: This article notes that the use of advanced pedagogical technologies, which are crucial for achieving high educational results, should be considered as a way to study and analyze specific situations using the case study method. It also emphasizes that using the case study method in teaching the optical and molecular kinetic properties of colloidal systems can improve the effectiveness of lessons.

Key words: education, advanced pedagogical technologies, method, case study, colloid chemistry, dispersed systems, optical and molecular kinetic properties.

Ta’lim mazmunining yangi texnologiyalar asosida qayta tahlil qilinayotganligi sababli har bir fanning mazmuni ham ta’lim bosqichlari bo’yicha yangilanib boryapti. Davlatimiz rahbarining ta’lim tizimini yanada takomillashtirishga doir qator Farmon va Qarorlarida ta’lim muassasasi pedagog-o‘qituvchilarining ilg‘or pedagogik texnologiyalarni (“Keys-stadi” metodi, loyihalar metodi, hamkorlikda o‘qitish, interfaol ta’lim metodlari va boshqalar) ta’lim-tarbiya jarayoniga tadbqiq etishlari ko‘zda tutilgan bo‘lib, bu hukumatimizning ta’lim-tarbiyaga alohida ahamiyat berayotganligidir (O‘R PQ –4805 – sonli qarori, 2020)..

Hozirgi kunda innovatsion pedagogika bilan shug‘ullanayotgan olimlarning fikricha kafolatlangan natija olish har bir o‘qituvchidan usulni to‘g‘ri tanlay bilish va uni mohirona qo‘llay bilishni talab etadi. Masalan, *Keys-stadi* metodi aniq vaziyatlarni o‘rganish, tahlil qilish asosida o‘qitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi.

Mazkur metod muammoli ta'lim metodidan farqli ravishda real vaziyatlarni o'rganish asosida aniq qarorlar qabul qilishga asoslanadi. Agar u o'quv jarayonida ma'lum bir maqsadga erishish yo'li sifatida qo'llanilsa, metod xarakteriga ega bo'ladi, biror bir jarayonni tadqiq etishda bosqichma-bosqich, ma'lum bir algoritm asosida amalga oshirilsa, texnologik jihatni o'zida aks ettiradi. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin (Ishmuxamedov va Yuldashevi, 2016) .

Keys-stadi metodini "Kolloid kimyo" fanidan "Kolloid sistemalarning xossalari" mavzusini o'qitishda qo'llash individul, guruhli va jamoaviy ish shakllari integratsiyasini ta'minlaydi.

Kolloid sistemalarning optik xossalariga yorug'likning kolloid zarrachalar yuzasiga urilganda avval birlamchi sinishi, tarqalishi va qisman yutilishi, kolloid eritmalarning rangini o'zgartirishi, yorug'likning ikkilamchi sinishi hamda ultramikroskopik va elektron mikroskopik xossalari kiradi.

Optik mikroskopda ko'rinmaydigan zarrachalardan to dag'al zarrachalarga qadar yorug'lik nurining optik sirtlariga tushirilganda yorug'lik nuri yutilishi, qaytarilishi, sinishi, tarqalishi, yoyilib ketishi mumkin. Bu hodisalarning qaysi biri bo'lishi, tushayotgan yorug'lik nurining to'lqin uzunligi bilan zarrachalarning o'lchami orasidagi nisbatga bog'liq bo'ladi. Agar dag'al dispers sistema zarrachalari yorug'lik nurining to'lqin uzunligidan katta bo'lsa, u holda yorug'lik nuri zarrachaga urilganda undan qaytadi, agar zarrachaning o'lchami nurning to'lqin uzunligidan kichik bo'lsa, u holda nur zarrachaga urilganda yoyiladi, buraladi, qo'shni turgan zarrachalarga uzatiladi. Shu tariqa ko'pgina yonma-yon turgan zarrachalarning nurni bir-biriga uzatishi natijasida yorug'lik konusi hosil bo'ladi.

Dispers sistemalarning rangi zarrachalarining o'lchamiga va disperslik darajasiga bog'liq bo'ladi. Masalan, disperslik darajasi yuqori, zarrachalari o'lchami o'ta mayda bo'lgan oltin zolining rangi pushti va to'q sariq bo'lsa, disperslik darajasi pastroq zarrachalilariniki binafsha va xatto ko'k rangli bo'ladi. Bu xossa kumush zollariga ham taalluqli.

1-keys. Hajmdor ko'rsatuvchi lok bo'yoq.

1.Tadbirkor bir olimga shunday bo'yoq ixtiro qilingki, u jahonda yagona bo'lib, jilvalanib tursin. Ichidagi zarrachalari ko'rinib tursin. Ularga yorug'lik nuri tushganda, shu nur yorug'lik hosil qilsin, yuzaga surtilganda rangli shaffof qoplama hosil qilsin, tarkibidagi to'liq erimagan zarrachalar nur ta'sirida tovlanib, hajmdor ko'rinib, eng muhimi xom-ashyo mahalliy bo'lsin deb vazifa topshiribdi.

Yechim: Olim o'ylab, vazifani shunday uddalabdi. Ho'llanuvchi noorganik kimyoviy moddalarning hammasi ham suvda yaxshi erimaydi. Ayniqsa, ikki va uch valentli metallarning oksidlari, xloridlari va sulfidlari sudga erimaydi. Agar ularni yuqori dispers darajada maydalansa, solishtirma foydali yuzasi ko'payib, suv bilan yaxshiroq ta'sirlashadi, ho'llanadi va eriganday ko'rinadi (Гроссе ва Вайсмантель, 1987).

Shuning uchun olim D.I.Mendeleyev davriy jadvalidan uchinchi asosiy guruh metallarini va boshqa guruhlarining d–metallaridan tanlabdi. Ular asosidagi yirik toshlarni tegirmonda maydalab, juda mayda teshikli g'alvirdan elab o'tkazibdi. Elakning teshiklari 0,002 mm bo'lgan. Maydalangan kukunni shaffof suyuq loksimon moddaga 0,1-0,5 % qo'shib, aralashtirib, po'lat tunika yuzasiga surtib, quriganidan keyin metallning yaltiroq nur qaytarishi xossasi o'zgarmay,

qoplama shaffofligi o'zgarmay, jilolanishi saqlangan. Buni ko'rgan buyurtmachi tadbirkor olim tayyorlagan bo'yoqqa qoyil qolib, yaxshigina narxga baholab, yana alohida olimga arzigulik sovg'a berib, mukofotlabdi.

2-keys. Tejamkor lampochkalar.

2. XX asrning 60-70 yillariga kelib, ko'p sohalarda resurs tejamkor va iqtisodiy samarador texnologiyalar paydo bo'ldi. Buning ham xaridor, ham ishlab chiqaruvchi uchun foydasi sezilarli bo'ldi. Shulardan biri yangi turdagi lampochkalar va lampalar ishlab chiqarish uchun tadbirkor – korxona olimga buyurtma beribdi. Lampochka ishlab chiqarish korxonasi misolida keys ishlanmasini keltiring.

Yechim: Buyurtma bo'yicha olim kolloid kimyoning Faradey-Tindal effektidan foydalanib, spiralli lampochkalar ichiga shunday arzon moddani surtib, havosini so'rib tashlab, o'rniga inert gaz qamabdi. Lampochkaga elektr toki berilganda uning yorug'lik taratishi oddiy lampochkaga nisbatan 1,5-2 marta kuchli bo'lgan. Elektr quvvati esa 1,5-2 barobar kam sarflangan. Yoritiladigan yuza esa kattaroq bo'ldi. Shundan so'ng, lampochkaning shaklini naysimon ko'rinishga keltirib, surtiladigan tuz tarkibini o'zgartirilganda samara taxminan 1,5-2 barobar ortdi. Kamroq elektr quvvati bilan ishlaydiganini farqiga borgan kishilar lampaning qimmatligiga qaramay, xarid qiladigan bo'ldilar. Keltirgan moddiy foydasidan tadbirkor korxona va olim foydalandilar.

Dars mobaynida bunday keyslarning berilishi va yechimini topish izlanishga doir faoliyatning mavjud bo'lishi, har xil o'quv loyihalarini ishlab chiqish, muvaffaqiyatga erishish uchun talabalarining o'quv-bilish faoliyatini rag'batlantirish Keys-stadining o'ziga xosligini ta'minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

O'zR Prezidentining 2020-yil 12 –avgustdagi “Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida” gi PQ –4805 – sonli qarori.

Ishmuxamedov R.J., Yuldashev M. Ta'lim va tarbiyada innovatsion pedagogik texnologiyalar.– T.: “Nihol” nashriyoti, 2016.–279 b.

Э.Гроссе, Х.Вайсмантель. Химия для любознательных. Л., Химия, 1987, 314 ст.

METHODOLOGY FOR THE COMPREHENSIVE AND SYSTEMATIC TEACHING OF OXIDES, ACIDS, BASES, AND SALTS.

Ishqiddinova Madina Gulom qizi

Chirchiq State Pedagogical University, Faculty of Natural Sciences, Chemistry Program, 3rd year student.

Ochilovamadina73@gmail.com

Shoimova Aziza A'zam qizi

Chirchiq State Pedagogical University, Faculty of Natural Sciences, Chemistry Program, 3rd year student.

Shoimovaaziza30@gmail.com

Xasanova Nargiza Ismag ilovna

Chirchiq State Pedagogical University, Faculty of Natural Sciences, Chemistry Department
Lecturer.

Xasnovanargizaa@gmail.com

Abstract: The effective teaching of inorganic compounds is considered one of the essential tasks of modern chemistry education. Oxides, acids, bases, and salts are fundamental topics that form the basis for understanding chemical processes and reactions. This article examines methodological approaches aimed at improving the systematic teaching of these compounds in secondary schools. Special attention is given to interactive methods, comparative analysis, laboratory experiments, and innovative pedagogical technologies that help students develop scientific thinking and practical skills. The study also discusses the importance of connecting theoretical concepts with real-life applications in order to increase students' motivation and learning outcomes.

Key words: chemistry education, inorganic compounds, oxides, acids, bases, salts, teaching methodology, interactive learning, laboratory activities.

In the process of teaching chemistry, the study of inorganic compounds occupies a central position. Among them, oxides, acids, bases, and salts are regarded as the most important categories because they explain the relationships between chemical composition, structure, and properties of substances. A deep understanding of these topics allows students to analyze chemical reactions logically and apply their knowledge in practical situations.

However, many students experience difficulties when distinguishing between the classifications and chemical behaviors of inorganic substances. In some cases, learners memorize formulas and reactions without fully understanding their meaning. Therefore, chemistry teachers should organize lessons systematically and use modern teaching strategies that encourage independent thinking and active participation.

The systematic teaching of these topics contributes not only to subject knowledge but also to the formation of analytical and experimental skills. For this reason, the selection of effective pedagogical methods remains one of the major issues in chemistry education.

Teaching oxides, acids, bases, and salts is important because these substances are encountered in everyday life, industrial production, environmental processes, and biological systems. Through studying these compounds, students learn:

- 1.The classification of inorganic substances;
- 2.The relationship between chemical formulas and properties;
- 3.The practical importance of chemical reactions;
- 4.Methods of laboratory investigation and observation.

Furthermore, these topics create a foundation for studying more advanced sections of chemistry, including electrochemistry, organic chemistry, and analytical chemistry.

The teaching of oxides, acids, bases, and salts in school chemistry should be organized through modern, interactive, and student-centered methods. Chemistry lessons become more effective when students are actively involved in experiments, educational games, group discussions, visual demonstrations, and problem-solving activities. The main purpose of these methods is to improve students' scientific thinking, creativity, practical laboratory skills, and long-term understanding of inorganic chemistry concepts.

Teachers should combine theoretical explanations with practical activities. Visual learning tools such as colorful charts, diagrams, flashcards, reaction chains, and multimedia presentations help students understand complex concepts more easily. Laboratory experiments also play an important role because students learn better through observation and practice.

Topic

Teaching Method

Purpose of the Method

Oxides	Color Match and Comparison Method	Students classify oxides into acidic, basic, amphoteric, and neutral groups using colorful cards and reaction charts.
Acids	Problem-Based Learning Method	Students analyze real-life situations related to acids, such as acid rain, lemon juice, vinegar, and soft drinks.
Bases	Demonstration Experiment Method	Teachers perform neutralization experiments and students observe color changes using indicators.
Salts	Card Sorting and Group Competition Method	Students work in teams to classify salts and identify their uses in daily life.

Oxides, acids, bases, and salts are among the most important topics in school chemistry because they form the basis for understanding chemical reactions and inorganic compounds. These concepts should not be taught separately; instead, they should be explained as interconnected topics. This systematic approach helps students understand the relationship between different compounds and improves logical thinking skills.

Oxides are compounds formed by oxygen and another element. Students first learn the classification of oxides into basic, acidic, amphoteric, and neutral oxides. Teachers use colorful diagrams and classroom games to make these concepts easier to understand. For example, students may participate in a 'Find the Oxide' activity where different formulas are written on cards and learners classify them into correct groups. Such activities improve participation and memory retention.

Acids are introduced as substances that release hydrogen ions in aqueous solutions. During lessons, students study the properties, formulas, and daily-life importance of acids. Examples such as lemon juice, vinegar, and stomach acid help learners connect chemistry with real life. Teachers can organize indicator experiments using litmus paper, methyl orange, and phenolphthalein. Students observe color changes and identify acidic solutions. Group discussions and problem-solving tasks also increase student interest.

Bases are substances that produce hydroxide ions in solution. Teachers explain the difference between soluble bases (alkalis) and insoluble bases through experiments and visual demonstrations.

One of the most effective activities is the neutralization experiment. Students mix acids and bases using indicators and observe the formation of salt and water. This practical method develops scientific observation skills and helps students understand reactions clearly.

Salts are taught as compounds formed through reactions between acids and bases. Students study different types of salts and learn their importance in agriculture, medicine, food production, and industry. Interactive games and card-sorting activities help students classify salts into normal salts,

acidic salts, and basic salts. Team competitions and quiz activities make lessons more enjoyable and increase motivation.



The systematic teaching of oxides, acids, bases, and salts is extremely important in modern chemistry education. When these topics are taught through interactive and student-centered methods, students become more interested in chemistry and develop a deeper understanding of scientific concepts. Practical experiments, educational games, group activities, and visual demonstrations improve students' participation and help them remember information more effectively. The use of real-life examples allows learners to connect chemistry with their daily experiences and understand the practical value of inorganic compounds. Modern teaching methods not only improve theoretical knowledge but also develop communication skills, teamwork, critical thinking, and laboratory competencies. Therefore,

the integration of innovative pedagogical technologies into chemistry lessons is considered one of the most effective ways to improve the quality of school education.

References.

Hua-Jun Fan, Joshua Heads, Daniel Tran, and Nnenna Elechi. Teaching Chemistry Using Computers. International Journal of Information and Education Technology, Vol. 5, No. 2, March 2015.

Alimova F. A. Project Activities of Students in the Digital Educational Environment. Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities, 2021, Vol. 11, No. 12, pp. 97-99.

Alimova F. A. Organization of Independent Work of Future Teachers of Chemistry Based on Project Activities. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 2022, Vol. 3, No. 02, pp. 552-557.

Xasanova Nargiza Ismagilovna. Use of Situational Tasks in Teaching Analytical Chemistry to Biology Students. Scientific Bulletin of Namangan State University, 2023, No. 11, pp. 860-864.

MAKTAB O'QUVCHILARI UCHUN KIMYO FANIDAN ELEKTIV KURSLARNI TASHKIL ETISHGA YANGICHA YONDASHISH

N.I.Xasanova

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo kafedrası o'qituvchisi

e-mail: xasanovanargizaa@gmail.com

N.A.Asqarova

Chirchiq davlat pedagogika universiteti talabasi

e-mail: nigoraabdurashidova50@gmail.com

Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti, Toshkent viloyati, O'zbekiston

Abstract. The research is devoted to the development of new approaches to organizing elective courses in chemistry for schoolchildren. The work developed a program in chemistry "Practical and interactive elective course in chemistry" and justified the methodology for its implementation in the educational process.

Keywords: Chemistry, elective course, natural sciences, 5E model, methods

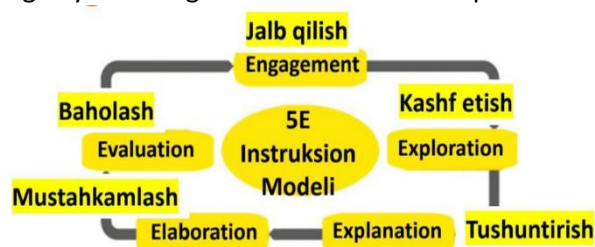
Bugungi global jarayon ilm-fan va texnologiyalar jadal rivojlanayotgan bir davrda ta'lim tizimi oldiga talablar yoki qotib jarayonlar. maktab o'quvchilarining mustaqil fikrlashi, ijodiy faoliyat olib borishi,

ilmiy izlanishlar bo'lgan intilishini hozirgi zamon pedagogikasining mustahkam yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Kimyo fani tabiiy fanlar ichida o'quvchilar tafakkurini kuzatishda muhim o'rin egallaydi. Kimyoviy jarayonlar bilan tanishish, ularning tajriba yo'li bilan ishlash va o'z tajribalarini chiqarish o'quvchining moddiy nazariy bilimga, balki amaliy ko'nikmaga ega bo'lishiga xizmat qiladi.(1)

Ilm fan , texnika va sanoat jadal rivojlanayotgan ijtimoiy ekologik holat keskinlashib borayotgan bir paytda maktablarda kimyo fanini talab darajasida yangicha o'qitish zaruriyat hamda zamon talabi bo'lib qolmoqda. Ta'lim jarayonida bugungi kunda ko'plab interaktiv uslublarni uchratishimiz mumkin. Interaktiv uslub bu- o'qituvchi va o'quvchilarning o'zaro hamkorligi asosida ta'lim samaradorligini oshirish, o'quvchilarda mustaqil fikrlash, mustaqil mulohaza yuritish, u yoki bu masala bo'yicha o'z fikrini bildirish hamda bilim va ko'nikmalarni shakllantirish demakdir. Bu usullarda o'quvchilar faol ishtirok etish orqali berilgan muammolarga javob izlaydilar, fikrlaydilar, oz fikrlarini yozma va og'zaki bayon etadilar, hamda zaruriy xulosalarni chiqaradilar.(2)

Kimyo fani o'quvchilarning ilmiy tafakkurini, kuzatuvchanlik, tahlil qilish, sintez qilish, umumlashtirish va xulosa chiqarish ko'nikmalarini shakllantiradi. Shu bois, ushbu fan darslarida interfaol metodlardan foydalanish o'quvchilarning bilishga bo'lgan qiziqishini oshirish, ularni faol ishtirok etishga undash hamda o'z fikrini erkin ifoda etishga o'rgatish uchun muhim omil hisoblanadi. Interfaol metodlar nafaqat darsning samaradorligini oshiradi, balki o'quvchilarda mustaqil fikrlash, izlanish va ijodkorlikni ham rivojlantiradi.(3)

O'quv materiallarini loyihalash jarayonini soddalashtirish uchun konstruktivizm nazariyasiga ko'ra, 5E ta'lim modeli (The 5E Instructional Model) taklif qilindi. 1962 yilda amerikalik o'qituvchi Myron J. Atkin va amerikalik fizik Robert Karplus "tadqiqot", "terminologiya" va "tushunchalarni qo'llash" ni o'z ichiga olgan yaxshi o'rganish tsiklini ishlab chiqdilar.



Natijada o'quvchilarda fanlarga qiziqish paydo bo'ldi, savollar bera boshladi va ular o'z fikrlariga tanqidiy nazar bilan qarash zarurligini aniqladilar. Atkin-Karplus modeli 5E ta'lim modelining asosidir. U 1987 yilda Amerikaning Bscs Science Learning ta'lim va tadqiqot instituti

toimonidan ishlab chiqilgan. STEM yondashuviga asoslangan yoki biror tabiiy fanlarga oid darsni rejalashtirish sxema bo'yicha amalga oshiriladi – dars 5 bosqichga bo'linadi. Har bir bosqichning o'z maqsadi bor. Ingliz tilida bosqichlarning nomlari E harfi bilan boshlanadi: Engage – qiziqtirish - Ushbu bosqichda o'tilgan va yangi mavzuni bir-biri bilan bog'lash kerak. Bu bosqichning maqsadi o'quvchilarga bilimlarni egallashning ahamiyatini anglashiga yordam berishdan iborat. Materialni tayyorlashda "Bu nima uchun?" degan savolga javob bering. o'rganish jarayonida olingan bilimlar qaerda yoki qachon foydali bo'lishi. Exploration – tadqiqot. Ushbu bosqichda o'qituvchi amaliy faoliyatni taklif qiladi. O'quvchilar muammoni o'rganadilar va savollar berishni, farazlarni ishlab chiqishni va o'zgaruvchilarni sinab ko'rishni boshlaydilar. Mavzuning asosiy tushunchalari aniqlanadi va o'quvchilar ularni tadqiq qilishi uchun zarur bo'lgan ko'nikmalarni rivojlantiradilar. Bu bosqichda o'quvchilar ilmiy uslub haqidagi tushunchalari bilan bir qatorda laboratoriya malakalarini ham oshiradilar. O'quvchilar guruhlarda hamkorlikda ishlaydi va o'z tadqiqotlari haqida fikr yuritishni o'rganadilar. O'qituvchi to'g'ridan-to'g'ri ko'rsatmalar bermayapti - aksincha, u so'rovga asoslangan savollar orqali jarayonni boshqaradi. Explanation – tushuntirish. O'quvchilar oldingi bilimlarini tadqiqot orqali olingan tajribalar bilan bog'laydilar. O'qituvchi tushunchalarni tushuntiradi, o'quvchilar esa o'z tadqiqotlari asosida xulosa chiqaradilar. Elaboration – ishlab chiqish yoki mustahkamlash. O'quvchilar yangi bilimlarni oladilar va ularni yangi vaziyatlarda qo'llaydilar. O'qituvchi yangi savollarni qo'yadi va o'quvchilarga javob izlash imkoniyatini beradi. Bu vaqtda aniq mavzular bo'yicha bilimlar umumlashtirilib, o'quvchilar ongida chuqurlasha boshlaydi. Evaluation – Baholash. O'quvchilar o'zlarining o'quv jarayonini baholaydilar. Ular bilganlarini topshiriqlar, norasmiy va rasmiy baholash orqali ko'rsatishlari mumkin. O'qituvchilar muvaffaqiyatni o'quvchilarning jarayondagi harakatlarini, norasmiy va rasmiy baholash orqali baholaydilar. Ular mavzuni o'rganish davomida aniqlangan noto'g'ri tushunchalarini ko'rib chiqadilar va barcha noto'g'ri tushunchalar

tuzatilishini ta'minlaydilar. O'qituvchi o'quvchilar yangi bilimlarini qo'llashlari kerak bo'lgan muammoni hal qilish stsenariysini taqdim etadi. O'quvchilar ilmiy tushunchalarni tushunishning yozma yoki og'zaki dalillarini taqdim etishlari mumkin.(4)

8-sinf uchun quyidagi misolni ko'rib chiqamiz.

"Engage" qizitirish mashg'uloti: "Yo'qolgan massa siri". Ushbu mashg'ulot "Modda massasining saqlanish qonuni" yoki "Kimyoviy o'zgarishlar" mavzusi uchun juda mos keladi.

Muammoli savol "Tasavvur qiling, bizda 1 kilogramm quruq o'tin bor. Biz uni taroziga qo'yib o'lchadik. So'ngra uni yoqib yubordik. Yonib bo'lgach, qolgan kulni yig'ib qayta o'lchasak, uning og'irligi bor-yo'g'i 100 gramm chiqdi.

Savol: Qolgan 900 gramm qayerga ketdi? U shunchaki yo'q bo'lib qoldimi? Agar modda borliqdan yo'q bo'lmasa, nega tarozi kamroq ko'rsatmoqda? Biz tabiat qonunini aldashimiz mumkinmi?"

Elaboration – ishlab chiqish yoki mustahkamlash qismi uchun quyidagi metodni qo'llash mumkin: "Siz – Mutaxassis" (Case-study asosida) Bu metodda o'quvchilar shunchaki formula yodlashmaydi, balki hayotiy muammoni kimyoviy bilim orqali hal qiladigan "mutaxassis" rolini o'ynaydilar.1. Mavzu: Kislotalar va tuzlarning xossalari (Neytrallanish reaksiyasi)Muammo (Keys):"Mahalliy fermer xo'jaligida tuproqning kislotaliligi oshib ketgani aniqlandi. Buning natijasida ekinlar qurib qolmoqda. Sizga 'Qishloq xo'jaligi kimyogari' sifatida murojaat qilishdi. Tuproqni qanday qilib normal holatga keltirish mumkin? Qaysi moddadan foydalanishni tavsiya qilasiz va jarayonni kimyoviy tenglamalar bilan tushuntirib bering." 2.Ish tartibi: Guruhlarga bo'linish: Sinf 3-4 kishilik guruhlariga bo'linadi (masalan: "Laborantlar", "Texnologlar", "Ekologlar").Tadqiqot: O'quvchilar oldin o'rgangan "Kislota + Asos = Tuz + Suv" (neytrallanish) reaksiyasini eslaydilar.Yechim topish: Ular fermerga ohak (Ca(OH)_2) yoki bo'r (CaCO_3) kabi ishqoriy xossaga ega moddalarni qo'shishni taklif qilishadi.Taqdimot: Har bir guruh o'z yechimini kimyoviy reaksiyalar yordamida doskada isbotlab beradi.

Xulosa qilib aytganda, maktab o'quvchilari uchun kimyo fanidan elektiv kurslarni tashkil etishda an'anaviy o'qitish uslublaridan voz kechib, 5E dars modeli kabi innovatsion yondashuvlarni qo'llash bugungi kun ta'lim talabidir. Tadqiqot davomida qo'llanilgan "Elaboration" (Mustahkamlash) bosqichidagi "Kimyoviy detektiv" va "Engage" qizitirish mashg'uloti: "Yo'qolgan massa siri" o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog'lash imkonini berdi. Bunday yangicha yondashuv nafaqat o'quvchilarning fan bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichlarini oshiradi, balki ularda muammoli vaziyatlarda mustaqil qaror qabul qilish va tanqidiy fikrlash kabi hayotiy kompetensiyalarni shakllantiradi. Elektiv kurslarning bunday formatda tashkil etilishi kimyo fanini murakkab formulalar majmuasidan qiziqarli amaliy jarayonga aylantirishning eng samarali yo'lidir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

Pirmetova Shaxnoza Maqsudovna // Kimyo fanidan maktab o'quvchilarining ilmiy tadqiqot faoliyatini tashkil etish CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH AND MANAGEMENT STUDIES Chirchiq (2-noyabr 2025-yil)

Turdiyeva L. // Maktab ta'limida kimyo fanining o'qitish usullari Декабрь 2020 21-қисм Тошкент

Muftullayeva G.S.//Kimyo fanini o'qitishda interfaol metodlarning o'quvchilarning faolligini oshirishdagi o'rni CENTRAL ASIAN JOURNAL OF EDUCATION AND INNOVATION IF=8.9 Volume 4, Issue 10, Part 2 October 2025

Badalova M.U. //Azamatova D.S. Avloniy nomidagi MTI Tabiiy va iqtisodiy fanlarni o'qitish metodikalarini takomillashtirish.

KIMYO TA'LIMIDA STEM YONDASHUVI ASOSIDA MAISHIY MUHANDISLIK MODELLARIDAN FOYDALANISH USULLARI

B.A. Axadov¹, M.S. Xudayberganov²

1-Chirchiq davlat pedagogika universiteti kimyo yo'nalishi 1-kurs magistranti,

2-Chirchiq davlat pedagogika universiteti kimyo kafedrasi dotsenti. O'zbekiston

e-mail: axadovb777@gmail.com, m.xudayberganov@cspu.uz

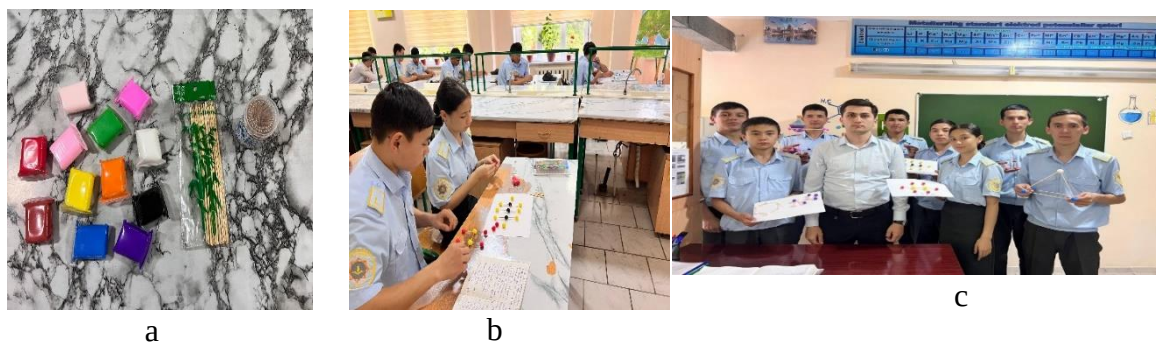
Abstract. This article studies the effectiveness of using household engineering models based on the STEM approach in chemistry education using scientific-analytical and statistical methods. During the study, the results of the STEM-based approach with traditional teaching methods were compared, and changes in students' knowledge level, practical skills, and ability to solve problem situations were assessed using statistical indicators. The results obtained showed that the use of household engineering models increases students' interest in chemistry, expands the ability to connect theoretical knowledge with practice, and develops independent thinking skills. The study also substantiates the methodological aspects of implementing the STEM approach and its impact on the quality of education.

Keywords: STEM approach, chemistry education, household engineering models, innovative methods, practical skills, statistical analysis, effectiveness of the learning process.

Zamonaviy ta'lim tizimida tabiiy fanlarni o'qitish jarayonini optimallashtirish, o'quvchilarda nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Xususan, kimyo ta'limida murakkab abstrakt tushunchalarni o'zlashtirish ko'plab o'quvchilar uchun muayyan qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi. Molekulalarning fazodagi tuzilishi, kimyoviy bog'lanishlarning yo'nalishi va geometrik shakllar kabi masalalar ko'proq tasavvur va modellashtirishni talab qiladi. Mazkur nuqtai nazarga ko'ra, ta'lim jarayonlariga innovatsion yondashuvlarni, jumladan, STEM yondashuvini joriy etish muhim ahamiyatga ega bo'lmoqda. Organik kimyoni o'qitish jarayonidagi vizuallikning muhim vositasi – organik modda molekularining shar sterjenli modelini ko'rsatish hisoblanadi [1, 3]. Shar-sterjenli modelni ommalashtirgan olim — nemis kimyogari Avgust Vilgelm fon Xofmanndir. U bugungi kunda ham keng qo'llaniladigan atom rang kodlash tizimini ham ishlab chiqqan: uglerod — qora, vodorod — oq, kislorod — qizil, azot — ko'k, xlor — yashil, oltingugurt esa sariq rang bilan belgilanadi [2].

Mazkur tadqiqot ishida fazoviy-struktura modellarni yaratishda maishiy ashyolardan – turli rangdagi plastilin va yog'och cho'plaridan foydalanish imkoniyatlari o'rganib, ko'rib chiqiladi. Bunday oddiy vositalar yordamida molekulyar konstruktorlar yasash o'quvchilarga organik birikmalar tuzilishini ko'rgazmali tarzda o'rganish imkonini yanada keng yoritib beradi.

Kimyo o'qitish jarayonida strukturaviy-fazoviy modellarni qo'llash o'quvchilarda murakkab nazariy tushunchalarni tushunishida muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. Ayniqsa, organik kimyo kursida molekulalarning uch o'lchamli tuzilishini tushuntirishda an'anaviy ikki o'lchamli tasvirlar ko'pincha hollarda yetarli samaradorlikka ega bo'lmaydi. Shuning uchun STEM yondashuvi asosida maishiy muhandislik modellaridan foydalanib dars o'tish orqali o'quvchilarda fazoviy tafakkurni shakllantirish, bilimlarni chuqurlashtirish hamda amaliy ko'nikmalarni shakllantirish imkoniyati yaratiladi. Ushbu yondashuvda rangli plastilin hamda yog'och cho'plar kabi oddiy maishiy materiallardan foydalangan holda, molekulyar konstruktorlar yasash asosiy metodik vosita sifatida ko'rildi. Tadqiqot ishida 1- a rasmda ko'rsatilganidek rangli plastilin va yog'och cho'plari ishlatiladi. Mazkur metod o'quvchilarga molekulalarning fazoviy geometrik shaklini (masalan, tetraedrik, trigonal tekislik, chiziqli tuzilma) anglash imkonini yaratadi. Natijada, nazariy tushunchalar amaliyot orqali mustahkamlanadi.



1-rasm. a) dastlabki homashyo (plastilin va tish tozalagich cho'plari), b) strukturaviy-fazoviy modellarni qo'llash jarayoni, c) dars mashg'uloti davomida erishilgan natijalar.

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, bunday modellashtirish jarayonida o'quvchilar faqat tayyor ilmiy bilimni qabul qilmaydi, balki uni mustaqil ravishda shakllantiradi. Masalan, alkanlar sinfiga mansub bo'lgan metan (CH_4) molekulasini yasash jarayonida o'quvchi uglerod atomining to'rtta vodorod atomi bilan bog'lanishi va ularning fazoviy joylashuvini o'zi aniqlaydi.

Organik kimyo bo'limi misolida fazoviy-struktura modellarni yasash ayniqsa izomeriya, stereokimyo va funksional guruhlar mavzularini o'rganishda ijobiy natija beradi. Masalan, etilen (C_2H_4) va etan (C_2H_6) molekularini taqqoslashda o'quvchilar bog'lanishlarning turini (bog' va qo'sh bog'), shar stejen modellar orqali yanada aniqroq anglaydi. Shu bilan birga, benzol molekulasining halqasimon tuzilishini yasash orqali tasavvur chuqurlashadi.

O'quvchilarning darsga bo'lgan qiziqishi va faolligi sezilarli darajada ortgani kuzatildi (1-b, c-rasm). Mazkur holat STEM yondashuvining integrativ xususiyati bilan izohlanadi, ya'ni o'quvchilar bir vaqtning o'zida ilmiy bilim, texnik ko'nikma va muhandislik fikrlash elementlariga ega bo'ladilar.

Umumlashtirgan holda, STEM yondashuvi asosida maishiy muhandislik modellaridan foydalanish kimyo ta'limida innovatsion va samarali metod sifatida namoyon etilmoqda. Mazkur usul o'quvchilarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, amaliy ko'nikmalarini rivojlantirish va fanlararo integratsiyani ta'minlashga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

Rahmatullayev N.G., Omonov H.T., Mirkomilov Sh.M. Kimyo o'qitish metodikasi. – Toshkent: Iqtisod-Moliya, 2013. – 281-bet.

<https://chemistrytalk.org/molecular-models/>

Xasanboyev Azizbek Botirali o'g'li. (2023). STEAM pedagogik texnologiyasi: integratsiya orqali o'rganishni kuchaytirish. "Innovative Technologies in Construction" Jurnal.

KIMYO FANINI O'QITISHNING DOLZARB MUOMMOLARI VA KELAJAK KIMYO O'QITUVCHISI IMIDJINI SHAKLLANTIRISH

Boymatova F. J. Chirchiq davlat pedagogika universiteti kimyo yo'nalishi 3-bosqich talabasi

Qurbonova M. E. Chirchiq davlat pedagogika universiteti Kimyo kafedrasida katta o'qituvchisi

Email: boymatovaf@icloud.com

Annotation. This article examines the new requirements for chemistry teachers in the modern education system, the factors of forming the pedagogical image and professional skills. It also highlights the ways of creating a professional image of a future chemistry teacher based on digital technologies, virtual laboratories and the STEAM approach. As a result of the research, it is based on the fact that the teacher's image is the main motivational factor that increases the effectiveness of the lesson.

Keywords: professional image, pedagogical skills, chemistry methodology, digital pedagogy, facilitation, creative approach, STEAM education, virtual laboratory.

Global o'zgarishlar va raqamli texnologiyalar asrida ta'lim mazmuni bilan birga o'qituvchi shaxsiga bo'lgan talablar ham tubdan yangilanmoqda. Kimyo fani o'zining abstrakt tushunchalari va eksperimental xarakteri bilan o'quvchidan yuksak mantiqni talab etadi. Bugungi kunda kimyo o'qituvchisi nafaqat bilim beruvchi, balki o'quvchilarning ilmiy dunyoqarashini shakllantiruvchi "fasilitator" va kreativ imidjga ega yetakchi bo'lishi zarur [1].

Muammoning ilmiy asoslanishi. An'anaviy ta'limda o'qituvchining imidji faqatgina bilim yetkazuvchi sifatida shakllangan bo'lsa, zamonaviy sharoitda bu tushuncha ancha kengaydi. Ko'p hollarda o'qituvchilarning zamonaviy texnologiyalardan hayiqishi yoki darslarni qolipli usullarda o'tishi o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqishini so'ndirmoqda. Shu sababli, bo'lajak kimyo o'qituvchilarining metodik kompetentligini oshirish va ularda yangi pedagogik imidjni shakllantirish davr talabidir [2,3].

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqot jarayonida tizimli tahlil, pedagogik kuzatuv va qiyosiy o'rganish usullaridan foydalanildi. Pedagogik mahoratni baholashda ilg'or xorijiy tajribalar hamda "O'qituvchi imidji" tushunchasining tarkibiy qismlari tahlil qilindi. Tadqiqot obyekti sifatida pedagogika oliygohlarida tahsil olayotgan bo'lajak kimyo o'qituvchilarining kasbiy tayyorgarligi olindi.

Natijalar. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, o'qituvchining pedagogik mahorati yuqori bo'lgan sinflarda o'quvchilarning o'zlashtirish ko'rsatkichi 25-30% ga yuqori bo'ladi. Kelajak o'qituvchisi imidjida "kreativlik" va "empatiya" tushunchalari markaziy o'rin egallaydi. Ayniqsa, STEAM yondashuvi asosida dars o'tuvchi pedagoglar nafaqat kimyo, balki ekologiya va texnologiya sohasidagi muammolarni ham tahlil qila olishi bilan o'quvchilarda katta qiziqish uyg'otadi.

Muhokama. Zamonaviy kimyo o'qituvchisi imidjini shakllantirishda oliy ta'lim bosqichidan boshlab talabalarda notiqlik san'ati, psixologik tayyorgarlik va IT-ko'nikmalarni rivojlantirish lozim. O'qituvchi imidji uning kiyinish madaniyati, nutqi va fan yutuqlarini hayot bilan bog'lay olish san'atida namoyon bo'ladi. Bu esa o'quvchilarning fanga bo'lgan ichki motivatsiyasini uyg'otishning eng qisqa yo'lidir.

Kelajak kimyo o'qituvchisi — bu faqatgina laboratoriya xodimi emas, balki innovatsion fikrlovchi, o'quvchi qalbini anglaydigan va texnologiyalarni mahorat bilan boshqaradigan shaxsdir.

O'qituvchi imidji va pedagogik mahoratining doimiy rivojlanishi ta'lim sifatini xalqaro standartlar darajasiga olib chiqishning kafolatidir.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

G'afurov N. O., Raxmatullayev N. G'. (2020). Kimyo o'qitish metodikasi. Toshkent: O'qituvchi.

Ziyomammedov B. (2013). Pedagogik mahorat asoslari. Toshkent: Iqtisod-Moliya.

Ismailov S. A. (2024). Kimyo fani ta'limidagi innovatsiyalar va zamonaviy pedagogik imidj. Maktabgacha va maktab ta'limi jurnali, 2(4).

Qurbonova M. E. (2025). O'qituvchi imidjini shakllantirishning psixologik-pedagogik jihatlar. Science and Innovation.

Smith, J., Anderson, L. (2022). The Future of Chemistry Education: Fostering Critical Thinking. Journal of Chemical Education.

KIMYOVIY MASALALARNI YECHISHDA TENGLAMALAR SISTEMASINI ISHLASHNING TURLI USULLARI

Shirinova Dilshoda Ortiq qizi, Ibragimova Feruza Islomovna

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Keywords: chemical concept, graphical method, addition method, subtraction method, substitution method, determinant method.

Abstract: This article demonstrates the use of mathematical operations in solving chemical problems and presents several methods for solving systems of equations. This approach provides convenience for students in integrating and studying several topics comprehensively.

Kirish Hozirgi kunda o'rta maktab va oliy ta'limda kimyoviy masalalar ishlashning bir necha usullari mavjud, shu ma'lumotlardan foydalangan holatda bu maqolada shu uslublarni umimlashtirdim va bu ma'lumotlar o'quvchi uchun, fikrlashi uchun qulaylik tug'diradi degan umiddaman. O'quvchi bilimlarini mustahkamlash uchun turli mazmundagi masalar to'plamlari mavjud. Bir tipdagi masalani bo'lajak pedagoglar bir necha usulda ishlay olishi va o'quvchilar uchun tushunarli bo'lishi lozim. Har bir talaba yoki o'quvchi o'ziga xos dunyoqarash, tasavvur va bilim mavjud, agar bir necha usulda masalani pedagog ishlab ko'rsatsa qaysidir usulni tanlab yoki o'quvchuvchi tanlab o'ziga keraklicha o'zlashtirib oladi. Masala ishlash o'quvchilarning tasavvurni rivojlantiradi, dunyoqarashini oshiradi va hayotiy jarayonlarda sodir bo'ladigan jarayonlar va miqdorlarni taxminiy oldindan hisoblash usullarini o'rganadi. Matematikani o'rganish o'quvchilarni matematik modellashtirish qobiliyatini rivojlantiradi. Bunday qobiliyat nafaqat fanning kelajakda rivojlanish jarayonini tezlashtirmasdan, atrof-muhitdagi o'zgarishlarni anglash va tasavvur qilishiga imkon yaratadi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi

Masala yechish orqali fanlararo bog'liqlikdan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Faqatgina matematika fanida masala ishlash emas bu sullar orqali kimyodan masalalar yechishda, biologiya fanlaridan masala ishlashda, fizikadan masala ishlashda va boshqa fanlarda bemalol foydalanishi mumkin.

Laboratoriyada kimyoviy tajriba uchun mis va alyuminiydan tayyorlangan namunalar olindi. Namunalarining umumiy soni 11 ta bo'lib, ularning umumiy massasi 98 g ni tashkil etdi. Har bir mis namunasi massasi 10 g, alyuminiy namunasi esa undan 2 g kam ekanligi ma'lum bo'lsa, mis va alyuminiy namunalarining sonini toping.

Muhokama va natijalar

I-usul (o'rniga qo'yish usuli)

Bir nomalumli algebraik tenglamalar tuzish mis namunasi soni X, alyuminiy namunasi soni Y deb belgilab olamiz. Demak mis namunasi massasi 10X, alyuminiy namunasi massasi esa (10-2)Y ya'ni 8Yni tashkil etadi.

$x+y=11$ bu mis namunasi va aluminiy namunasi soni yig'indisi

$10x+8y=98$ ularning massalari yig'indisi.

$x+y=11$

$10x+8y=98$ tenglamalar sistemasi tuziladi.

$x=11-y$ deb xni belgilab olamiz va ikkinchi tenglamaning o'rniga etib qo'yamiz.

$10(11-y)+8y=98$ kabi yozamiz.

Bir noma'lumli algebraik tenglama tuziladi.

$110-10y+8y=98$ birhadlar ishorasi har xil bo'lgani uchun ayiriladi.

$110-2y=98$

$110-98=2y$ ozod hadlar bir tomonga, noma'lum had boshqa tomonga o'tkazildi.

$12=2y$

$y=12:2$

$$y=6$$

$x=11-y$ tenglamadan foydalanib $x=5$ ekanligi aniqlandi.

Javob: mis namunasi soni 5ta, aluminiy namunasi soni esa 6ta ekan.

II usul

Ikki noma'lumli chiziqli tenglamalar sistemasini tuzish va uni algebraik qo'shish usulida yechish.

Birinchi usulda qo'llagan uslubdan foydalanamiz

1 Noma'lumlar belgilanadi va birinchi algebraik tenglama tuziladi.

$$\begin{cases} x+y=11 & (-8) \text{ ga ko'paytirib olamiz} & -8x-8y=-88 \\ 10x+8y=98 \end{cases}$$

$$-8x-8y=-88$$

$$10x+8y=98$$

$$2x+0=10$$

$$2x+0=10$$

$$x=5$$

$x+y=11$ tenglamasining xni o'rniga qo'yib y topiladi.

$$5+y=11 \quad y=11-5 \quad y=6$$

Javob: mis namunasi soni 5ta aluminiy namunasi soni esa 6ta ekan.

III usul

Ikki noma'lumli tenglamalar sistemasini grafik usulda ishlash

$$\begin{cases} x+y=11 \\ 10x+8y=98 \end{cases}$$

$$x=11-y$$

$$y=11-x$$

$$10x=98-8y$$

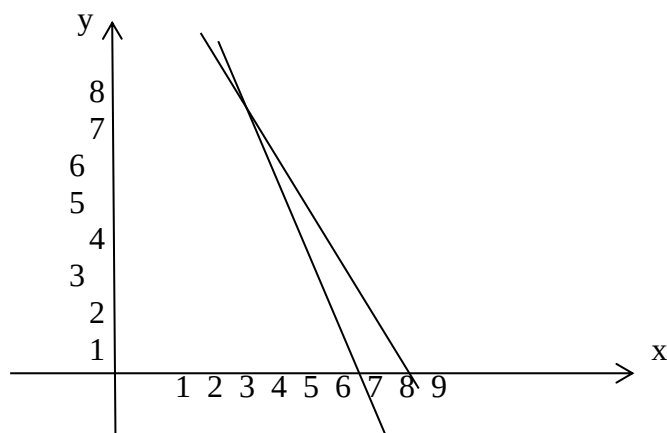
$$8y=98-10x$$

$$y=\frac{98-10x}{8}$$

x	1	2	4	5	6	7
y	10	9	7	6	5	8

x	1	2	3	5
y	11	9,75	8,5	6

Endi grafik chiziladi. Har ikkala grafik o'qlari bitta kordinatsion tekislikda joylashtiramiz



Bunda grafik o'qlar kesishgan joydan x va y ning qiymatlarini belgilaymiz.

$$O(5;6) \quad x=5 \quad y=6$$

Javob: mis namunasi tangalar 5ta aluminiy namunasi tangalar esa 6ta ekan.

IV usul

Ikki noma'lumli tenglamalar sistemasini determinant usulida ishlash.

Oldingi uslublarda ko'rsatilgan tenglamalar sistemasidan foydalanamiz.

$$\begin{aligned} x+y &= 11 \\ 10x+8y &= 98 \end{aligned} \quad D = \begin{vmatrix} a & b \\ a & b \end{vmatrix} = a \cdot b - a \cdot b \quad D \neq 0$$

$$D = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 10 & 8 \end{vmatrix} = 10 - 8 = 2$$

$$D_x = \begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix} = c_1 b_2 - c_2 b_1 \quad x = -\frac{D_x}{D}$$

$$D_x = \begin{vmatrix} 11 & 1 \\ 98 & 8 \end{vmatrix} = 88 - 98 = -10 \quad x = 5$$

$$D_y = \begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix} = a_1 c_2 - a_2 c_1 \quad y = -\frac{D_y}{D}$$

$$D_y = \begin{vmatrix} 1 & 11 \\ 10 & 98 \end{vmatrix} = 98 - 110 = -12 \quad y = 6$$

Javob: mis namunasi soni 5ta aluminiy namunasi soni esa 6ta ekan.

V usul

1 Noma'lumlar belgilanadi va birinchi algebraik tenglama tuziladi.

$$\begin{cases} x+y = 11 & (8) \text{ ga ko'paytirib olamiz} & -8x-8y=-88 \\ 10x+8y=98 \\ 8x+8y=88 \\ 10x+8y=98 \end{cases}$$

Tenglamalarni qulay usulda ko'chirib, bir-biridan ayiriladi.

$$\begin{cases} 10x+8y=98 \\ 8x+8y=88 \end{cases}$$

$$2x+0=10 \quad x=5 \quad x+y=11 \quad \text{tenglamasining xni o'rniga qo'yib y topiladi.} \quad 5+y=11 \quad y=11-5 \quad y=6$$

Javob: mis namunasi tangalar 5ta aluminiy namunasi tangalar esa 6ta ekan.

Bu tenglama yechish usullarini faqat ikki noma'lumli tenglamalrni yechish uchun emas, uch va undan ortiq noma'lumli tenglamalarni ishlashga qulay usul hisoblanadi. Quyida uch noma'lumli tenglama ishlanish usullari keltiriladi.

$$\begin{cases} x+y+z=1 \\ 2x+3y+4z=3,3 \\ 3x+3y+4z=3,5 \end{cases} \quad \begin{cases} 2x+3y+4z=3,3 \\ x+y+z=1(2) \\ - \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} 2x+3y+4z=3,3 \\ 2x+2y+2z=2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 2x+3y+4z &= 3,3 \\ x &= 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y+2z &= 1,3 \\ y+2z &= 1,3 \\ y+z &= 0,8 \\ z &= 0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x+y+z &= 1 \\ 0,2+y+0,5 &= 1 \\ y &= 1-0,7 \\ y &= 0,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,2+y+z &= 1 \\ y+z &= 0,8 \end{aligned}$$

$$x=0,2 \quad y=0,3 \quad z=0,5$$

2-usul. Tenglamalar sistemasining o'rniga qo'yish usuli.

$$\begin{cases} x+y+z=1 \\ 2x+3y+4z=3,3 \\ 3x+3y+4z=3,5 \end{cases} \quad x=1-y-z$$

$$\begin{aligned} 3x+3y+4z &= 3,5 \\ 3(1-y-z)+3y+4z &= 3,5 \\ 3-3y-3z+3y+4z &= 3,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2x+3y+4z &= 3,3 \\ 2(1-y-z)+3y+4z &= 3,3 \\ 2-2y-2z+3y+4z &= 3,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y+2 \times 0,5 &= 1,3 \\ y &= 1,3-1 \\ y &= 0,3 \end{aligned}$$

$$z=0,5$$

$$y+2z=1,3$$

$$x=1-0,3-0,5$$

$$x=0,2$$

Kimyo fanidan masalalar yechish orqali o'quvchi va talabalarning dunyoqarashini, fikrlash doirasi hamda tasavvurini boyitish mumkin. Kelajak haqida tasavvurlari rivojlanadi, Bu algebraik usullar faqatgina matematika fanini o'rganish uchungina bo'lib qolmay, barcha fanlarni o'rganishda qo'l keladi. Biologiya, matematika, fizika, geografiya, fanlarini o'rganishda, amaliy hisob-kitob ishlarida yuritiladi. O'quvchi bu fanlarni o'zlashtirish orqali kelajakda o'zi xohlagan mutaxassisliklarini egallashi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

Shirinova, D. O. Q., & Eshchanov, R. A. (2021). Osmos va teskari osmos hodisalarini maktabda o'qitishda klaster metodi. *Academic research in educational sciences*, 2(12), 986-991.

Shirinova, D. O. Q. (2021). Kimyoni o'qitishda talabalarining ekologik intellektual qobiliyatini shakllantirish. *Academic research in educational sciences*, 2(9), 571-574.

Shirinova, D. O. (2022). Davriy jadval mavzusini oqitishda barqaror ta'lim usullarini tadbiq qilishning klaster usuli (yordamchi dasturli vositalardan foydalanish). *Netherlands intellectual education technological solutions and innovative digital tools*, 5(4), 402-406.

Eshchanov, R. A., & Shirinova, D. O. (2022). Uglerod mavzusini oqitishda ekologik muommolar va barqaror taraqqiyot ta'limi. *Konferensiya*, 1(2), 464-468.

KIMYO TA'LIMIDA INTEGRATSION METODLARNI JORIY ETISHDAGI MUAMMOLAR VA ISTIQBOLLAR

M.T. Sharipova

Guliston davlat pedagogika instituti, Sirdaryo viloyati, O'zbekiston

e-mail: ismatovamuazzam9@gmail.com

Abstract. This article examines the challenges and prospects of using integrative methods in chemistry education. It highlights the importance of interdisciplinary approaches and key implementation barriers, and suggests ways to overcome them, emphasizing their role in improving educational quality.

Keywords: chemistry education, educational innovation, educational quality, instructional effectiveness, integrative methods, interdisciplinary approach, methodological issues, pedagogical technologies

Buguni kunda ta'lim tizimida innovatsion pedagogik texnologiyalardan keng foydalanib kelinmoqda. An'anaviy shakilda o'qitish usullari yetarlicha samaraga ega bo'lmaganligi, shunday zamonaviy yondashuvlarni tadbiq etishni taqozo etmoqda. Jumladan fanlararo integratsiya ko'plab sohalarida keng qo'llanilib, yuqori samaradorlikka erishilib kelinmoqda. Shuningdek kimyo fanini o'qitishda ham integratsion metodlardan foydalanish o'quvchi yoshlarning fanga bo'lgan qiziqishini yanada oshirishda, tez va oson o'zlashtirishida, olingan bilimlarni amaliyotda qo'llay olish ko'nikmalarini shakllantirishda, tizimli fikrlashning oshirishida muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bundan tashqari, OECD, PISA, UNESCO va Blum taksonomiyasi kabi xalqaro ta'lim standartlari ham bilimni fanlararo kontekstda qo'llash muhimligini takidlaydi (Kenjaboyeva, 2025).

Bu yo'nalishning istiqbolli tomoni shundaki, muayyan bir tizimni taraqqiyot g'oyalari bilan integratsiyalashtiriladi (Suyunov, 2023). Bu o'rinda dunyo miqyosida ta'lim samaradorligini oshirish, barcha o'quv jarayonlarida integrativ pedagogikadan foydalanishni tadbiq etishga doir bir qancha ilmiy ishlar, izlanishlar olib borilmoqda. Respublikamizda fanlararo aloqadorlik va integratsion o'qitish jarayonlarini tashkil etish masalalari bo'yicha R.Mavlonova, R.Safarova, E.Turdiqulov, M.Mirqosimova, A.Musurmonov, P.Musayev, A.Choriyev,

X.A.Abduraxmonova, R.Burxonov, T.Nuriddinov kabi olimlar ilmiy-tadqiqot ishlarini amalga oshirgan (Suyunov, 2023).

Kimyo fanini boshqa fanlar bilan integratsiyalash maktab va litseylar uchun juda samarali hisoblanadi. Biologiya, fizika, geografiya kabi tabiiy fanlar bilan integratsiyalash kimyo fanini yanda oson va tushunarli bo'lishini, o'quvchilarning fikrlash doirasini kengayishini ta'minlaydi. Bu esa yoshlarning tabiiy fanlarga bo'lgan qiziqishini orttiradi. Negaki maktablarda "kimyo fani qiyin" degan tushunchalar mavjud bo'lib, mavzularni oson, fanlararo bog'liqlikda o'qitish, innovatsion pedagogik texnologiyalardan foydalanish "kimyo aslida oson va qiziqarli fan" degan fikrlarni shakllantirishga yordam beradi. Lekin bu "har qanday mavzuni ulab yuborish" emas: haqiqiy integratsiya faqat tabiiy bog'liqlik mavjud bo'lgan joyda ishlaydi. Masalan:

1. Kimyo-biologiya
Oqsillar, yog'lar-biokimyo, fermentlar-katalizatorlar, fotosintez-kimyoviy reaksiyalar
2. Kimyo-fizika
Atom tuzilish-kvant fizika, termokimyo-issiqlik effekti, gaz qonunlari-bosim, temperatura, elektroliz-elektr toki
3. Kimyo-geografiya
Gazlar kimyosi-atmosfera tarkibi, mineral moddalar-tuproq kimyosi, CO₂, issiqxona effekti-iqlim o'zgarishi.

O'quv jarayonlarini fanlararo olib borish bir qancha afzalliklarga ega. Xususan:

1. Tanqidiy va tahliliy fikrlashni rivojlantirish
2. Mazmunli bilim ko'chirishni rag'batlantirish
3. Kommunikativ va hamkorlik ko'nikmalarini mustahkamlash
4. O'quvchilarning motivatsiyasi va faolligini oshirish
5. Muammo yechish kompetensiyasini rivojlantirish kabilar shular jumlasiga kiradi (Xudoyberdiyeva va Tursunova, 2026).

Integratsiyon metodlardan foydalanish ta'lim sifatini oshirishda muhim ahamiyatga ega bo'lsada, amaliyotga joriy etishda bir qancha muammo va kamchiliklar uchrashi mumkin. Quyida ba'zi muammo va kamchiliklar jadval asosida keltirilgan.

Muammo turi	Muammo sababi
Metodik muammolar	Namunaviy dars ishlanma va metodik qo'llanmalarining yetarli emasligi, o'qituvchilar integratsiyalashgan darslarni tashkil etishni bilmasligi, fanlararo bog'liqlikni to'g'ri aniqlashga qiynalish
O'qituvchilarning bilim darajasi	O'qituvchilar o'z fanlarini yaxshi biladi, ammo boshqa fanlarni bog'lashda bilim yetarli bo'lmasligi mumkin (integratsiyada ko'p yo'nalishlarni bilish talab etiladi)
Vaqt masalasi	Dars jarayonida bir nechta fanni qamrab olish uchun ajratilgan vaqt kamlik qilishi mumkin (maktablarda dars 45 minutni tashkil qiladi)
O'quv dasturlarini tuzishdagi muammolar	Amalda o'quv dasturlari alohida fanlar asosida tuziladi, fanlararo mavzular mos kelmasligi ishni qiyinlashtiradi
Modddiy bazalarning yetishmasligi	Integratsiyalashgan darslar ko'pincha laboratoriya jihozlari, texnologiya, vizual jihozlar talab qilishi va ba'zi maktablarda zarur jihozlar yo'qligi

O'quvchilarning bazaviy bilimga ega emasligi	Hamma o'quvchilar ham fanlararo fikrlashga tayyor bo'lmaydi. Bunda integratsiya yetarlicha samara bermaydi
--	--

Kimyo o'qitishning dastlabki bosqichlarida fan ichidagi va fanlararo aloqalarni mustaqil ravishda izlash va ularni kimyo bo'yicha aniq muammolarni hal qilishda qo'llash qiyin va samarasiz bo'lib chiqadi (Yodgorov, 2023). Shuning uchun darslarni o'quvchilar kimyo, biologiya geografiya kursining katta qismini o'zlashtirgandan so'ng yoki o'quv yili oxirida o'tkazish maqsadga muvofiqdir (Raximov va Matyakubov, 2022).

Mazkur muammolarga yechim topilib, kamchiliklar bartaraf etilsa, darslarni integratsiya asosida o'qitish har bir sohada yuqori samaradorlikka erishishga olib keladi. Buning uchun, muammolar chuqur o'rganilib, to'g'ri tizim ishlab chiqish kerak. Ushbu muammolar o'rganilishi natijasida dastlab, o'qituvchilarning bilim darajasini oshirish, darslarni asosan yuqori sinflarga tadbiq qilish, vaqtdan unumli foydalanish uchun darsni oson o'zlashtirishni ta'minlaydigan metodlardan foydalanish va to'g'ri dars taqsimotini ishlab chiqish, integratsiyalashgan fanlarni o'qitishga mos o'quv dasturlari yaratish va imkon qadar maktablarni zamonaviy texnologiya va jihozlar bilan ta'minlash kerak degan xulosaga kelindi.

Shu asosda xulosa qilish mumkinki, integratsiyalashgan darslarni yo'lga qo'yish muhim omillardan biriga aylanmoqda. Ushbu yondashuvni samarali amalga oshirish esa yuqoridagi muammo va kamchiliklarni bartaraf etish bilan uzviy bog'liqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

Kenjaboeva X. Methodology of Using Natural Sciences Integration in Teaching Students the Technology of Producing Nitrogen-Containing Organic Compounds in the Chemical Industry // Oscar Publishing. – 2025.

Khudayberdiyeva D., Tursunova N. Interdisciplinary Integration in Primary Education: Conceptual Foundations, Objectives and Pedagogical Implications // International Journal of Education (LAJOE). – 2026. – Vol. 6, Issue 3.

Raximov A.K., Matyoqubov A.Q. Kimyo va biologiya darslarida talabalarning kompetensiyalarini shakllantirish usullari // Academic Research in Educational Sciences. – 2022. – Vol. 3, Issue 8.

Suyunov A.G'. Integrativ yondashuvning mazmun-mohiyati va uning tamoyillari // Fan, ta'lim va amaliyot integratsiyasi. – 2023. – Jild 4, №3.

MIKROOBYEKLARNI KUZATISH MASALASIDAN NANOFIZIKAGA KIRIB KELISH

Chirchiq davlat pedagogika universiteti magistranti
Asralova Moxichexra Mansur qizi

Ma'lumki, insoniyat fan-texnika taraqqiyoti davomida moddalar tuzilishini va ularning ichki strukturalarini chuqurroq o'rganish maqsadida yangi tadqiqot yo'nalishlari yuzaga kelgan. Bunda mikroob'yektlarni kuzatish masalasi asosiy o'rin tutadi. Bunday masalalar dastlab optik mikroskoplarda, keyinchalik aniqlikni oshirish maqsadida elektron mikroskoplarda o'rganila boshlandi.

Odatda, namuna yupqa qatlam ko'rinishida olinib, undan o'tayotgan nurda ko'riladi. Shuning uchun buyum stolchasi ostida kondensor deb ataluvchi linzalar va yorug'lik manbayi majmuasi joylashgan bo'ladi. Ular manba yorug'ligini to'plab, uni quyiroqda turgan buriluvchi oyna orqali namunaga tushirib beradi.

Mikroskoplarning fabrikalarda ko'plab ishlab chiqarilishi va fabrikalar orasidagi raqobat mikroskop narxini pasaytirib yubordi. Natijada ular kundalik laboratoriya asbobiga aylanib qoldi, hatto har bir shifokor yoki talaba ham mikroskop olishga qurbi yetadigan bo'ldi. Shu vaqtdan boshlab haqiqiy "mikroskop g'alayoni" boshlandi.

Tadqiqotchilar oldida yangi oldin ochilmagan dunyoga yo'1 ochildi. Kashfiyotchilar ishtiyoqida, ular mikroskop ostida nima to'g'ri kelsa o'shani - igna uchini, tishga o'rnashgan kirni, qon va yomgir tomchisini va h.k. qo'yib tekshira boshladilar. Birin ketin yangi kashfiyotlar qilina boshlandi.

Nanoo'lchamli obyektlarni o'rganish uchun optik mikroskoplarning (hatto ultrabinafshalarniki ham) ajratuvchanligi yetarli emasdir. Shuning uchun 1930-yillarda mikroskoplarda yorug'lik nuri o'rniga elektronlar oqimidan foydalanish g'oyasi paydo bo'ldi. Kvant fizikasidan bizga ma'lumki, elektronlar oqimining de- Broyl to'lqin uzunligini fotonlarnikidan 100 martalab kichik qilish mumkin.

Elektronlar oqimini tashqi elektrik va magnitik maydonlar yordamida samarali boshqarish mumkin. Elektronlarning elektromagnitik maydonlardagi harakatini o'rganuvchi va kerakli maydonlar hosil qiluvchi qurilmalar hisob kitoblarini amalga oshiruvchi fan - *elektron optika* deb ataladi.

Elektron mikroskopning turlari ko'p bo'lib, ular ichida eng ko'p qo'llaniladigani rastrli elektron mikroskop (REM). Agar oddiy televizorning elektron-nur naychasi ichiga ekrani va elektronlar manbayi orasiga biror obyektни joylashtirsak, REM ning soddaxemasini hosil qilamiz. Bunday mikroskopda qalinligi 10 nm atrofida bo'lgan ingichka elektron-nur dastasi obyekt ustidan gorizontallay yurib uni skanerlaydi va har bir nuqtadan olingan signallarni sinxron ravishda kineskopga beradi. Butun jarayon televizor ishlashiga o'xshab ketadi. Elektron mikroskopning asosiy kamchiligi uning to'la vakuumda ishlashi zarurligidir. Chunki kamera ichida biror gaz bo'lsa, ular elektronlar oqimi ta'sirida ionlashib, tasvirni ancha buzgan bo'lar edi. Undan tashqari, elektronlar oqimi biologik obyektlarni buzib tashlaydi, shuning uchun ularning biotexnologiyaning ko'p sohalarida qo'llanilishi imkoni cheklangan.

Elektr maydonda tezlatilgan elektronlarning to'lqin uzunligi bir necha nanometrni tashkil qiladi. Agar biz molekula yoki atomlar panjarasini ko'rmoqchi bo'lsak, bu yomon emas, albatta. Lekin, agar atom ichiga ko'z tashlamoqchi bo'lsak-chi? Kimyoviy bog'lar nimaga o'xshaydi? Alohida kimyoviy reaksiya jarayoni qanday ko'rinishda bo'ladi? Bu savollarga javob topish uchun turli mamlakat olimlari neytron mikroskoplar yaratmoqdalar.

Neytronlar protonlar singari atom yadrosi tarkibiga kira oladi, ular elektronlarga nisbatan deyarli 2000 marta og'ir. De-Broyl ifodasiga, asosan, ularga mos keluvchi to'lqin uzunligi ham elektronnikidan 2000 marta kichik bo'ladi, ya'ni neytronlarning de-Broyl to'lqin uzunligi nanometrning mingli ulushi pikometrlarga to'g'ri keladi. Ular yordamida atomlarning barcha jihatlarini tasvirlash imkoni tug'iladi. Neytron mikroskoplarning bir qancha ijobiy tomonlari mavjud. Ular zaryadsiz bo'lganligi uchun namunalarning qalin qatlamlariga ham oson kirib boradi, vodorod atomlarini ham yaxshi akslantira oladi.

Nanoo'lchamli materiallar va tuzilmalarni o'rganish jarayonida ularning strukturaviy, elektr, optik, magnit va mexanik xossalarini aniqlash asosiy vazifa hisoblanadi. Bunda mikroskopik tasvirlash metodlari, spektroskopik analiz usullari, diffraksion metodlar hamda elektr transport o'lchov texnikalari keng qo'llaniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Mayer R. E. Multimedia Learning. – Cambridge University Press, 2009.
2. McLennan M., Klimeck G. nanoHUB.org: Advancing Education and Research in Nanotechnology. – 2012.
3. Dede C. Digital Teaching and Learning. – Harvard Education Press, 2014.
4. Xodjayev B. Innovatsion pedagogika asoslari. – Toshkent, 2017.
5. Sharipov Sh. Ta'limda zamonaviy yondashuvlar. – Toshkent, 2018.

NANOFIZIKADA JISM O'LCHAMI BILAN BOG'LIQ SIRT HAMDA KVANT EFFEKTLARINING AHAMIYATINI O'RGANISH

Chirchiq davlat pedagogika universiteti magistranti

Asralova Moxichexra Mansur qizi

Fizikaning asosiy tamoyillari – kvant mexanikasi, termodinamika, sirt energetikasi, elektron va fonon transporti, yorug'lik-materiya o'zaro ta'siri - nanotexnologiyaning nazariy poydevorini tashkil qiladi. Nanomasshtabda bu qonuniyatlar makroskopik jismlardagi kabi emas, balki tubdan boshqacha ko'rinishda namoyon bo'ladi. Chunki zarrachalarning o'lchami kichraygan sari ularning sirt atomlari soni ortadi, kvantlanish effektlari kuchayadi va shu orqali yangi fizik xossalarga ega materiallar paydo bo'ladi.

Nanofizikada o'lcham effekti eng muhim tushunchalardan biri hisoblanadi, chunki jismlarning hajmi nanomasshtabga qisqargan sari ularning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari tubdan o'zgarib boradi. Makroskopik jismlarda umumiy atom yoki molekulalarning nihoyatda kam qismi jism yuzasida joylashadi. Masalan, hajmi 1 mm³ temir atomlarini oladigan bo'lsak, bu hajmda taxminan ~1020 ta temir atomlari mujassam bo'lsa, shulardan taxminan 10-6 qismi, ya'ni 1014 ta atom kub yoqlarida joylashgan. Agar kubning qirrasini 1 μm³ deb ola, u holda mikrokub hajmidagi jami 1011 ta atomdan 108 tasi, ya'ni 10-3 qismi kub yoqlarida joylashgan.

Ko'rib turganimizdek, nanostrukturalar hajmi kichrayishi natijasida atomlarning katta qismi sirtga yaqin joylashadi, makroskopik jismlarda atigi milliondan yoki o'nmilliondan bir qism atrofida bo'lgan sirt atomlari nanohajmlarda esa 5 %, 10% va hatto 50 foizgacha yetishi mumkin. Bu esa kimyoviy faollikning ortishiga, katalitik jarayonlarning samaradorligi oshishiga hamda mexanik mustahkamlikning o'zgarishiga olib keladi. Shu bilan birga, nanomiqyosda energetik darajalar uzluksiz bo'lmay, kvantlanish sodir bo'ladi. Elektronlar faqat ma'lum energetik holatlarda mavjud bo'la olishi natijasida moddalarning optik va elektr xossalari keskin o'zgaradi hamda kvant nuqtalari kabi yangi strukturalar yuzaga keladi. O'lcham kichrayishi natijasida jismlarning rang va optik xossalari ham o'zgarib boradi. Masalan, makroskopik ko'rinishda sariq tusga ega bo'lgan oltin nanozarrachalarga aylanganda qizil yoki binafsha rangda namoyon bo'lishi mumkin. Bunday holat plasmon rezonansi va energetik darajalarning kvantlanishi bilan bog'liqdir.

Bundan tashqari, nanostrukturalarda elektronlar erkin harakatlana olmaydi, ularning trayektoriyasi zarracha o'lchami bilan chegaralanib qoladi, bu esa elektr qarshilikning ortishi va issiqlik o'tkazuvchanlikning kamayishiga olib keladi. Natijada kvant tunnellanishi va ballistik o'tkazuvchanlik kabi yangi elektron transport hodisalari yuzaga keladi. O'lcham effektining amaliy ahamiyati juda keng bo'lib, u nanoelektronika sohasida tranzistorlar, chiparlar va kvant nuqtalari asosida yangi avlod qurilmalarini yaratishda, optoelektronikada lazerlar, nanoLED va yuqori sezgir detektorlarni ishlab chiqishda, tibbiyotda esa dorilarni aniq manzilga yetkazuvchi nanokapsulalar va biosensorlarni yaratishda qo'llaniladi.

Nanofizikaning eng muhim xususiyatlaridan biri bu kvant effektlarining yaqqol namoyon bo'lishidir. Agar zarracha o'lchami elektronning de-Broyl to'lqin uzunligiga teng yoki undan kichik bo'lsa, klassik fizika qonunlari o'z kuchini yo'qotib, kvant mexanikasi ustunlik qila boshlaydi. Bunda elektronlar va boshqa zarralarning holati aniq emas, balki ehtimollik bilan tavsiflanadi va ularning energiyasi uzluksiz emas, balki diskret darajalarda taqsimlanadi. Birinchi navbatda, kvant cheklanish hodisasi kuzatiladi. Nanostruktura o'lchami kichrayganda elektronlar va teshiklar (hole) faqat ma'lum chegaralarda harakatlana oladi va bu energetik darajalarning diskretlashuviga olib keladi. Natijada moddaning elektr va optik xossalari tubdan o'zgaradi.

Ikkinchi muhim hodisa bu kvant tunnellanishidir. Klassik mexanika bo'yicha elektron potensial to'siqni yengib o'ta olmaydi, ammo kvant mexanikasida elektron ma'lum ehtimollik bilan to'siq orqali "tunel" hosil qilib o'tishi mumkin. Ushbu effekt nanofizikada keng qo'llaniladi: masalan, Skanerlovchi Tunnellovchi Mikroskop (STM) elektronlarning tunnellanish oqimidan foydalanib, material sirtini atom darajasida tasvirlash imkonini beradi. Shuningdek, tunnel diodlari va flash-xotira qurilmalari ham aynan shu hodisaga asoslanadi. Kvant effektlarining yana bir ko'rinishi –

kvant nuqtalari, ya'ni nanometr o'lchamdagi yarim o'tkazgich kristallari bo'lib, ular ko'pincha "sun'iy atomlar" deb ataladi.

Umuman olganda, kvant effektlari nanofizikaning nazariy va amaliy ahamiyatini belgilab beradi. Ularning hisobiga nanoelektronikaning miniatur tranzistor va chiplaridan tortib, optoelektronika va nanomeditsina sohasidagi eng zamonaviy texnologiyalargacha bo'lgan ko'plab yo'nalishlar rivojlanmoqda. Shu bois kvant effektlari nafaqat fundamental fan uchun, balki amaliy texnologiyalar uchun ham asosiy tamoyillardan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Piaget J. The Psychology of Intelligence. – Routledge, 2001.
2. Honey M., Hilton M. Learning Science Through Computer Games and Simulations. – National Academies Press, 2011.
3. Dede C. Digital Teaching and Learning. – Harvard Education Press, 2014.
4. Muslimov N. Pedagogik texnologiyalar. – Toshkent, 2015.
5. Sharipov Sh. Ta'limda zamonaviy yondashuvlar. – Toshkent, 2018.

QORA ENERGIYA MATEMATIK MODELLARI VA ULARNING CHIZIQLI EVOLYUTSIYASINI TA'LIM TIZIMIDA INTEGRATSIYALASH METODIKASI

Zayniddinova Gulira'no

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Fizika va astronomiya yo'nalishi 2-kurs magistranti,

Annotatsiya. Ushbu ilmiy tezisdagi fundamental kosmologiyaning eng dolzarb muammolaridan biri bo'lgan Qora energiya tabiati, uning matematik modellari va Koinot kengayishining chiziqli dinamikasi tahlil qilingan. Dissertatsiya ishining 2.1 va 2.2-paragraflari materiallarini umumlashtirgan holda, Eynshteyn maydon tenglamalaridagi kosmologik doimiy (Λ) va Fridman tenglamalari asosida Koinot evolyutsiyasini oliy ta'lim talabalariga o'qitishning o'ziga xos ilmiy-pedagogik metodologiyasi yoritilgan. Tadqiqotda fundamental fizika kashfiyotlarini ta'lim jarayoniga sinergetik va interfaol yondashuvlar orqali tatbiq etish imkoniyatlari asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: Qora energiya, Kosmologik doimiy, Fridman tenglamalari, Masshtab faktori, Olam evolyutsiyasi, Oliy ta'lim metodikasi, Sinergetik yondashuv.

Kirish. Zamonaviy astrofizika va relyativistik kosmologiyaning fundamental muammolari tizimida Qora energiya va yashirin massa fenomenlari markaziy o'rinni egallaydi. Global miqyosdagi kosmologik kuzatuvlar, xususan Ia turidagi o'ta yangi yulduzlar (Type Ia Supernovae) hamda reliktni nurlanish anizotropiyasi ma'lumotlari Koinotning hozirgi davrda tezlanish bilan kengayayotganini qat'iy tasdiqladi. Ushbu ilmiy inqilob fizika ta'limi mazmunini, ayniqsa oliy ta'lim muassasalarida bo'lajak fizika va astronomiya mutaxassislarini tayyorlash tizimini tubdan modernizatsiya qilishni taqozo etadi. Mazkur ishning maqsadi dissertatsiya ishining 2.1 va 2.2 paragraflarida keltirilgan Qora energiyaning fundamental matematik apparati hamda uning kosmologik model parametrlari evolyutsiyasini ta'lim tizimiga uzviy integratsiyalash metodikasini tizimli bayon qilishdan iborat.

1. Qora energiyaning Fundamental Matematik Modellari

Koinot dinamikasini tavsiflovchi fundamental tenglamalar asosida Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasi (UNN) maydon tenglamalari yotadi. Qora energiyaning tabiatini tushuntirishda eng keng tarqalgan va standart model Λ CDM (Lambda-Cold Dark Matter) modeli hisoblanadi. Bu modelda Qora energiya fazoning o'ziga xos o'zgarish xossasi — vakuum energiyasi sifatida qaraladi va u Eynshteyn tenglamalariga kosmologik doimiy sifatida quyidagicha kiritiladi:

$$R_{\mu\nu} - (1/2) R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = (8\pi G / c^4) T_{\mu\nu}$$

Bu yerda $R_{\mu\nu}$ — Richchi tenzori, R — skalyar egrilik, $g_{\mu\nu}$ — metrik tenzor, $T_{\mu\nu}$ — energiya-impuls tenzori va Λ — kosmologik doimiydir. Bir jinsli va izotropik Olam modeli uchun

Fridmanning birinchi va ikkinchi tenglamalari hosil qilinib, ular Koinotning masshtab faktori $a(t)$ evolyutsiyasini belgilaydi:

$$(\dot{a}/a)^2 = (8\pi G/3)\rho - (k c^2/a^2) + (\Lambda c^2/3)$$

Pedagogik jarayonda talabalarga ushbu tenglamalarning fizik mohiyatini tushuntirishda Qora energiyaning holat tenglamasi parametri $w = p/\rho$ tushunchasidan foydalaniladi. Kosmologik doimiy uchun $w = -1$ ga teng bo'lib, u manfiy bosimni yuzaga keltirib, Koinotning gravitatsion jozibaga teskari o'laroq tezlanuvchan kengayishini (antigravitatsiya effektini) ta'minlaydi. Talabalarga ushbu dinamik tushunchalarni differensial tenglamalarni analitik yechish va parametrik tahlil qilish orqali o'rgatish darsning ilmiylik darajasini oshiradi.

2. Koinot Kengayishining Chiziqli Evolyutsiyasi va Kosmologik Parametrlar

Olam evolyutsiyasining chiziqli bosqichlarini va hozirgi davrdagi kinematikasini o'rganish talabalardan Xabbl qonunining zamonaviy modifikatsiyalarini va kritik zichlik tushunchalarini o'zlashtirishni talab qiladi. Olamning umumiy energetik balansi o'lchamsiz zichlik parametrlari Ω_m (modda), Ω_r (radiatsiya) va Ω_Λ (qora energiya) orqali ifodalanadi:

$$\Omega_m + \Omega_r + \Omega_\Lambda = 1$$

Hozirgi davr uchun o'tkazilgan fundamental kuzatuvlar (masalan, Planck missiyasi) Olam tekis ($k=0$) va unda Qora energiyaning ulushi $\Omega_\Lambda \approx 0.683$ (yoki 68.3%) ekanligini ko'rsatadi. Chiziqli evolyutsiyani o'qitishda Xabbl parametri $H(z)$ ning qizilga surilish z ga bog'liqlik funksiyasini tahlil qilish muhim metodik ahamiyatga ega:

$$H(z) = H_0 \sqrt{\Omega_m(1+z)^3 + \Omega_\Lambda}$$

Ushbu matematik modelni dars jarayoniga tatbiq etishda talabalar bilan grafik tahlillar o'tkaziladi. Talabalar z ning turli qiymatlarida (Olamning o'tmishi va kelajagida) kengayish dinamikasi qanday o'zgarganini va modda ustunligidan Qora energiya ustunligiga o'tish davri (taxminan $z \approx 0.6$ bo'lganda) qanday yuz berganini hisoblashni o'rganadilar. Bu esa ularda mavhum nazariyani real kuzatuv ma'lumotlari bilan bog'lash ko'nikmasini rivojlantiradi.

3. Fundamental Tadqiqot Natijalarini Integratsiyalash Metodikasi

Dissertatsiyaning ushbu ikki qismidan olingan nazariy xulosalarni oliy ta'limda samarali o'qitish uchun sinergetik yondashuv hamda interfaol ta'lim texnologiyalari taklif etilgan. Xususan, seminar mashg'ulotlarida talabalarni jamoalarga bo'lib o'tkaziladigan "Parametrik duel" interfaol o'yini talabalarda tanqidiy fikrlashni shakllantiradi. Ushbu o'yinda har bir jamoa kosmologik parametrlarni (Ω_m , Ω_Λ) o'zgartirgan holda Fridman modellarini quradi va Olamning yakuniy taqdirini (Katta qisqarish yoki Katta yorilish) baholaydi. Pedagogik tajriba-sinov ishlari shuni ko'rsatdiki, ushbu metodologiya qo'llanilgan tajriba guruhlarida o'zlashtirish koeffitsiyenti an'anaviy guruhlariga nisbatan 12-15% ga yuqori bo'lgan.

Xulosa. Qora energiya tabiati va uning matematik-kosmologik modellari haqidagi fundamental tadqiqot natijalarini oliy ta'limning fizika dasturlariga integratsiya qilish talabalarning zamonaviy ilmiy dunyoqarashini shakllantirishda poydevor bo'lib xizmat qiladi. Dissertatsiya ishining 2.1 va 2.2-paragraflarida keltirilgan Eynshteyn-Fridman tenglamalari va chiziqli evolyutsion model parametrlari talabalarga nafaqat tayyor faktlarni o'rgatish, balki ularda ilmiy-tadqiqot olib borish va matematik modellashtirish kompetensiyalarini rivojlantirish uchun yetarli fundamental zamin yaratadi. Tavsiya etilgan interfaol uslubiy tizim bo'lajak o'qituvchilarning kasbiy tayyorgarlik darajasini oshirishga amaliy hissa qo'shadi.

Adabiyotlar

1. Planck Collaboration. Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 2020. - 641, A6.
2. Weinberg S. *Cosmology*. - Oxford University Press, 2008. - 593 p.
3. Peebles P.J.E., Ratra B. The cosmological constant and dark energy. *Reviews of Modern Physics*, 2003. - 75(2), 559.
4. Chirchiq davlat pedagogika universiteti "Fizika" va "Astrofizika" fanlari bo'yicha namunaviy o'quv dasturlari va sillabuslari. - Chirchiq, 2025.

5. Turdiyev T.A. Zamonaviy kosmologiya va astrofizika elementlarini o'qitish metodikasi. - Toshkent: O'qituvchi, 2023. - 180 b.

USING THE LAGRANGE EQUATION TO SOLVE MECHANICS PROBLEMS INVOLVING CONSTRAINTS AND SUPPORTS

K.R.Nasriddinov, professor. M.B.Dusmuratov, Associate Professor. Chirchiq State Pedagogical University

A constraint is a cause that restricts the motion of a body, such as a support or a string. A free system consisting of N particles has, as we know, a total of $3N$ degrees of freedom. Constraints can themselves be divided into several types. In the most general case, when the constraint equation depends on velocities as well as on coordinates and time, the constraint is called nonholonomic or non-integrable. A nonholonomic constraint equation has the form.

$$f_i(\dot{\vec{r}}_1, \dot{\vec{r}}_2, \dots, \dot{\vec{r}}_N, \vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N, t) = 0, \quad (i=1, 2, \dots, k) \quad (\text{I})$$

and belongs to the class of equations that cannot be integrated. By contrast, constraints that can be integrated are called holonomic, and it is with such equations that one usually works in practice. If velocity does not enter the constraint equation, i.e., if the constraint has the form

$$f_i(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N, t) = 0, \quad (i=1, 2, \dots, k) \quad (\text{II})$$

Although velocity does not appear explicitly in a holonomic constraint, such constraints still restrict the velocity in a certain direction. To see this, differentiate equation (II) with respect to time to obtain

$$\sum_{j=1}^N \frac{\partial f_i}{\partial r_j} \dot{r}_j + \frac{\partial f_i}{\partial t} = 0, \quad (i=1, 2, \dots, k) \quad (\text{III})$$

A holonomic constraint also restricts acceleration. To see this, differentiate (III) once more with respect to time to obtain

$$\sum_{j=1}^n \frac{\partial f_i}{\partial r_j} \ddot{r}_j + \sum_{j=1}^n \frac{\partial^2 f_i}{\partial r_k \partial r_j} \dot{r}_j \dot{r}_k + \frac{\partial^2 f_i}{\partial t^2} = 0, \quad (i=1, 2, \dots, k) \quad (\text{IV})$$

If we express the holonomic constraint (II) in a simpler form as

$$f_i(q, t) = 0, \quad (i=1, 2, \dots, k) \quad (\text{V})$$

Then the action integral for a constrained body acquires an extra term compared with that of a free body,

$$S' = S + \sum_{i=1}^n \int_{t_a}^{t_b} \lambda_i f_i(q, t) dt = \int_{t_a}^{t_b} \left[L(q, \dot{q}, t) + \sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(q, t) \right] dt \quad (\text{VI})$$

where λ is the Lagrange multiplier.

Similarly, the Lagrangian function for the constrained body also differs from that of the free body by an additional term,

$$L' = L + \sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(q, t) \quad (\text{VII})$$

Applying the action principle to the constrained body yields the Euler–Lagrange equation.

$$\frac{\partial L}{\partial q_i} + \lambda_i \frac{\partial f_i}{\partial q_j} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} = 0 \quad \text{or} \quad \frac{\partial L}{\partial q_i} + \lambda_i \frac{\partial f_i}{\partial q_j} = \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \quad (\text{VIII})$$

From (VIII) it follows that the Euler–Lagrange equation for a constrained body differs from that of a free body by only a single term. Using (VIII), one can determine the reaction forces in a wide variety of problems concerning bodies or systems of bodies with constraints.

Problem 1 (Atwood's machine). A body of mass m_1 is on a smooth horizontal surface, and a body of mass m_2 is attached to it by a string and hangs vertically; this arrangement is called an Atwood's machine. Use the Lagrange equation to determine the tension in the string.

Solution. The arrangement is shown in the figure. Choose an arbitrary point in the plane of the figure as the origin and draw axes Ox and Oy through it. In this coordinate system, m_1 has coordinate x and m_2 has coordinate y . When the bodies are released, x increases while y decreases, but the sum of the coordinates does not change with time, i.e.,

$$x + y = C \quad (1.1) \quad \text{or, as a function,}$$

$$f(x, y) = x + y - C = 0 \quad (1.2)$$

Differentiating (1.1) with respect to time gives

$$\begin{cases} \dot{x} = -\dot{y} \\ \ddot{x} = -\ddot{y} \end{cases} \quad (1.3)$$

There are two generalized coordinates in this case, so we write two Lagrange equations,

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial x} + \lambda \frac{\partial f}{\partial x} = \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}}, & \text{where} \quad \begin{cases} F_x = \lambda \frac{\partial f}{\partial x} \\ F_y = \lambda \frac{\partial f}{\partial y} \end{cases} \end{cases} \quad (1.4)$$

$$L = K - U = \frac{1}{2} m_1 \dot{x}^2 + \frac{1}{2} m_2 \dot{y}^2 + m_2 g y \quad (1.5)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial x} = 0, & \frac{\partial f}{\partial x} = 1, & \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} = m_1 \dot{x} \\ \frac{\partial L}{\partial y} = m_2 g, & \frac{\partial f}{\partial y} = 1, & \frac{\partial L}{\partial \dot{y}} = m_2 \dot{y} \end{cases} \quad (1.6)$$

$$\lambda = m_1 \ddot{x} \quad (1.7) \quad m_2 g + \lambda = m_2 \ddot{y} \quad (1.8)$$

Substituting (1.8) into (1.7) and using (1.3) yields

$$m_2 g + m_1 \ddot{x} = -m_2 \ddot{x}, \rightarrow m_2 g = -(m_1 + m_2) \ddot{x}, \rightarrow \ddot{x} = -\frac{m_2}{m_1 + m_2} g \quad (1.9)$$

$$\ddot{y} = -\ddot{x} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} g \quad (1.10) \quad \lambda = m_1 \ddot{x} = -\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \quad (1.11)$$

$$\begin{cases} F_x = \lambda \frac{\partial f}{\partial x} = -\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \cdot 1 = -\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \\ F_y = \lambda \frac{\partial f}{\partial y} = -\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \cdot 1 = -\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \end{cases} \quad (1.12)$$

From (2.12), one can obtain the following special cases,

$$\begin{cases} m_1 \gg m_2 & \text{da} \quad \lambda = -m_2 g \\ m_1 \ll m_2 & \text{da} \quad \lambda = -m_1 g \end{cases} \quad (1.13)$$

Conclusion. In this article, we have demonstrated, through sample problems, how to solve mechanics problems involving supports and constraints not by the conventional method—Newton's laws—familiar to students, but by using the Lagrange equation and the Lagrangian function. Solving problems by this non-traditional method is very useful for students: it broadens their thinking, provides a more complete understanding of physical phenomena and processes, raises their level of knowledge, and develops skills for solving problems by different methods.

References

1. И.И.Ольховский. Курс теоретической механики для физиков. –М.: Издательство Московского университета, 1978. 575 ст.
2. Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О.Ф., Федорченко А.М. Сборник задач по теоретической физике. –М.: Высшая школа, 1984. 306 ст.
3. Tom W. B. Kibble, Frank H. Berkshire. Classical mechanics, the 5th edition. Printed in Singapore. Copyright © 2004 by Imperial College Press. 499 p.

Mexanika masalalarini Lagranj tenglamasini qo'llagan holda yechish.

M.B. Dusmuratov, ChDPU dotsenti, p.f.f.d.(PhD)

Ko'pchiligimizga ma'lumki, oliy ta'lim muassasalarining "Fizika" yoki "Fizika va astronomiya" mutaxassisliklarida "Nazariy fizika"ning I qismi "Nazariy mexanika" yoki "Klassik mexanika" deb ataluvchi bo'lim o'qitiladi. Bu bo'limda biror mexanik hodisa bilan bog'liq formlular yoki mexanik masalalar Nyuton mexanikasida o'rganilgan Nyuton qonunlar bilan emas, balki nazariy yo'l bilan hamda Lagranj va Gamilton formulalari bilan tushuntiriladi va ishlanadi. Lekin, aksariyat talabalarda faqat Nyuton mexanikasi hamda Nyuton qonunlari bilan mexanika masalalarini tushuntirish va yechish ko'nikmalari shakllangan. Aynan shuning uchun ham ular har qanday mexanika bo'limiga tegishli muammo yoki masalani o'zlari o'rgangan usulda bartaraf etishga harakat qilishadi, nazariy yo'l bilan esa juda kamchilik talabalar shug'ullanishadi. Mazkur maqola ana shunday muammoni hal etishga bag'ishlanadi.

Ma'lumki, nazariy mexanikada ixtiyoriy sharoitda harakatlanayotgan nuqtaviy jism vaqtning t_1 paytida holati A nuqtada, t_2 paytida esa B nuqtada bo'lsa, A va B nuqtani tutashtiruvchi cheksiz ko'p trayektoriyalar ichida aynan bitta trayektoriyani tanlashi sababini ta'sir integralining minimallik sharti asosida tekshiriladi.

$$s = \int_{t_1}^{t_2} L(q, \dot{q}, t) dt \rightarrow \min \quad (\text{I})$$

Bunda, $L(q, \dot{q}, t)$ – umumlashgan koordinata, umumlashgan tezlik hamda vaqtning funksiyasi bo'lgan Lagranj funksiyasi bo'lib, u energiya o'lchamiga ega.

$$L = K - U = \frac{1}{2} m \dot{q}^2 - U \quad (\text{II})$$

Bunda, U – jism yoki nuqtaning potensial energiyasi; K – jism yoki nuqtaning kinetik energiyasi bo'lib, (II) tenglamada faqat ilgarilanma harakat uchun $K = \frac{1}{2} m \dot{q}^2$ ko'rinishda berilgan.

(I) tenglamadagi ta'sir integralining minimallik shartidan Lagraj tenglamasi kelib chiqariladi.

$$\frac{\partial L}{\partial q} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) = 0 \quad (\text{III})$$

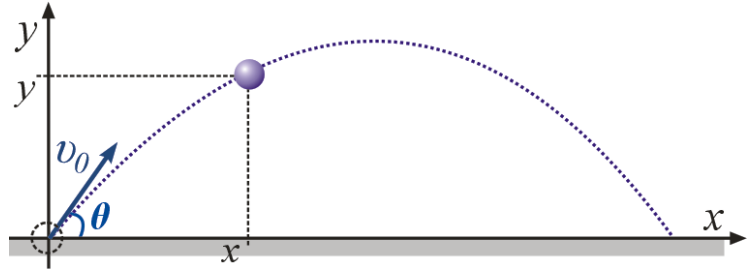
Mana shu (III) tenglama xuddi Nyuton mexanikasidagi $F=ma$ formula kabi nazariy mexanikaning matematik apparati hisoblanadi.

Endi esa mexanikaning kinematika va dinamika boblarida ko'p uchraydigan masalalardan tanlab, ularni Lagranj tenglamasi yordamida yechishga harakat qilib ko'raylik.

Masala 1 (gorizontga burchak ostida otilgan jism masalasi). Yer sirtidan gorizontga nisbatan biror θ burchak ostida g_0 boshlang'ich tezlik bilan otilgan jism uchun harakat tenglamasini Lagranj tenglamasi yordamida keltirib chiqaring.

Yechish: Jism otilgan nuqtani koordinata boshi deb belgilab, bu nuqtadan Ox va Oy koordinata o'qlarini o'tkazamiz (rasmga qarang). Ixtiyoriy vaqt onidagi jismning kinetik va potensial energiyalar

$$K = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) \quad \text{va}$$



$$U = mgy \quad (1.1)$$

bo'ladi. Bunda Lagranj funksiyasi

$$L = K - U = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) - mgy \quad (1.2)$$

bo'ladi. (III) Lagranj tenglamasidagi xususiy hosilalarni topamiz.

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial q_1} = \frac{\partial L}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) - mgy \right) = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial q_2} = \frac{\partial L}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) - mgy \right) = -mg \end{cases} \quad (1.3)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_1} = \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} = \frac{\partial}{\partial \dot{x}} \left(\frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) - mgy \right) = m\dot{x} \\ \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_2} = \frac{\partial L}{\partial \dot{y}} = \frac{\partial}{\partial \dot{y}} \left(\frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) - mgy \right) = m\dot{y} \end{cases} \quad (1.4)$$

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_1} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) = \frac{d}{dt} (m\dot{x}) = m\ddot{x} \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_2} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{y}} \right) = \frac{d}{dt} (m\dot{y}) = m\ddot{y} \end{cases} \quad (1.5)$$

Endi esa (1.3) va (1.5) ifodalarni (III) tenglamaga qo'yamiz.

$$\begin{cases} 0 - m\ddot{x} = 0 \\ -mg - m\ddot{y} = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \ddot{x} = 0 \\ \ddot{y} = -g \end{cases} \quad (1.6)$$

Hosil bo'lgan (1.6) tenglama, yer sirtidan tik yuqoriga otilgan jism harakatining differensial tenglamasi hisoblanadi. Uni integrallash orqali umumiy holda tezlik va harakat tenglamalarini olish mumkin.

$$\begin{cases} \dot{x} = \dot{x}_0 = \mathcal{G}_0 \cos \alpha \\ \dot{y} = \dot{y}_0 - gt = \mathcal{G}_0 \sin \alpha - gt \end{cases} \quad \text{va} \quad \begin{cases} x = x_0 + \mathcal{G}_0 \cos \alpha t \\ y = y_0 + \mathcal{G}_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad (1.7)$$

Masala 2 (silliqliq qiya sirtidan tushayotgan jism masalasi). Gorizontga nisbatan qiyalik burchagi α bo'lgan silliq qiya sirtida sirpanib tushayotgan jism uchun harakat tenglamasini Lagranj tenglamasi yordamida keltirib chiqaring.

Yechish: Dastlab, jismni qiya sirtning tepasida ushlab turilibdi deb, shu joydan koordinata boshini o'rnatamiz hamda Ox va Oy o'qlarini o'tkazamiz (rasmga qarang). Qiyalik mutlaqo silliq bo'lgani uchun qo'yib yuborilgan jism pastga tomon qiyalik bo'ylab sirpanib tusha boshlaydi. Uning yurgan yo'lini s bilan belgilaymiz. Shunda kinetik va potensial energiyalar

$$K = \frac{1}{2} m \dot{s}^2 \quad \text{va} \quad U = mgy = -mgs \sin \alpha$$

(2.1)

bo'ladi. Sirpanib tushayotgan jism uchun Lagranj funksiyasi

$$L = K - U = \frac{1}{2} m \dot{s}^2 + mgs \sin \alpha$$

(2.2)

bo'ladi. (III) Lagranj tenglamasidagi xususiy hosilalarni topamiz.

$$\frac{\partial L}{\partial q} = \frac{\partial L}{\partial s} = \frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{1}{2} m \dot{s}^2 + mgs \sin \alpha \right) = mg \sin \alpha$$

(2.3)

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} = \frac{\partial L}{\partial \dot{s}} = \frac{\partial}{\partial \dot{s}} \left(\frac{1}{2} m \dot{s}^2 + mgs \sin \alpha \right) = m \dot{s}$$

(2.4)

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{s}} \right) = \frac{d}{dt} (m \dot{s}) = m \ddot{s}$$

(2.5)

Endi esa (2.3) va (2.5) ifodalarni (III) tenglamaga qo'yamiz.

$$mg \sin \alpha - m \ddot{s} = 0, \rightarrow \ddot{s} = g \sin \alpha$$

(2.6)

Hosil bo'lgan (2.6) tenglama, silliq qiyalikdan sirpanib tushayotgan jism harakatining differensial tenglamasi hisoblanadi. Uni integrallash orqali umumiy holda tezlik va yo'l tenglamalarini olish mumkin.

$$\dot{s} = \dot{s}_0 + g \sin \alpha t \quad \text{va} \quad s = s_0 + \dot{s}_0 t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

(2.7)

Shunday qilib, mazkur maqolada mexanika masalalarini talabalarga ko'nikma bo'lib qolgan an'anaviy usul – Nyuton qonunlari yordamida emas, balki Lagranj tenglamasi hamda Lagranj funksiyalarini qo'llagan holda yechishga oid namuna masalalar ishlab ko'rsatib berdik. Bunday noan'anaviy usul yordamida masalalar yechish talabalar uchun juda ham foydali bo'lib, ularning fikrlash doirasini kengaytirishga, hodisa-jarayonlar haqida to'laqonli bilimga ega bo'lishga, bilimni oshirishga hamda turli yo'llar bilan masalalarni ishlash ko'nikmasini shakllanishiga olib keladi.

Adabiyotlar:

1. M.B.Dusmuratov, K.T.Suyarov, A.M.Tillaboyev. Umumiy fizika (Mexanika). –T.: City of books, 2023. 432 b.
2. B.X.Eshchanov, M.B.Dusmuratov, U.R.Rustamov. Umumiy fizika (Mexanika va molekulyar fizikadan masalalar yechish). –T.: Zebo Print, 2023. 300 b.
3. Т.Рашидов, Ш.Шозиётов, Қ.Б.Мўминов. Назарий механика. –Тошкент.: Ўқитувчи. 1993.
4. В.А.Файзуллаев. Назарий механика. –Ташкент.: Чо'лпон, 2011. 310 b.
5. Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О.Ф., Федорченко А.М. Сборник задач по теоретической физике. –М.: Высшая школа, 1984. 306 ст.

6. Tom W. B. Kibble, Frank H. Berkshire. Classical mechanics, the 5th edition. Printed in Singapore. Copyright © 2004 by Imperial College Press. 499 p.

FON ELEKTROLITLARNI TABIATI VA KONSENTRATSIYASINI METALL IONLARINI DIETILAMINO-4-METILGEKSIN-2-OL-4 ERITMASI BILAN SUVSIZ MUHITDA TITRLASH NATIJALARIGA VA EGRILARINING SHAKLIGA TA'SIRI

Safarova Guljaxon Eshtemirovna

Qarshi davlat texnika universiteti

k.f.f.d.(PhD)

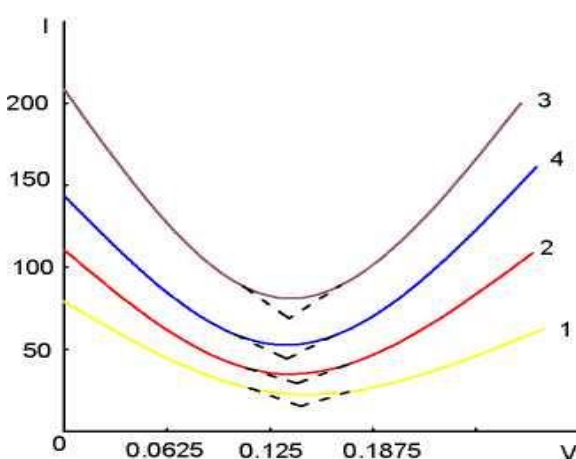
E-mail: g.safarova1976@mail.ru

Abstract: The purpose of the work is to develop methods for amperometric titration of palladium(II), silver(I) and mercury(II) ions in natural objects and industrial materials with diethylamino-4-methylhexine-2-ol-4 (DEAMGO) solution in anhydrous and mixed media. Consists of output. For this purpose, in our research work we studied the effect of the concentration of the background electrolyte on the quality (shape) of the titration curve of metal ions with a solution of diethylamino-4-methylhexin-2-ol-4 in an anhydrous medium and the accuracy of determination. studied.

Key words: background electrolytes, amperometric titration, concentration, ion, curve.

Fon elektrolitning maqbul ruxsat etilgan konsentratsiyasi bo'lishi kerak, bunday maqbul konsentratsiyani topish uchun o'rganilayotgan metallar ionlarining titrlashlari sirka kislotasidagi DEAMGO eritmasi va uning aralashmalari 50% xloroform, 30% benzol, 25% uglerod to'rt xlorid bilan ortib boruvchi fon konsentratsiyasi bilan amalga oshirildi (1- rasm).

Rasmdan ko'rinib turibdiki, kaliy asetatning past konsentratsiyalarida AT egri chiziqlari noaniq chiqadi – o'ng shoxchalari hajm o'qiga qarab og'gan bo'ladi, bu titrlanadigan eritmaning yuqori om qarliligini ta'siri bilan tushuntiriladi. Fon elektrolitlar tarkibini ortishi bilan egri chiziqlar tobora to'g'irlanib boradi va hajmlar o'qiga keskin og'gan bo'ladi (Сонгина О.А., Захаров В.А. 1979).



1-rasm. Kaliy asetat konsentratsiyasini palladiy(II)ni DEAMGO eritmasi bilan sirka kislotada AT egrilarining shakliga ta'siri.

Kaliy asetat miqdori, mol/l,
1 – 0,062; 2 – 0,125;
3 – 0,250; 4 – 0,500.

Ayniqsa bu ta'sir aralash muhitlarda yaqqol namoyon bo'ladi. Sirka kislotasi uchun o'ng shoxchani ancha pasayishi sirka kislotasi bilan inert erituvchining aralashmasidagiga qaraganda

kaliy asetatning kichik konsentratsiyalarida kuzatiladi. Ushbu farq sirka kislotada titrlangan eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi, aralash muhitda fon elektrolitlar eritmaları konsentratsiyasiga nisbatan ancha yuqori bo'lishi bilan izohlanadi.

Fon konsentratsiyasining 0,25M gacha ko'tarilishi bilan egri chiziqlarning o'ng shoxchasi tikkaligi va uning to'g'ri chiziqli qismi uzunligining ortishi bilan birga, amperometrik titrlash egri chiziqlari orasidagi silliq egri chiziq oralig'i kamayadi, bu esa kaliy asetat miqdorining asta sekin ko'paygani sari titrlangan eritmaning kislotaliligini pasayishi bilan izohlanadi. Biroq, uning miqdori ortgani sari (0,3M dan ko'p), silliq doirasimon soha, aksincha, tobora kengayib boradi, bu esa titrlangan eritmaning doimiy ravishda o'sib boradigan ion kuchi ta'siri ostida DEAMGO bilan hosil bo'lgan metall ionlari kompleksi konstantasining pasayishini ko'rsatadi (Safarova, Rakhmatov, Smanova 2021).

Aniqlangan ta'sir erituvchilar aralashmasidan foydalanilganda yanada yaqqol namoyon bo'ladi. Sirka kislotasi muhitida juda mustahkam komplekslar hosil qiladigan asl metallar va simob ionlarining amperometrik titrlash egri chiziqlarida silliq aylanasimon sohalarning kengayishi, kaliy asetatning konsentratsiyalari 0,5M bo'lgan o'rganilayotgan aralash muhit uchun o'rinli bo'lib, u ekvivalent no'qtagaga katta ta'sir ko'rstamaydi.

0,6M dan katta miqdordagi fon titrlashning egri chiziqlarini aniqligi kamayib ketishi titrlashning so'ngi no'qtasini topishning grafik usulidan foydalanishga imkon bermaydi (1-jadval).

1-jadval

Kumush(I)ning turli miqdorlarini 0,1M DEAMGO eritmasi bilan AT natijalari
($\Delta Y_e = 0,75 \text{ V}$)

Fonning tabiati va konsentratsiyasi	Kiritildi Ag(I), mkg	Topildi Ag(I), mkg ($R=0,95; \bar{x} \pm \Delta X$)	N	S	S _r
1,02 M CH ₃ COOK	2,12	2,09±0,27	4	0,17	0,081
	5,04	5,10±0,57	3	0,23	0,045
	40,32	40,78±1,12	3	0,45	0,011
1,22 M CH ₃ COONa	8,60	8,52±0,47	3	0,19	0,022
	12,59	12,43±0,60	4	0,38	0,031
	34,45	34,58±0,56	4	0,35	0,010
0,94 M LiClO ₄	10,72	10,76±0,24	3	0,10	0,009
	15,70	15,68±0,15	3	0,06	0,004
	62,83	62,90±0,21	4	0,13	0,002

Adabiyotlar ro'yxati

1. Сонгина О.А., Захаров В.А. Амперометрическое титрование. // М.: Химия. 1979. 204 с.
2. Safarova Guljakhon Eshtemirovna, Boboniyozovich Rakhmatov Xudoyor and Smanova Zulaikho Asanalievna. "Electrochemical determination of platinum (IV) with solutions of diethylamino-4-methyl-hexine-2-ola-4 in aqueous and mixed media." ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal 11.10 (2021): 765-768.

MODIFIKATSIYALANGAN SUYUQ SHISHA ASOSIDA GIDROFOB TERMOIZOLYATSION MATERIALLAR OLIH VA ULARNING QURILISHDAGI QO'LLANILISHI

A.A.Oripov

Buxoro davlat texnika universiteti. O'zbekiston

Azizbekanvar014@gmail.com

Abstract: This study investigates methods for preparing hydrophobic thermal insulation materials based on modified liquid glass and their main physico-mechanical properties. Chemical modification enhanced the hydrophobicity and reduced the thermal conductivity of liquid glass. The thermal conductivity coefficient of the modified material was 0.035–0.040 W/m·K, water absorption was less than 1%, and compressive strength was 2.5–3.0 MPa.

Keywords: modified liquid glass, hydrophobic materials, thermal insulation, thermal conductivity, moisture resistance, energy saving.

Energiya tejamliligi va ekologik xavfsizlik zamonaviy qurilish materiallariga qo'yiladigan asosiy talablar jumlasiga kiradi. Suyuq shisha (natriy yoki kaliy silikat asosidagi eritmalar) yaxshi bog'lovchi va himoya xususiyatlariga ega bo'lsa-da, uning asosiy kamchiliklari suvga chidamliligining pastligi va mo'rtligidir. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida kimyoviy modifikatsiya usullari qo'llanilmoqda [1, 2].

Zin Min Xtet (2020) ning dissertatsiya tadqiqotida [3] mexanik ko'pirtirilgan va hajman kimyoviy qotirilgan suyuq shisha hamda mineral to'ldiruvchilar (trepel, vermikulit, perlit, vollastonit) asosida termoizolyatsion materiallar olish bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar amalga oshirilgan. Natriy geksafluorosilikat (Na_2SiF_6) optimal qotiruvchi, PB-Lyuks ko'pirtiruvchi esa 4-6% miqdorida eng yaxshi natijalar berishi aniqlangan.

Modifikatsiyalangan suyuq shisha asosida gidrofob termoizolyatsion materiallar tayyorlashda quyidagi usullar qo'llaniladi: organosilanlar va polimerlar yordamida gidrofoblik oshiriladi; SiO_2 , TiO_2 va Al_2O_3 nanozarrachalari mexanik va termal barqarorlikni yaxshilaydi; MgO , CaO va Fe_2O_3 metall oksidlari kimyoviy chidamlilikni kuchaytiradi [4].

Laboratoriya sinovlari natijalariga ko'ra, modifikatsiyalangan suyuq shisha asosidagi termoizolyatsion materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti 0,035–0,040 W/m·K ni tashkil etib, an'anaviy mineralplitalardan kamida 25% samaraliroq ekanligi aniqlandi. Suv yutilish darajasi 1% dan kam bo'lib, bu an'anaviy suyuq shisha materiallariga nisbatan 5-7 barobar past; bosimga chidamliligi 2,5–3,0 MPa ni tashkil etdi [4]. Raxmatov M.S. ning tadqiqotida [5] suyuq shisha asosidagi kompozitlarda kvarts qumi to'ldiruvchi bo'lganda, bog'lovchining 100 massa qismiga 150 massa qismi to'ldiruvchi optimal tarkib ekanligi aniqlangan; 28 kunlik suv ta'siridan keyin 250 massa qismi to'ldiruvchili kompozitsiya o'z massasining atigi 1 foizini yo'qotgan.

Kaya Y. va boshqalarning (2025) tadqiqotida [6] polipropilen tolalarini natriy silikat bilan modifikatsiyalash tsement tizimlarida pozzolan xossalarni sezilarli darajada yaxshilashini ko'rsatgan: ikkilamchi C-S-H hosil bo'lishi matritsani zichlashtirib, o'tkazuvchanlikni kamaytiradi va mexanik mustahkamlikni oshiradi. Bu natijalar noorganik silikat bog'lovchilarning ko'p funksiyali qo'llanilish imkoniyatlarini tasdiqlaydi.

Xulosa qilib aytganda, suyuq shishani kimyoviy modifikatsiyalash orqali gidrofoblik va termoizolyatsion xossalarni sezilarli darajada yaxshilash mumkin. Bunday materiallar qurilish konstruksiyalarining uzoq muddatli mustahkamligini ta'minlash, energiya tejash va ekologik xavfsizlikka erishish nuqtai nazaridan istiqbolli hisoblanadi.

Adabiyotlar:

1. Разговоров П.Б., Игнатов В.А., Койфман З.Ц., Терская И.Н. Исследование механизма модификации жидких стекол мочевиной // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 1993. – Т.36, №1. – С.68–70.
2. Разговоров П.Б., Игнатов В.А. Строительная силикатная краска на основе модифицированного натриевого жидкого стекла // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 1995. – Т.38, №1-2. – С.183–185.
3. Зин Мин Хтет. Получение теплоизоляционных материалов на основе жидкостеклового связующего: дис. ... канд. техн. наук. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020. – 156 с.
4. Imamov S.S. Modifikatsiyalangan suyuq shisha asosida gidrofob termoizolatsion materiallarning olinishi va qurilishda samarali foydalanish // The Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2024. – V.5, Issue 6. – P.2632–2635.
5. Raxmatov M.S. Suyuq shisha asosidagi kompozitlarning ayrim xususiyatlari to'g'risida // Pedagogik islohotlar va ularning yechimlari. – Andijon, 2025. – P.186–188.
6. Kaya Y., Balci P., Özen S., Mardani A., Kara A. Modification of polypropylene fibers with sodium silicate: Enhancement of pozzolanic properties in cement-based systems // Polymers. – 2025. – V.17, №23. – P.3206. DOI: 10.3390/polym17233206.

**KIMYO FANINI O'QITISHDA INNOVATSION YONDASHUVLAR VA KELAJAK
KIMYO O'QITUVCHISINING PROFESSIONAL IMIDJI**

S.A.Ismailov

Nizomiy nomidagi O'zMPU "Kimyo" kafedrası dotsenti, PhD

e-mail:said.ismoilov78@gmail.com

Abstract: This article analyzes the current challenges in the process of teaching chemistry, the necessity of using modern pedagogical technologies, and the issues related to shaping the professional image of future chemistry teachers. It also highlights the development of students' scientific thinking through the application of innovative approaches, interactive methods, and information and communication technologies in chemistry education.

Keywords: chemistry education, pedagogical technologies, innovative methods, professional image of a chemistry teacher, professional competence, modern education.

Bugungi kunda ta'lim tizimida amalga oshirilayotgan islohotlar pedagog kadrlarning kasbiy tayyorgarligini takomillashtirish hamda ta'lim jarayoniga zamonaviy pedagogik texnologiyalarni joriy etishni talab qilmoqda. Ayniqsa, tabiiy fanlar, jumladan kimyo fanini o'qitish jarayonida innovatsion yondashuvlar muhim ahamiyat kasb etadi. Kimyo fani o'zining murakkab nazariy tushunchalari va amaliy tajribalarga boyligi bilan boshqa fanlardan ajralib turadi. Shu sababli uni o'qitishda samarali pedagogik metodlardan foydalanish, o'quvchilarda ilmiy tafakkur va ekologik madaniyatni shakllantirish muhim hisoblanadi. Zamonaviy ta'lim sharoitida kimyo o'qituvchisi nafaqat o'z fanini mukammal bilishi, balki pedagogik mahorat, kommunikativ qobiliyat hamda innovatsion texnologiyalarni qo'llash ko'nikmalariga ham ega bo'lishi zarur. Shu nuqtai nazardan kelajak kimyo o'qituvchisining professional imidjini shakllantirish muhim pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi.

Hozirgi ta'lim tizimida kimyo fanini o'qitishda bir qator muammolar mavjud. Ulardan biri o'quvchilarning kimyo faniga qiziqish darajasining yetarli emasligidir. Ko'pincha murakkab nazariy tushunchalar o'quvchilarga yetarli darajada tushunarli qilib yetkazilmaydi. Ikkinchi muhim muammo laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etish bilan bog'liq. Ba'zi ta'lim muassasalarida laboratoriya jihozlari yetarli darajada emasligi sababli o'quvchilar kimyoviy

tajribalarni amaliy jihatdan o'rganish imkoniyatiga ega bo'lmaydi. Shuningdek, ayrim hollarda an'anaviy o'qitish metodlarining ustunligi o'quvchilarning mustaqil fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga yetarli darajada xizmat qilmaydi. Shu sababli ta'lim jarayonida innovatsion metodlardan foydalanish zarur.

Kimyo fanini samarali o'qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalar muhim o'rin egallaydi. Zamonaviy ta'lim tizimida o'quv jarayonini faollashtirish, o'quvchilarning mustaqil fikrlash qobiliyatini rivojlantirish hamda bilimlarni amaliyot bilan bog'lash maqsadida turli innovatsion metodlardan foydalanish talab etiladi. Xususan, muammoli ta'lim, loyihaviy ta'lim, interfaol metodlar hamda axborot-kommunikatsion texnologiyalar kimyo fanini o'qitishda samarali pedagogik vosita sifatida keng qo'llanilmoqda.

Muammoli ta'lim texnologiyasi o'quvchilarni faol bilish jarayoniga jalb etishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu metodda o'qituvchi o'quvchilar oldiga muayyan ilmiy muammo qo'yadi va ularni mustaqil fikrlash orqali muammoning yechimini topishga yo'naltiradi. Masalan, kimyoviy reaksiyalar tezligiga ta'sir etuvchi omillar yoki muayyan moddaning xossalarini aniqlash jarayonida o'quvchilarga muammoli savollar berish orqali ularning ilmiy tafakkurini rivojlantirish mumkin. Muammoli ta'lim o'quvchilarda tahliliy fikrlash, mantiqiy xulosa chiqarish va ilmiy izlanish olib borish ko'nikmalarini shakllantiradi.

Loyihaviy ta'lim texnologiyasi ham kimyo fanini o'qitishda muhim pedagogik vosita hisoblanadi. Ushbu metodda o'quvchilar muayyan mavzu doirasida ilmiy yoki amaliy loyiha ustida ishlaydilar. Masalan, ekologik muammolar, kimyo sanoati jarayonlari yoki yashil kimyo mahsulotlarining tarkibini o'rganish kabi loyihalar orqali o'quvchilar kimyoviy bilimlarini real hayotiy vaziyatlar bilan bog'lash imkoniyatiga ega bo'ladilar. Loyihaviy faoliyat o'quvchilarda mustaqil izlanish olib borish, axborot manbalarini tahlil qilish hamda ilmiy xulosalar chiqarish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Kimyo fanini o'qitishda interfaol metodlardan foydalanish ham ta'lim samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. "Aqliy hujum", "Klaster", "Insert", "Bahs-munozara" kabi metodlar o'quvchilarning dars jarayonidagi faolligini oshiradi va ularning bilimlarni chuqurroq o'zlashtirishiga yordam beradi. Interfaol metodlar orqali o'quvchilar o'z fikrlarini erkin bayon qilish, muammolarni jamoaviy tarzda hal etish hamda ilmiy munozaralarda ishtirok etish imkoniyatiga ega bo'ladilar.

Axborot-kommunikatsion texnologiyalar ham zamonaviy kimyo ta'limining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Multimedia taqdimotlari, animatsiyalar, elektron darsliklar va virtual laboratoriyalar yordamida murakkab kimyoviy jarayonlarni vizual tarzda tushuntirish mumkin. Masalan, molekulalar tuzilishi, kristall panjaralar yoki kimyoviy reaksiyalar mexanizmini kompyuter modellari orqali ko'rsatish o'quvchilarning mavzuni yanada yaxshi tushunishiga yordam beradi.

Virtual laboratoriyalar esa o'quvchilarga xavfsiz sharoitda kimyoviy tajribalarni o'rganish imkonini yaratadi. Ayniqsa, xavfli yoki qimmat reaktivlar talab qiladigan tajribalarni virtual muhitda bajarish ta'lim jarayonini samarali tashkil etishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, raqamli texnologiyalar yordamida masofaviy ta'limni tashkil etish, elektron testlar va interaktiv topshiriqlar orqali o'quvchilarning bilimini baholash imkoniyati ham kengaymoqda.

Zamonaviy kimyo o'qituvchisi yuqori darajadagi ilmiy bilim, pedagogik mahorat va kommunikativ qobiliyatga ega bo'lishi zarur. O'qituvchining professional imidji quyidagi omillar orqali; chuqur bilim va metodik tayyorgarlik, pedagogik madaniyat va nutq madaniyati, zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo'llash qobiliyati, o'quvchilar bilan samarali muloqot o'rnatish ko'nikmasi shakllanadi.



Bunday sifatlar o'qituvchining ta'lim jarayonidagi samaradorligini oshiradi va o'quvchilarda kimyo faniga nisbatan qiziqishni kuchaytiradi.

Xulosa sifatida ta'kidlash joizki, kimyo ta'limining samaradorligi innovatsion pedagogik texnologiyalarni ta'lim jarayoniga tizimli ravishda integratsiya qilish, o'quvchilarda ilmiy tafakkur va tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirish hamda pedagog kadrlarning kasbiy kompetentligini izchil rivojlantirish bilan bevosita bog'liqdir. Zamonaviy ta'lim paradigmasi kelajak kimyo o'qituvchisidan nafaqat chuqur nazariy bilimga ega bo'lishni, balki ilg'or didaktik yondashuvlar asosida o'quv jarayonini samarali loyihalash va tashkil etish qobiliyatini ham talab etadi. Shu nuqtai nazardan, kimyo o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida zamonaviy pedagogik texnologiyalar, interfaol metodlar hamda kompetensiyaga yo'naltirilgan yondashuvlarni keng qo'llash muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Mazkur omillarni ta'lim tizimiga samarali tatbiq etish kimyo fanini o'qitish sifatini oshirish, o'quvchilarning ilmiy dunyoqarashini kengaytirish hamda zamonaviy jamiyat ehtiyojlariga mos, yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Rahmatullayev N.G., Omonov H.T., Mirkomilov Sh.M. Kimyo o'qitish metodikasi. – Toshkent: Iqtisod-Moliya, 2013. – 320 b.
2. Nishonov M., Mamajonov Sh., Xujaev V. Kimyo o'qitish metodikasi. – Toshkent: O'qituvchi, 2002. – 112 b.
3. Iskandarov A.Yu., Azamatova D.S., Ismatov I.Sh. "Kimyo o'qitish metodikasi" – Toshkent: Oliy ta'lim muassasalari uchun darslik. 2024.

4. Ganiyev B.Sh., Xudoynazarova G.A., Berdiyev S.G. Kimyo o'qitish metodikasi (elektron o'quv qo'llanma). – 2021.
5. Omonov H.T., Mirvoxidova M.N. Kimyo o'qitish metodikasi bo'yicha ma'ruzalar matni. – Toshkent, 2001.
6. Ismailov S.A., “Bo'lajak kimyo o'qituvchilarida xalqaro baholash topshiriqlarining formati: kognitiv darajalari, kontekstlari, mazmun sohalarini tushuntirish” Муғаллим ҳәм ўзликсиз билимлендириў. Илимий-методикалық журнал 2023 6/4-сан 109-115 b
7. Ismailov S.A., “Oliy ta'lim muassasalarida kimyo fanlarini o'qitishda axborot texnologiyalardan foydalanishning didaktik asoslari” O'zMU xabarlar. 2023 1/11. 98-101 b
8. Jumanov A.M. Kimyo. – Toshkent: Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tavsiyasi bilan darslik, 2019.
9. Asqarov I.R., G'oirov K., To'xtayev N.X. Umumiy o'rta ta'lim maktablari uchun kimyo darsliklari. – Toshkent, 2019.

KIMYO TA'LIMIDA KREATIV KOMPETENTLIKNI RIVOJLANTIRUVCHI ELEKTRON RESURLAR VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH METODIKASI

N.M.Ibrohimova^{1*}, S.A.Ismailov²

¹Nizomiy nomidagi O'zMPU “Aniq va tabiiy fanlarni o'qitish metodikasi (Kimyo)” yo'nalishi
1-bosqich magistratura talabasi

e-mail: nozimaazamova634@gmail.com

²Nizomiy nomidagi O'zMPU “Kimyo” kafedrasida dotsenti, PhD

e-mail:said.ismoilov78@gmail.com

Abstract: This article explores the methodology of using electronic resources and digital technologies to develop students' creative competence in chemistry education. The role of digital tools in modern education is analyzed, particularly the didactic potential of virtual laboratories, interactive platforms, and multimedia resources. During the study, ways to enhance students' creative thinking are presented based on problem-based learning, project-based activities, and gamification methods. In addition, the effectiveness of using platforms such as PhET and ChemCollective Virtual Lab is substantiated.

Key words: chemistry education, creative competence, digital technologies, virtual laboratory, PhET Interactive Simulations, innovative teaching methods

Bugungi kunda ta'lim tizimini raqamlashtirish jarayoni barcha fanlar qatori kimyo ta'limida ham zamonaviy pedagogik yondashuvlarni joriy etishni talab qilmoqda. Kimyo fani murakkab nazariy tushunchalar va laboratoriya tajribalariga asoslanganligi sababli uni o'qitishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, o'quvchilarning kreativ kompetentligini rivojlantirish ta'limning ustuvor vazifalaridan biri hisoblanadi.

Kreativ kompetentlik o'quvchining yangi g'oya yaratishi, muammolarga noodatiy yechim topishi, mustaqil fikrlashi hamda amaliy faoliyatda innovatsion yondashuvlarni qo'llay olish qobiliyatini anglatadi. Kimyo ta'limida bu kompetensiya laboratoriya tajribalarini loyihalash, kimyoviy jarayonlarni tahlil qilish va ilmiy izlanish olib borish jarayonida shakllanadi. An'anaviy dars metodlari ko'pincha o'quvchilarni faqat tayyor bilimlarni o'zlashtirishga yo'naltiradi. Elektron resurslar va raqamli texnologiyalar esa ta'lim jarayonini interaktiv tashkil etish, vizual modellashtirish va o'quvchilarning ijodiy faoliyatini faollashtirish imkonini beradi.

Kimyo ta'limida qo'llaniladigan elektron resurslarga quyidagilar kiradi; virtual laboratoriyalar, elektron darsliklar, multimedia taqdimotlar, animatsion modellar, interaktiv test platformalari, mobil ta'lim ilovalari. Virtual laboratoriyalar yordamida xavfli yoki murakkab tajribalarni xavfsiz muhitda bajarish mumkin. Masalan, kimyoviy reaksiyalar mexanizmini modellashtirish orqali

o'quvchilar reaksiya bosqichlarini kuzatadi va mustaqil xulosa chiqaradi. Bu esa ularda ilmiy-tadqiqot ko'nikmalarini shakllantiradi. Multimedia vositalari kimyoviy jarayonlarni vizual tasvirlash imkonini beradi. Atom tuzilishi, molekulalar harakati yoki organik birikmalarning reaksiyalarini animatsiyalar asosida tushuntirish o'quvchilarning abstrakt tafakkurini rivojlantiradi.

Raqamli texnologiyalardan foydalanish metodikasi. Kimyo ta'limida kreativ kompetentlikni rivojlantirish uchun quyidagi metodik bosqichlardan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi:

1. Aniqlovchi bosqich. Mazkur bosqichda o'quvchilarning; kimyo faniga qiziqishi, kreativ fikrlash darajasi, raqamli texnologiyalar bilan ishlash ko'nikmalari aniqlanadi. Bunda so'rovnoma, test va kuzatish metodlaridan foydalaniladi.

2. Shakllantiruvchi bosqichi. O'qituvchi dars maqsadidan kelib chiqib; elektron resurslarni tanlaydi, interaktiv topshiriqlar yaratadi, virtual tajribalarni rejalashtiradi, kreativ vaziyatlar ishlab chiqadi. Masalan, "Kislotalar va asoslar" mavzusida o'quvchilarga virtual laboratoriyada indikatorlar yordamida tajriba o'tkazish topshirig'i beriladi. Bu bosqichda: multimedia vositalari, QR-kodli topshiriqlar, STEAM loyihalari, interaktiv platformalar, virtual laboratoriyalar qo'llaniladi. O'quvchilar mustaqil tajriba o'tkazadi, natijalarni tahlil qiladi va taqdimot tayyorlaydi.

3. Yakunlovchi bosqichi. O'quvchilar o'z faoliyatini baholaydi, xatolarni tahlil qiladi hamda yangi g'oyalarni ilgari suradi. Bu bosqich kreativ fikrlashning rivojlanishida muhim o'rin tutadi.

Muxokama tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kimyo ta'limida raqamli texnologiyalardan foydalanish o'quvchilarning o'quv motivatsiyasini sezilarli darajada oshiradi. Ayniqsa, virtual laboratoriyalar va interaktiv platformalar orqali tashkil etilgan darslar o'quvchilarni mustaqil izlanishga undaydi. Kuzatishlar davomida an'anaviy darslarga nisbatan raqamli texnologiyalar asosida tashkil etilgan mashg'ulotlarda; o'quvchilarning darsdagi faolligi oshgani, muammoli vaziyatlarga ijodiy yondashuvi rivojlangani, laboratoriya ishlariga qiziqishi ortgani, guruh bilan ishlash ko'nikmalari shakllangani aniqlandi. Shuningdek, multimedia vositalari murakkab kimyoviy tushunchalarni oson o'zlashtirishga yordam berdi. O'quvchilar vizual modellar orqali molekulyar jarayonlarni yaxshiroq anglay boshladi. Interaktiv platformalardan foydalanish esa tezkor teskari aloqa olish, bilimlarni baholash va individual ta'limni tashkil etishda samarali natija berdi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra quyidagi ilmiy-amaliy xulosalar olindi:

- elektron resurslardan foydalanish kimyo faniga bo'lgan qiziqishni oshirdi;
- virtual laboratoriyalar o'quvchilarning tajriba o'tkazish ko'nikmalarini rivojlantirdi;
- raqamli texnologiyalar asosida tashkil etilgan darslarda kreativ fikrlash darajasi yuqoriligi kuzatildi;
- interaktiv metodlar o'quvchilarning mustaqil ta'lim olish kompetensiyasini shakllantirdi;
- STEAM yondashuvi asosida tashkil etilgan loyiha ishlari innovatsion fikrlashni rivojlantirdi;
- multimedia vositalari murakkab mavzularni o'zlashtirish samaradorligini oshirdi;

Natijalarga ko'ra, raqamli texnologiyalar asosida tashkil etilgan kimyo darslarida o'quvchilarning o'zlashtirish ko'rsatkichi va kreativ yondashuvi an'anaviy darslarga nisbatan yuqori bo'ldi.

XULOSA. Kimyo ta'limida elektron resurslar va raqamli texnologiyalardan foydalanish o'quvchilarning kreativ kompetentligini rivojlantirishning samarali vositasi hisoblanadi. Virtual laboratoriyalar, multimedia vositalari va interaktiv platformalar ta'lim jarayonini innovatsion tashkil etish imkonini beradi. Mazkur texnologiyalar o'quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantiradi, ilmiy-tadqiqot faoliyatini shakllantiradi, kreativ yondashuvni kuchaytiradi, ta'lim sifatini oshiradi. Shu sababli kimyo fanini o'qitishda zamonaviy raqamli texnologiyalarni keng joriy etish bugungi ta'lim tizimining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF60-son Farmoni.
2. Ishmanova, Z., Valeeva, N. (2025). Kimyo darslarida raqamli resurslardan (simulyator va virtual laboratoriya) foydalanish metodikasi. Maktabgacha va maktab ta'limi jurnali, 3(11).
3. Ismailov S.A. Ta'lim muassasalarida SMART texnologiyasi yordamida kimyo fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etish // Uzluksiz ta'lim. - T., 2021
- 4 Shernazarov I.E., Ismailov S.A., Xalqaro baholash tadqiqotlari (kimyo yo'nalishi talabalari uchun): O'quv qo'llanma. - T.: Lesson press, 2023

YASHIL KIMYO VA SUN'IY INTELLEKT INTEGRATSIYASI ASOSIDA KIMYO TA'LIMINI MODERNIZATSIYALASH

Sh.Z.Sattorova^{1*}, S.A.Ismailov²

¹Nizomiy nomidagi O'zMPU "Kimyo" ta'lim yo'nalishi 3-kurs

e-mail: sattorovashaxnoza46@gmail.com

²Nizomiy nomidagi O'zMPU "Kimyo" kafedrası dotsenti, PhD

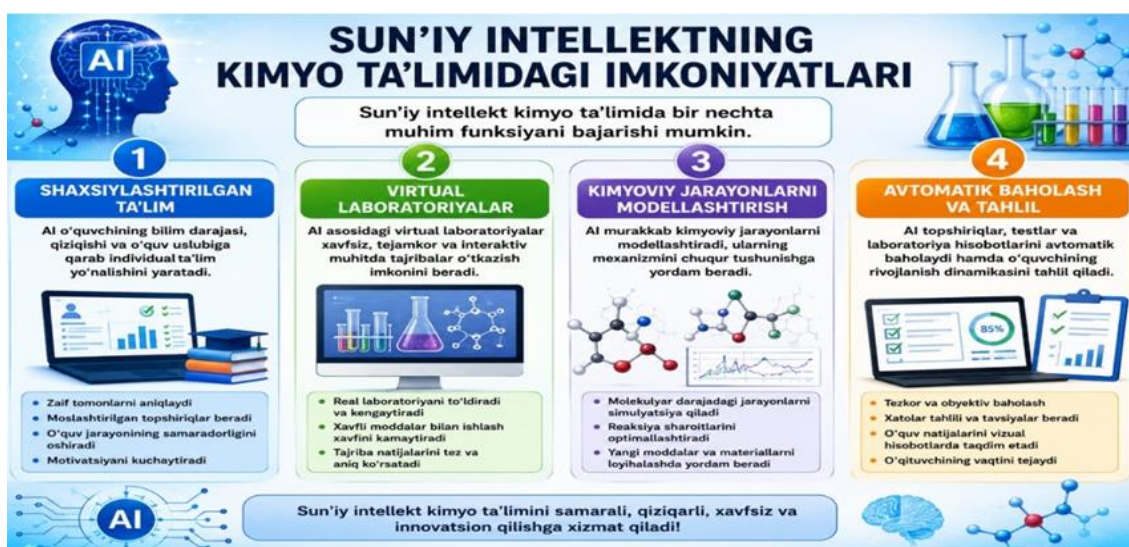
e-mail:said.ismoilov78@gmail.com

Abstract: This article examines the scientific and pedagogical foundations of integrating green chemistry and artificial intelligence technologies into the modernization of chemistry education. Today, sustainable development, environmental safety, rational use of resources, and digital transformation have become priority areas of the education system. In particular, the use of environmentally safe experiments, virtual laboratories, intelligent learning platforms, adaptive assessment systems, and AI-based modeling tools in chemistry teaching contributes to the development of students' scientific thinking, environmental culture, and innovative competencies.

Keywords: green chemistry, artificial intelligence, chemistry education, sustainable development, digital technologies, virtual laboratory, environmental competence, innovative methods, modernization, future chemistry teacher.

Kirish. XXI asr ta'limi oldida turgan eng muhim vazifalardan biri — o'quvchilarda nafaqat fan bo'yicha nazariy bilimlarni, balki ekologik mas'uliyat, tanqidiy fikrlash, muammoli vaziyatlarni hal qilish, raqamli savodxonlik va innovatsion yondashuv ko'nikmalarini shakllantirishdan iborat. Kimyo fani mazmunan tabiat, modda, energiya, ishlab chiqarish, ekologiya va inson salomatligi bilan bevosita bog'liq bo'lganligi sababli, uni zamonaviy talablarga muvofiq o'qitish alohida ahamiyat kasb etadi. Yashil kimyo — kimyoviy mahsulotlar va jarayonlarni xavfli moddalar ishlatilishi yoki hosil bo'lishini kamaytirish yoxud bartaraf etishga qaratilgan ilmiy yondashuvdir. Ushbu yondashuvning 12 tamoyili Paul Anastas va John Varner tomonidan 1998-yilda tizimlashtirilgan bo'lib, ular chiqindilarni kamaytirish, atom iqtisodiyoti, energiya samaradorligi, qayta tiklanuvchi xomashyodan foydalanish kabi mezonlarni o'z ichiga oladi. Sun'iy intellekt esa ta'limda shaxsiylashtirilgan o'qitish, avtomatik baholash, virtual yordamchi, ta'limiy kontent yaratish, ma'lumotlarni tahlil qilish va murakkab jarayonlarni modellashtirish imkonini beradi. Kimyo ta'limining an'anaviy shakllarida ko'pincha nazariy bilimlarni yodlash, formulalar va reaksiyalarni mexanik o'zlashtirish ustuvor bo'lib kelgan. Biroq bugungi globalashuv, ekologik muammolar va texnologik taraqqiyot sharoitida bunday yondashuv yetarli emas. Zamonaviy kimyo ta'limi o'quvchini real hayotiy muammolarni hal qila oladigan, ekologik xavfsiz qarorlar qabul qiladigan, raqamli texnologiyalardan samarali

foydalanadigan shaxs sifatida shakllantirishi lozim. Kimyo ta'limida yashil kimyo va sun'iy intellektni uyg'unlashtirish quyidagi muammolarni hal qilishga yordam beradi:



Bo'lajak kimyo o'qituvchisi faqat kimyoviy bilimlarni yetkazuvchi mutaxassis emas, balki ekologik madaniyat, raqamli savodxonlik va innovatsion pedagogik yondashuvlarni shakllantiruvchi shaxs bo'lishi kerak. Shu sababli pedagogika oliy ta'lim muassasalarida kimyo o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida quyidagi yo'nalishlarga alohida e'tibor qaratish zarur: Yashil kimyo asoslarini maxsus modul sifatida o'qitish, sun'iy intellekt vositalaridan metodik maqsadlarda foydalanishni o'rgatish, virtual laboratoriyalar bilan ishlash kompetensiyasini rivojlantirish, akademik halollik va AI etikasi bo'yicha tushunchalarni shakllantirish, barqaror rivojlanish maqsadlarini kimyo faniga integratsiya qilish. Bunday yondashuv bo'lajak o'qituvchilarning kasbiy-metodik, ekologik, raqamli va kreativ kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Muhokama. Yashil kimyo va sun'iy intellekt integratsiyasi kimyo ta'limini mazmunan, metodik va texnologik jihatdan yangilaydi. Biroq bu jarayonda ayrim muammolar ham mavjud. Jumladan: barcha ta'lim muassasalarida raqamli infratuzilmaning yetarli emasligi,

o'qituvchilarning AI vositalaridan foydalanish bo'yicha tayyorgarligi turlicha ekani, sun'iy intellekt natijalarining har doim ham ilmiy jihatdan to'liq ishonchli bo'lmasligi, akademik halollik bilan bog'liq xavflar, o'zbek tilidagi sifatli raqamli kimyo resurslarining yetishmasligi, virtual laboratoriyalarni milliy o'quv dasturlariga moslashtirish zarurati. Shu sababli AI texnologiyalaridan foydalanishda o'qituvchi yetakchi metodik boshqaruvchi bo'lib qolishi kerak. Sun'iy intellekt o'qituvchini almashtiruvchi vosita emas, balki uning pedagogik faoliyatini qo'llab-quvvatlovchi intellektual yordamchi sifatida qaralishi lozim.

Xulosa. Yashil kimyo va sun'iy intellekt integratsiyasi kimyo ta'limini modernizatsiyalashning muhim ilmiy-pedagogik yo'nalishlaridan biridir. Yashil kimyo o'quvchilarda ekologik mas'uliyat, xavfsiz kimyoviy fikrlash va barqaror rivojlanish madaniyatini shakllantirsa, sun'iy intellekt ta'lim jarayonini individuallashtirish, vizuallashtirish, modellashtirish va samarali baholash imkonini beradi. Mazkur integratsiya natijasida kimyo ta'limi an'anaviy bilim berish jarayonidan real hayotiy muammolarni hal qilishga yo'naltirilgan, ekologik xavfsiz, raqamli va innovatsion ta'lim tizimiga aylanadi. Ayniqsa, bo'lajak kimyo o'qituvchilarini tayyorlashda ushbu yondashuv ularning kasbiy-metodik, ekologik, raqamli va kreativ kompetensiyalarini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. P.T.Anastas, J.C.Warner, Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998, p.30
2. В.Лунин, П.Тундо, Е.С.Локтева, Зеленая химия в России, Изд. Московского Университета, 2004 230 с
3. Л.Викторов. «Зеленая» химия побеждает. Химия и жизнь, 20016 № 12.
4. Kamolova N.I., "Yashil kimyo" o'quv qo'llanma Toshkent-2023y
5. Xo'janazarov O'.E., Yakubjonova Sh., "Ekologiya va tabiatni muhofaza qilish" T-2018y

ATROF -MUHIT OBEKTLARI TARKIBIDAGI SURMA(III) IONLARINI SORBSION-SPEKTROFOTOMETRIK ANIQLASH USULLARINI ISHLAB CHIQISH

¹Rajabova Qizlarxon Qurbon qizi tayanch doktorant, Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti. rajabova@mail.com

²Raximov Samariddin Baxadirovich Mirzo Ulug'bek nomidagi Milliy universitet Analitik kimyo kafedrasi PhD dotsenti.

³Smanova Zulayho Asanaliyevna Kimyo fanlari doktori professor Mirzo Ulug'bek nomidagi Analitik kimyo kafedrasi mudiri.

Abstract: Pyrocatechin sulfonaphthalein reagents are proposed as selective reagents for the determination of Sb (III) ions based on immobilization on a silk fibroin fiber polymer carrier. The lower detection limit (0.05-1 mg/l) of the proposed sorption-spectroscopic method for Sb (III) ions was found to be lower than international standards, and its application in the analysis of real objects (industrial wastewater, soil, river water) was proven.

Keywords: Selective, immobilization, reagent, polymer ,analysis

Biz bilamizki sanoatlashish va urbanizatsiya tufayli atrof-muhitga katta miqdorda ifloslantiruvchi moddalar xususan og'ir va zaharli metallar chiqarilmoqda. Ushbu zaharli metallarning ko'pchiligi metall eritish va tozalash, galvanik qoplama, plastmassa, pigment, batareya ishlab chiqarish, neftni qayta ishlash va kon sanoati faoliyatida ajralib chiqadi. Shular orasida Surma inson salomatligiga eng xavfli bo'lgan metallar hisoblanadi. (Bahadır Z ,2024)

Sb(III) ionini aniqlash uchun tanlangan organik reagentlarni ipak fibroin tolali tashuvchisiga immobillash usuli

Shu sababli atrof-muhit obyektlaridan Sb(III) ionlarini organik reagentlar yordamida sorbsion spektrofotometrik aniqlash usullarini ishlab chiqildi. Vaqtga bog'liqligi o'rganildi Sb uchun pirokatexin sulfanaftalein binafshasi reagenti tashuvchiga immobillash uchun ipak fibroin tolasidan 0.2000 g tortib olinib 50 ml li stakanga solib, ustiga 0.0001 M li reagentlar eritmasidan

30 ml quyildi va nur qaytarish spektrofotometrida (X-Rite eye-one-pro mini spectrophotometer) o'lchandi. Olingan natijalarga ko'ra Pirokatexin sulfanaftalein binafshasi reagentining ipak fibroin tolasiga immobillanishi uchun 20 daqiqa yetarli bo'ldi. Immobillangan Pirokatexin sulfanaftalein binafshasi reagenti bilan. Surma(III) ionini kompleks hosil qilishi uchun optimal muhit (pH=5,83) muhit (pH=6,12) tanlab olindi. Bu muhitni hosil qilishda atsetatli buffer eritmadan foydalanildi. (Badmus S. O, 2021)

Tajribaning ekspresligi tadqiqotning asosiy jihatlaridan biri hisoblanadi, shu sababli organik reagentlarning sorbentlarga immobillanishining vaqtga bog'liqligi o'ta muhim ko'rsatkich sanaladi.

1-jadval.

Reagentlarni ipak fibroin tolasiga immobillashning vaqtga bog'liqligi

t,min	5	10	15	20	25	30	35
Pirokatexin sulfanaftalein (R)	12,5	21,2	27,41	27,4	27,4	27,4	27,4
Kisilon zarg'aldog'i (R)	16,3	24,82	24,82	24,82	24,82	24,81	24,81

Surma ionlarini toksikologik xususiyatini kimyoviy tahlil qildik. Ruqsat etilgan chegaraviy meyyorlaridan oshib ketishi hattoki o'limga ham olib kelishi mumkin. Og'ir metall ionlarini kompleks hosil qilishi konduktometrik usul bilan o'rganilishi aniqlilik tezkorlik va qulaylikni olib keladi. (Islam M., Roy D., Singha D, 2025)

Natijalarga kelsak surma ionining yuqori o'tkazuvchanligi uning erkin holatdagi ion sifatida mavjudligini ko'rsatadi. Surma va pirokatexinsulfanaftalein binafshasi bilan kompleksining elektr o'tkazuvchanligi solishtirilib jadvalda keltirildi bu jadval asosida yangi modda hosil bo'lganini bilishimiz mumkin.

Adabiyotlar

1. Bahadır Z. Surfactant-Assisted Microextraction Method for Spectrophotometric Determination of Bismuth //Journal of Analytical Chemistry. – 2024. – T. 79. – №. 1. – C. 42-19
2. Badmus S. O. et al. Environmental risks and toxicity of surfactants: overview of analysis, assessment, and remediation techniques //Environmental Science and Pollution Research. – 2021. – T. 28. – №. 44. – C. 62085-62104

Islam M., Roy D., Singha D. Metal Ion Toxicity in Human Body: Sources, Effects, Mechanisms and Detoxification Methods //Chemistry Africa. – 2025. – C. 1-19.

QUVVATI 14000 T/Y BO'LGAN FENOLNI GIDRIRLASH REAKTORI HISOBLASH

Abdumajidova Fotima Abduxakim qizi

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, talabasi

Fotimamajidova875@gmail.com +998952522209

Annotatsiya: Mazkur ishda quvvati 14000 t/y bo'lgan fenolni gidrirlash reaktorining texnologik hisobi va ishlash prinsipi o'rganilgan. Fenolni vodorod ishtirokida katalitik gidrirlash orqali siklogeksanol olish jarayonining nazariy asoslari tahlil qilingan. Jarayon uchun moddiy va issiqlik balanslari tuzilib, asosiy texnologik parametrlar — temperatura, bosim, reagentlar sarfi va reaktor hajmi aniqlangan. Reaktorning konstruktiv tuzilishi, katalizator tanlash mezonlari hamda issiqlik almashinish jarayonlari ko'rib chiqilgan. Hisoblash natijalariga ko'ra, ishlab chiqarish unumdorligini ta'minlaydigan optimal reaktor hajmi va texnologik ko'rsatkichlar aniqlangan.

Olingan natijalar fenolni gidrirlash jarayonini samarali tashkil etish va sanoat qurilmalarini loyihalashda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: fenol, gidrirlash, siklogeksanol, reaktor, katalizator, moddiy balans, issiqlik balansi, texnologik hisob.

Kimyo sanoati zamonaviy sanoat tarmoqlari orasida eng tez rivojlanayotgan va xalq xo'jaligida muhim ahamiyatga ega bo'lgan sohalardan biri hisoblanadi. Organik sintez mahsulotlariga bo'lgan talabning ortib borishi fenol va uning hosilalarini ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirishni talab etmoqda. Fenol asosida olinadigan mahsulotlar plastmassa, sintetik tolalar, lak-bo'yoq materiallari, farmatsevtika preparatlari va polimer ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Ayniqsa, fenolni gidrirlash natijasida hosil bo'ladigan siklogeksanol kaprolaktam ishlab chiqarish uchun asosiy xomashyo bo'lib xizmat qiladi.

Fenolni gidrirlash jarayoni kimyo sanoatida muhim texnologik bosqichlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon vodorod ishtirokida katalizator yuzasida olib boriladi va natijada fenol molekulasi gidrogenlanib siklogeksanol hosil qiladi. Jarayonning samaradorligi temperatura, bosim, katalizator faolligi, vodorod sarfi hamda reaktordagi issiqlik almashinish jarayonlariga bevosita bog'liq bo'ladi. Shu sababli reaktorning optimal konstruksiyasini tanlash va texnologik parametrlarini aniq hisoblash katta ahamiyat kasb etadi.

Fenolni gidrirlash reaksiyasi ekzotermik bo'lib, jarayon davomida katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Bu esa reaktorda issiqlikni samarali boshqarishni talab qiladi.

1. Fenolni gidrirlash jarayonining nazariy asoslari

Fenolni gidrirlash jarayoni organik sintez sanoatida muhim jarayonlardan biri bo'lib, bunda fenol vodorod bilan katalitik reaksiyaga kirishib siklogeksanol hosil qiladi. Olingan siklogeksanol kaprolaktam, adipin kislotasi va sintetik tolalar ishlab chiqarishda asosiy xomashyo hisoblanadi. Jarayon quyidagi reaksiya asosida boradi:



Reaksiya ekzotermik xarakterga ega bo'lib, issiqlik ajralishi bilan kechadi. Shu sababli reaktorda temperatura rejimini nazorat qilish muhim hisoblanadi.

Fenolni gidrirlash uchun sanoatda quyidagi katalizatorlar qo'llaniladi:

nikel katalizatori; palladiy katalizatori; mis-xrom katalizatori.

2. Texnologik sxema tavsifi

Fenolni gidrirlash texnologik sxemasi quyidagi asosiy qurilmalardan tashkil topadi:

Xomashyo saqlash idishi, nasos, issiqlik almashtirgich, gidrirlash reaktori, separator, sovutgich, tayyor mahsulot yig'ichi.

3. Mehnat muhofazasi va ekologiya

Fenol va vodorod bilan ishlash yuqori xavfli jarayon hisoblanadi. Shu sababli:

Germetik qurilmalar qo'llaniladi, avtomatik nazorat tizimlari o'rnatiladi, ventilyatsiya tizimi ishlatiladi, yong'inga qarshi vositalar bilan jihozlanadi.

Ajraladigan gazlar atmosferaga chiqarilishidan oldin tozalanadi. Oqartirilgan oqava suvlar qayta ishlash tizimiga yuboriladi.

Mazkur ishda quvvati 14000 t/y bo'lgan fenolni gidrirlash reaktorining texnologik hisobi va asosiy ishlash parametrlari o'rganildi. Fenolni vodorod ishtirokida katalitik gidrirlash orqali siklogeksanol olish jarayonining nazariy asoslari tahlil qilindi hamda jarayonning texnologik xususiyatlari yoritildi. Hisoblashlar natijasida ishlab chiqarish qurilmasining asosiy texnologik ko'rsatkichlari aniqlandi.

Fenolni gidrirlash reaksiyasi ekzotermik bo'lgani sababli issiqlik almashinish tizimining samarali ishlashi muhimligi asoslab berildi. Jarayon uchun vertikal silindrsimon, yuqori bosimga chidamli va katalizator qatlamli reaktor tanlash maqsadga muvofiq ekanligi ko'rsatildi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. A.G. Kasatkin. Asosiy jarayonlar va kimyoviy texnologiya qurilmalari. – Toshkent: O'qituvchi, 1980.

2. X.S. Salimov. Kimyoviy texnologiya asoslari. – Toshkent: Fan, 2009.
3. H. Scott Fogler. Elements of Chemical Reaction Engineering. – USA: Prentice Hall, 2016.
4. M.M. Nurmuhamedov. Organik moddalar kimyoviy texnologiyasi. – Toshkent: O'zbekiston,

RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA SPIRTLAR MAVZUSINI O'QITISHNING INNOVATSION METODLARI.

Sharifov G'ulom Nabiyevich - JDPU, dotsent, PhD.

Bosimova Maftuna - JDPU I-bosqich magistranti

E-mail address: maftunabosimova812@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tezisda organik kimyo kursining muhim bo'limlaridan biri bo'lgan to'yingan bir atomli spirtlar mavzusini raqamli ta'lim muhitida o'qitishning innovatsion metodlari tahlil qilinadi. Raqamli texnologiyalar, xususan virtual laboratoriyalar, 3D modellashtirish va interaktiv platformalar yordamida o'quvchilarning bilim olish jarayonini faollashtirish imkoniyatlari asoslab beriladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, raqamli yondashuv o'quvchilarning nazariy bilimlarini chuqurlashtirish, mantiqiy fikrlashini rivojlantirish va amaliy ko'nikmalarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: organik kimyo, spirtlar, raqamli ta'lim, virtual laboratoriya, innovatsion metodlar, interaktiv o'qitish

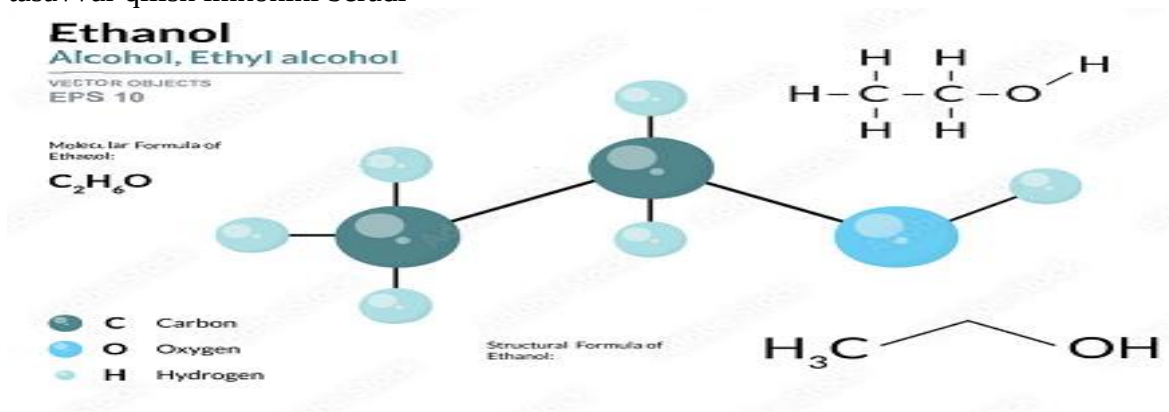
Bugungi kunda ta'lim tizimida raqamli texnologiyalarni keng joriy etish o'quv jarayonining samaradorligini oshirishning muhim omiliga aylanmoqda. Ayniqsa, organik kimyo kabi murakkab fanlarni o'qitishda innovatsion metodlardan foydalanish zarurati ortib bormoqda. To'yingan bir atomli spirtlar mavzusi o'zining abstraktligi, molekulyar tuzilish va molekulararo o'zaro ta'sirlarni tushunishni talab qilishi bilan o'quvchilar uchun murakkab hisoblanadi. Shu bois uni o'qitishda an'anaviy usullar bilan bir qatorda raqamli ta'lim vositalaridan foydalanish muhimdir.

To'yingan bir atomli spirtlar umumiy formulasi $C_nH_{2n+1}OH$ bo'lgan organik birikmalar sinfiga kiradi. Ularning fizik va kimyoviy xossalari asosan gidroksil (-OH) guruh mavjudligi bilan belgilanadi. Xususan, molekulararo vodorod bog'lanish mavjudligi ularning qaynash haroratining yuqori bo'lishiga sabab bo'ladi.

Raqamli ta'lim muhitida ushbu mavzuni o'qitishda quyidagi innovatsion metodlar samarali hisoblanadi:

Birinchidan, **virtual laboratoriyalar** orqali spirtlarning fizik va kimyoviy xossalarini tajriba asosida o'rganish imkoniyati yaratiladi. Bu esa xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi.

Ikkinchidan, **3D molekulyar modellashtirish** yordamida spirt molekularining fazoviy tuzilishini vizual tarzda ko'rsatish mumkin. Bu o'quvchilarga abstrakt tushunchalarni aniq tasavvur qilish imkonini beradi



Uchinchidan, **interaktiv simulyatsiyalar** yordamida vodorod bog'lanish, oksidlanish reaksiyalari kabi jarayonlar dinamik tarzda tushuntiriladi.

To'rtinchidan, **multimedia vositalari** (video, animatsiya, test platformalari) o'quvchilarning darsdagi faolligini oshiradi va mustaqil o'rganish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Mazkur metodlar qo'llanilganda o'quvchilar faqat tayyor bilimni qabul qilmay, balki uni mustaqil ravishda tahlil qilish va xulosa chiqarishga o'rganadi.

Raqamli ta'lim muhitida to'yingan bir atomli spirtlar mavzusini o'qitish zamonaviy ta'limning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Innovatsion metodlardan foydalanish o'quvchilarning bilim darajasi, faolligi va ilmiy tafakkurini sezilarli darajada oshiradi. Shuningdek, raqamli texnologiyalar kimyo fanining murakkab tushunchalarini soddalashtirish, ularni vizuallashtirish va amaliyot bilan bog'lash imkonini beradi. Shu sababli bunday yondashuvni keng joriy etish ta'lim sifatini oshirishning muhim omili hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'tkir Sodiqov – Organik kimyo. – Toshkent: O'qituvchi, 2018.
2. N. Saidahmedov – Pedagogik mahorat va innovatsion texnologiyalar. – Toshkent: Fan, 2019.
3. M. Ochilov – Yangi pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: O'qituvchi, 2008.
4. O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi. Kimyo fanidan o'quv dasturi. – Toshkent, 2021.

MODOR (ALLIUM MOTOR) O'SIMLIGI TARKIBIDAGI VITAMINLARNI O'RGANISH

Xasanova Nargiza Ismagilovna, Bobojonova Munisa Sayriddin qizi

ChDPU Tabiiy fanlar fakulteti

STUDY OF VITAMINS IN ALLIUM MOTOR PLANT

Abstract: Abstract: In this article, the use of medicinal plants that are developing today and the study of their composition. The study of vitamins contained in Allium motor plant using chemical methods. In the analysis of vitamins, a 0.5% solution of acetic acid was used as a mobile phase, based on phase A and acetonitrile phase B. Vitamins B1, B2, B6, B9, B12, C and PP in Allium motor plant chromatogram analyzes of standard samples of vitamins were obtained.

Key words: motor onion, extraction, vitamins, natural, medicinal plants.

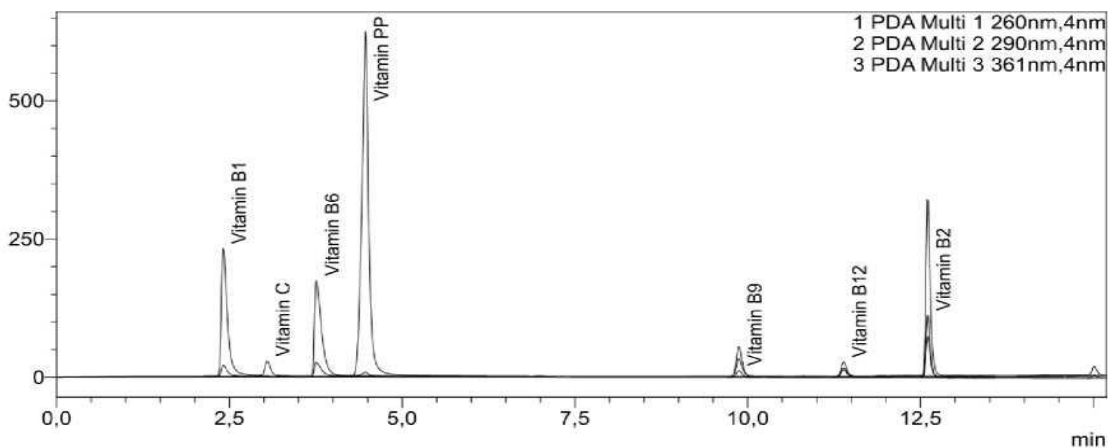
ВВЕДЕНИЕ

В мировом сообществе, а также в Республике Узбекистан современные социально-экономические изменения требуют реформирования системы образования на всех уровнях. Эти изменения затрагивают цели, содержание и результаты учебного процесса, ориентируя подготовку будущих специалистов на формирование самостоятельных, конкурентоспособных, творческих и инициативных личностей. Данные требования отражены в государственных образовательных стандартах.

В последние годы в республике проводятся последовательные реформы, направленные на охрану лекарственных растений, рациональное использование природных ресурсов, создание плантаций лекарственных растений и их переработку. В частности, Постановление Президента Республики Узбекистан от 20 мая 2022 года № PQ-251 направлено на развитие культурного выращивания лекарственных растений, их переработки и широкого применения в медицине.

Лекарственные растения — это природные источники, используемые для лечения людей и животных, профилактики заболеваний, а также в пищевой, парфюмерной и косметической промышленности. В настоящее время в мире насчитывается 10–12 тысяч видов лекарственных растений, из которых более 1000 изучены с химической и фармакологической точки зрения. В Узбекистане произрастает более 700 видов лекарственных растений, из которых около 120 используются в научной и народной медицине.

На сегодняшний день около 40–47% лекарственных препаратов получают из растительного сырья. Растения представляют собой сложные природные «химические лаборатории», способные синтезировать сложные органические соединения из простых неорганических веществ.



Для получения лекарственных средств используются различные части растений: корни, корневища, луковицы, кора, листья, цветки, плоды, семена, соки, эфирные масла и другие [1].

В настоящее время широко применяются синтетические лекарственные препараты и антибиотики. Однако их длительное применение может привести к снижению иммунитета, аллергическим реакциям и нарушению микрофлоры организма. В связи с этим возрастает интерес к лекарственным растениям. Препараты растительного происхождения оказывают более мягкое воздействие на организм и имеют меньше побочных эффектов [2].

Витамины — это органические соединения, которые не синтезируются в организме человека в достаточном количестве и необходимы для нормальной жизнедеятельности [3]. Они играют важную роль в обмене веществ:

- витамины группы В участвуют в энергетическом обмене,
- витамин А — в процессе зрения,
- витамин D — в обмене кальция,
- витамин К — в свертывании крови [4].

В предыдущих исследованиях изучались химический состав растения *Allium motor*, содержание углеводов и полисахаридов, а также зависимость их содержания от вегетационного периода. Кроме того, исследованы методы мультиспектрального анализа для идентификации растения и технологии его сушки [5–7].

Для определения содержания витаминов в образце применялся метод экстракции. Образец массой 1 г взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,001 г. Затем его помещали в 20 мл 0,5% раствора уксусной кислоты и перемешивали на магнитной мешалке при комнатной температуре в течение 10–14 минут.

Полученный раствор центрифугировали при скорости 12000 об/мин в течение 10 минут. После этого раствор фильтровали через фильтр с размером пор 0,45 мкм и помещали в вialу для дальнейшего анализа.

Результаты и их обсуждение

Объектом исследования являлось растение *Allium motor*, произрастающее в Паркентском районе Ташкентской области и в Чаткальской горной системе. Данное растение относится к семейству луковых и активно развивается в весенний период (апрель–май).

Листья растения были высушены и подвергнуты экстракции в лабораторных условиях. В результате анализа было установлено наличие различных витаминов в составе растения, что подтверждает его лекарственную ценность.

1-таблица

Время. мин	А фаза- 0.5%- ный водный раствор уксусной кислоты	В фаза % Ацетонитрол
0,1	96	4
4	90	10
8	85	15

12	60	40
14	Stop	

Условия хроматографического анализа

Градиент элюирования проводился с использованием следующих подвижных фаз:
Скорость потока составляла 1 мл/мин, температура термостата — 40°C, объём вводимого образца — 10 мкл. Продолжительность анализа составила 14 минут, в результате чего были получены соответствующие хроматограммы.
Далее был проведён анализ содержания водорастворимых витаминов, накопленных в различных органах растения *Allium motor*, в зависимости от периодов роста и развития.
Таблица 2 – Анализ содержания водорастворимых витаминов в органах растения *Allium motor* в зависимости от фаз роста

	Vitamin B1 (mg/100g)	Vitamin B2 (mg/100g)	Vitamin B6 (mg/100g)	Vitamin B12 (mg/100g)	Vitamin B9 (mg/100g)	Vitamin PP (mg/100g)	Vitamin C (mg/100g)
Растительный образцы	73,117	42,236	45,421	19,040	11,976	223,262	39,621

Таблица 2 – Содержание водорастворимых витаминов в образце растения *Allium motor*
Образец растения
Витамин B1 (мг/100 г), Витамин B2 (мг/100 г), Витамин B6 (мг/100 г), Витамин B12 (мг/100 г)
Витамин B9 (мг/100 г), Витамин PP (мг/100 г), Витамин C (мг/100 г)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы:
Растение *Allium motor* является лекарственным и богато витаминами. В ходе исследования в составе растения были выявлены такие витамины, как тиамин (B1), рибофлавин (B2), пиридоксин (B6), фолиевая кислота (B9), кобаламин (B12), аскорбиновая кислота (C) и никотиновая кислота (PP). Необходимые для организма человека витамины могут быть восполнены за счёт употребления натуральных растительных продуктов. Результаты термического анализа исследуемых образцов соответствуют данным химического анализа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Н.Т. Ходжаева, В.У. Ходжаев. Анализ флавоноидов и витаминов в составе растения *Crocus korolkowii* (*Krolikovia severzovii*). *Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine*, 2022, с. 288–293.

Ж.Х. Каршибоев, Ш.Б. Комилов. Биоэкологические особенности некоторых полезных дикорастущих растений, распространённых в условиях Сырдарьи. *Журнал научных исследований и инноваций*, 2022, с. 114.

Э.Т. Бердиев, Э.Т. Ахмедов. Природные лекарственные растения. Учебное пособие. Ташкент, 2017, с. 4–7.

A.A. Alturfan, E.E. Alturfan. *A Guide to Vitamins and Their Effects on Diseases*. Cambridge Scholars Publishing, 2023.

Khasanova Nargiza Ismagilovna, Aziza Aimovna Zohidova. Chemical composition of *Allium motor* plant and its beneficial properties for human health. *Natural Resource Management and Environmental Sustainability for Future Generations* 20.04.2024. 212-213

1. Л. С. Красовская, И. Г. Левичев, Обзор таксономических взаимоотношений в группе родства *Allium sewerzowii* (Alliaceae). *Turczaninowia* 25, 1: 190-215 (2022)

Chiqindilarni qayta ishlash jarayonini o'rganish.**Fazliddinova Nasiba Shavkatjon qizi**nasibafazliddinova29@gmail.com**Eshtemirova E'zoza Ulug'bek qizi**asliddintufliyev87@gmail.com**Juraqobilova Xosiyat Tulqin qizi**juraqobilovamaftuna174@gmail.com**Annotation**

This article provides a comprehensive examination of the waste recycling process, emphasizing the relevance of the global waste problem and its impact on the environment, the economy, and society. It explores waste classification, initial processing stages, and the main recycling technologies, including mechanical, chemical, and biological methods. The article evaluates the effects of recycling on environmental sustainability, resource efficiency, and economic benefits. Within the framework of circular economy principles, it discusses policy measures, regulatory documents, and innovative solutions. The article also highlights existing challenges in the recycling sector, such as technological limitations and economic barriers, and offers recommendations for future research and practical applications.

Annotatsiya

Ushbu maqola chiqindilarni qayta ishlash jarayonini har tomonlama o'rganadi, global chiqindilar muammosining dolzarbligi va uning atrof-muhit, iqtisodiyot va jamiyatga ta'sirini ta'kidlaydi. Unda chiqindilarning tasnifi, dastlabki ishlov berish bosqichlari hamda mexanik, kimyoviy va biologik kabi asosiy qayta ishlash texnologiyalari tahlil qilinadi. Shuningdek, qayta ishlashning ekologik barqarorlik, resurslar samaradorligi va iqtisodiy imtiyozlarga ta'siri baholanadi. Aylana iqtisodiyoti tamoyillari kontekstida siyosiy choralar, me'yoriy hujjatlar va innovatsion yechimlar ko'rib chiqiladi. Maqola qayta ishlash sohasidagi mavjud muammolarni, jumladan, texnologik cheklovlar va iqtisodiy to'siqlarni yoritadi, shuningdek, kelajakdagi tadqiqotlar va amaliyotlar uchun tavsiyalar beradi.

Kalit so'zlar: Chiqindilar, Qayta ishlash, Aylana iqtisodiyoti, Texnologiyalar, Barqarorlik, Iqtisodiy rag'batlar, Siyosat, Innovatsiyalar

Kirish

Global miqyosda chiqindilarning ortib borishi zamonaviy jamiyatning eng dolzarb muammolaridan biri bo'lib, atrof-muhit, iqtisodiyot va inson salomatligi uchun jiddiy xavf tug'dirmoqda. Birlashgan Millatlar Tashkilotining ma'lumotlariga ko'ra, 2016 yilda dunyo bo'ylab 2,01 milliard tonna qattiq maishiy chiqindilar (QMQ) hosil qilingan bo'lsa, 2050 yilga kelib bu ko'rsatkich 3,4 milliard tonnaga yetishi prognoz qilinmoqda. An'anaviy "ol-ishlat-tashla" iqtisodiy modeli resurslarning tugashi, ifloslanishning kuchayishi va chiqindixonalarning ko'payishiga olib kelmoqda. Bu holat, ayniqsa, turli mintaqaviy chiqindilar tendensiyalari fonida, masalan, 2020 yilda Osiyoda 1 milliard tonna va Yevropada 500 million tonna chiqindi hosil bo'lganligi sababli, barqaror yechimlarga bo'lgan ehtiyojni ta'kidlaydi. Chiqindilarni qayta ishlash ushbu global muammoga javoban, resurslarni aylanishda saqlash, tabiiy resurslarga qaramlikni kamaytirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirlarni minimallashtirishga qaratilgan muhim strategiya hisoblanadi. Aylana iqtisodiyoti modeli chiqindi va ifloslanishni bartaraf etish, mahsulot va materiallarni doimiy ravishda aylanishda saqlash, shuningdek, tabiiy tizimlarni tiklashga urg'u berish orqali an'anaviy yondashuvdan tubdan farq qiladi. Bu model resurslar samaradorligini oshiradi va barqaror shahar rivojlanishiga yordam beradi. Mazkur maqola chiqindilarni qayta ishlash jarayonining turli jihatlarini, jumladan, uning texnologiyalari, ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy ta'sirlari, shuningdek, siyosat va kelajakdagi yo'nalishlarini chuqur tahlil qilishni maqsad qilgan. Chiqindilarni qayta ishlash jarayoni uch bosqichli sikl sifatida faoliyat ko'rsatadi: yig'ish va qayta ishlash, ishlab chiqarish hamda iste'molchilar tomonidan qayta ishlangan mahsulotlarni sotib olish. Bu tizim resurslarni aylanishda saqlash va yangi materiallarga bo'lgan qaramlikni kamaytirishga

qaratilgan. Dastlabki bosqichda chiqindilar turli manbalardan yig'iladi va Materiallarni Qayta Ishlash Inshootiga (MQII) tashiladi. MQII'da materiallar aylanuvchi ekranlar, havo klassifikatorlari, magnitlar, metallar uchun g'ir-g'ir oqimi ajratgichlar va plastmassalar uchun optik saralagichlar kabi murakkab texnologiyalar yordamida, shuningdek, qo'lda sifat nazorati bilan saralanadi. Yig'ish jarayonidagi ifloslanish MQII samaradorligini sezilarli darajada pasaytirishi, jihozlarga zarar yetkazishi va aks holda qayta ishlanishi mumkin bo'lgan narsalarni chiqindixonalariga yuborishi mumkin. Hozirgi kunda AQShda qattiq maishiy chiqindilarning qariyb 32 foizi qayta ishlanadi, bu 1960 yildagi 7 foizga nisbatan sezilarli o'sishdir, garchi bu ko'rsatkichlar turlicha bo'lsa-da, plastmassalar qog'ozga nisbatan ko'proq qayta ishlash qiyinchiliklarini keltirib chiqaradi.

Qayta ishlash texnologiyalari asosan mexanik, kimyoviy va biologik usullarga bo'linadi. So'nggi o'n yillikdagi adabiyotlar tahlili ushbu texnologiyalardagi yutuqlarni, ayniqsa, plastmassa chiqindilarini qayta ishlashda ko'rsatadi. Mexanik qayta ishlash, eng keng tarqalgan usul bo'lib, chiqindilarni saralash, yuvish, maydalash va qayta granulatsiya qilishni o'z ichiga oladi. Biroq, ifloslanish va saralashdagi samarasizlik mexanik qayta ishlashning asosiy to'siqlaridan hisoblanadi. Gent va Maastrixt universitetlari hamda CEFLEX tadqiqotchilari tomonidan ishlab chiqilgan yaxshilangan mexanik qayta ishlash jarayoni (CEFLEX Quality Recycling Process - QRP) iste'moldan keyingi egiluvchan plastmassalar uchun yuqori sifatli regranulyatlar ishlab chiqarishni ko'rsatadi. QRP qo'shimcha saralash, issiq yuvish, takomillashtirilgan ekstruziya (ikki bosqichli filtrlash va degazatsiya) va deodorizatsiya kabi bosqichlarni o'z ichiga oladi, bu esa an'anaviy usullarga nisbatan ustun sifatli granulalar hosil qiladi. Bu texnologik innovatsiya egiluvchan qadoqlarni qayta ishlash darajasini oshirish va yanada aylana iqtisodiyotni rivojlantirish uchun muhim qadam hisoblanadi.

Kimyoviy qayta ishlash esa plastmassa polimerlarini ularning asl monomerlariga yoki boshqa foydali kimyoviy mahsulotlarga aylantirishni o'z ichiga oladi. Bu usul, ayniqsa, aralash va ifloslangan plastmassa chiqindilari uchun istiqbolli bo'lsa-da, miqyoslash, material xarajatlari va energiya sarfi bilan bog'liq cheklovlarga ega. Biologik qayta ishlash esa mikroorganizmlar yoki fermentlar yordamida polimerlarni parchalashga asoslangan bo'lib, minimal energiya sarfi bilan qayta ishlashni ta'minlaydi. Biroq, bu texnologiya ham hozircha miqyoslash va material xarajatlari bo'yicha cheklovlarga duch keladi. Termoliz, jumladan piroliz va gazifikatsiya, yuqori haroratda plastmassa chiqindilarini suyuq yoki gazsimon yoqilg'iga aylantirishni o'z ichiga oladi, lekin yuqori energiya talablari va operatsion xarajatlari bilan bog'liq muammolarga ega.

Qayta ishlashning ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy ta'sirlari muhimdir. Ekologik jihatdan, qayta ishlash resurslarni tejash, chiqindixona sig'imini kamaytirish, karbonat angidrid izini qisqartirish, elektr energiyasi iste'molini va gaz chiqindilarini kamaytirish orqali atrof-muhitni muhofaza qilishga hissa qo'shadi. Aylana iqtisodiyoti modeli ayniqsa resurslar samaradorligini oshirish va atrof-muhitga ta'sirlarni minimallashtirish orqali barqaror shahar rivojlanishiga yordam beradi. Iqtisodiy jihatdan, qayta ishlash sanoati yangi ish o'rinlari yaratadi va materiallarning qiymatini saqlab qoladi. Biroq, qayta ishlangan mahsulotlar uchun bozor talabini yaratish muhim ahamiyatga ega, chunki iste'molchilarning 76 foizi qayta ishlangan materiallardan foydalanadigan ishlab chiqaruvchilarni qadrlaydi. Shuningdek, iqtisodiy rag'batlar, masalan, Gonkongdagi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, mukofot tizimlarini joriy etish uy xo'jaliklaridan yig'ilgan qayta ishlanadigan chiqindilar miqdori o'rtasida sezilarli ijobiy bog'liqlikni ko'rsatadi, bu esa chiqindilarni qayta ishlash xulq-atvorini rag'batlantirishda iqtisodiy rag'batlarning samaradorligini ko'rsatadi.

Chiqindilarni boshqarishdagi siyosat, me'yoriy hujjatlar va aylana iqtisodiyoti tamoyillari bu sohada muhim rol o'ynaydi. An'anaviy chiziqli iqtisodiyotdan aylana iqtisodiyotiga o'tish global miqyosda barqaror rivojlanish uchun zarur hisoblanadi. Shvetsiyaning chiqindilarni energiyaga aylantirish modeli va Yaponiyaning "Ovozli material-sikl jamiyati" kabi misollar milliy darajada aylana iqtisodiyoti tamoyillarining muvaffaqiyatli integratsiyasini ko'rsatadi. Gana va Uganda

kabi rivojlanayotgan mintaqalardagi yangi tashabbuslar ham aylana iqtisodiyoti tamoyillarini o'z ichiga olmoqda. Sohadagi innovatsiyalar, masalan, jarayonlarni takomillashtirishda sun'iy intellektdan foydalanish va chiqindilarni barqaror boshqarish uchun aylana iqtisodiyoti tamoyillarini kiritish muhim ahamiyat kasb etadi. Biroq, texnologik cheklovlar, iqtisodiy to'siqlar va siyosiy qo'llab-quvvatlashning etishmasligi kabi muammolar hali ham mavjud bo'lib, ularni hal qilish kelajakdagi sa'y-harakatlarning markazida bo'lishi kerak.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu akademik maqola chiqindilarni qayta ishlash jarayonini o'rganishda tizimli adabiyot tahlili va tanqidiy sintez yondashuvidan foydalanadi. Mavzuga oid so'nggi o'n yillikdagi ilmiy maqolalar, hisobotlar va siyosat hujjatlari to'plangan va baholangan. Xususan, Materiallar Oqimini Tahlil qilish (MFA) va iqtisodiy baholash kabi usullardan foydalangan holda nashr etilgan tadqiqotlar, jumladan, CEFLEX Quality Recycling Process (QRP) bo'yicha ishlar ko'rib chiqilgan. Maqola turli qayta ishlash texnologiyalarining (mexanik, kimyoviy, biologik, termoliz) samaradorligi, ekologik izi, iqtisodiy to'siqlari va ijtimoiy ta'sirlarini qiyosiy tahlil qilishga qaratilgan. Ushbu metodologiya turli manbalardan olingan ma'lumotlarni birlashtirish va mavjud bilimlar bazasining keng qamrovli sintezini ta'minlash imkonini beradi, bu esa sohadagi mavjud bo'shliqlarni va kelajakdagi tadqiqot yo'nalishlarini aniqlashga yordam beradi.

Xulosa

Chiqindilarni qayta ishlash jarayonini chuqur o'rganish shuni ko'rsatadiki, bu global chiqindilar muammosini hal qilishda va aylana iqtisodiyotiga o'tishda markaziy ahamiyatga ega. Global miqyosda chiqindilarning tez o'sishi va an'anaviy "ol-ishlat-tashla" iqtisodiy modelining cheklovlari barqaror yechimlarga bo'lgan ehtiyojni oshirmoqda. Tizimli adabiyot tahlili shuni ko'rsatadiki, chiqindilarni yig'ish, saralash va qayta ishlashning mexanik, kimyoviy va biologik kabi asosiy texnologiyalarida sezilarli yutuqlarga erishilgan. Xususan, egiluvchan plastmassalarni qayta ishlashda CEFLEX QRP kabi innovatsiyalar yuqori sifatli regranulyatlar ishlab chiqarish imkonini berib, an'anaviy usullardagi cheklovlarni bartaraf etmoqda.

Shu bilan birga, qayta ishlash sohasida bir qator muammolar saqlanib qolmoqda, jumladan, chiqindilarning ifloslanishi, saralash tizimlarining samarasizligi, ba'zi qayta ishlash texnologiyalarining yuqori energiya talablari va miqyoslash cheklovlari. Iqtisodiy rag'batlar va iste'molchilarning qayta ishlangan mahsulotlarga bo'lgan talabi qayta ishlash siklining muvaffaqiyatli yakunlanishi uchun muhim hisoblanadi. Siyosat darajasida, aylana iqtisodiyoti tamoyillarini integratsiyalash va Shvetsiya yoki Yaponiya kabi mamlakatlarning tajribasini o'rganish zarur.

Texnologik innovatsiyalarni qo'llab-quvvatlash: Sun'iy intellekt va robototexnika yordamida saralash jarayonlarini avtomatlashtirish va samaradorligini oshirish. Kimyoviy va biologik qayta ishlash usullarining miqyoslanishini ta'minlash uchun tadqiqot va rivojlantirishga sarmoya kiritish. Siyosat va me'yoriy hujjatlarni takomillashtirish: Chiqindilarni kamaytirish, qayta ishlash va qayta ishlatishni rag'batlantiruvchi qat'iy siyosat va huquqiy me'yorlarni ishlab chiqish va joriy etish. Chiqindilarni boshqarish strategiyalarida aylana iqtisodiyoti tamoyillarini yanada chuqurroq integratsiya qilish.

Iqtisodiy rag'batlarni kuchaytirish: Aholini va korxonalarni chiqindilarni saralash va qayta ishlashga undovchi samarali mukofot tizimlarini va soliq imtiyozlarini joriy etish.

Jamoatchilik xabardorligini oshirish va ishtirokini ta'minlash: Chiqindilarni to'g'ri saralash va qayta ishlangan mahsulotlarni sotib olishning muhimligi haqida aholini muntazam ravishda ma'lumotlantirish va ta'lim berish kompaniyalarini o'tkazish.

Sanoat va tadqiqot institutlari o'rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish: Yangi qayta ishlash texnologiyalarini ishlab chiqish va mavjud muammolarni hal qilish uchun ilmiy-tadqiqot institutlari, hukumat va xususiy sektor o'rtasidagi aloqalarni mustahkamlash.

Ushbu tavsiyalarni amalga oshirish orqali global miqyosda chiqindilarni qayta ishlash samaradorligini oshirish, resurslar tugashining oldini olish va barqaror kelajakni ta'minlash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

- [1] Pichtel, J. P. Chiqindilarni boshqarish amaliyotlari: Munitsipal, Xavfli va Sanoat. Boca Raton: CRC Press, 2014.
- [2] Stahel, W. R. Aylanma Iqtisodiyot: Foydalanuvchi Qo'llanmasi. London: Routledge, 2019.
- [3] Gentil, D., Filho, G. C. A. C., & de Andrade, T. C. A. "Munitsipal qattiq chiqindilar uchun material tiklash majmuasi (MTM) operatsion samaradorligining tahlili." Chiqindilarni Boshqarish, vol. 68, 2017, pp. 64-74.
- [4] Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. "Aylanma iqtisodiyot: Yangi barqarorlik paradigmasi?" Toza ishlab chiqarish jurnali, vol. 143, 2017, pp. 757-768.
- [5] Singh, A., Singh, V. P., & Singh, G. P. "Munitsipal qattiq chiqindilarni boshqarish uchun mexanik va biologik chiqindilarni qayta ishlash texnologiyalaridagi rivojlanishlar." Atrof-muhit Boshqaruvi Jurnali, vol. 109, 2012, pp. 1-13.

ANALITIK KIMYONING FAN TEXNIKANING RIVOJLANISHIDAGI O'RNI

To'rayeva Habiba Toshboboyevna, Abduxalilova Mashxura Abdug'affor qizi, Abduljalilova Maxmuda Bahodirovna, Tajiyeva Farangiz Sanjarbek qizi
Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti
@abdujalilovamaxmuda14@gmail.com

Abstract: This article discusses the modern science and practice of analytical chemistry. The article discusses the role of analytical methods in the development of technology. It is known that any production, medical diagnostics or environmental monitoring processes are based on accurate analyzes how the improvement of analytical methods (physicochemical, spectral chromatographic) has led to revolutionary changes in the fields of nanotechnology, pharmaceuticals and energy. It also examines the issues of speed and accuracy of analysis achieved as a result of the integration science with digital technologies and artificial intelligence.

Keywords: Analytical chemistry, instrumental methods, metrological accuracy, technical progress, environmental monitoring, pharmaceuticals, innovative technology, quality control.

Analitik kimyo ko'plab kimyoviy, neft kimyosi, farmasevtika, metallurgiya, oziq-ovqat, yengil sanoat, geologiya, geokimyo, tibbiyot va ishlab chiqarish tarmoqlarida mahsulot sifatini nazorat qilishda, shuningdek, olingan ilmiy natijalarni baholashda muhim ahamiyat kasb etadi. Atrof-muhit obyektlarni tarkibidagi zaxarli moddalarni aniqlashda, tuproqning tarkibini va strukturasini o'rganishda, tabiat sirlaridan voqif bo'lishda, ulardan inson manfaatlarini yo'lida foydalanishkabi masalalarni yechishda analizning o'rni beqiyos. Yangi konlarning ochilishi, ishlab chiqarish korxonalarining tashkil etilishi, qishloq xo'jaligi va chorvachilik, tibbiyot va metallurgiya va boshqa sohalarni rivojlantirish mahsulot analiziga bog'liq. Kimyoning rivojlanish tarixida analitik kimyoni alohida o'ringa ega bo'lib, muayyan davrlarda analitik kimyo kimyoda yetakchi o'rinni egallagan. Bugungi kunda analitik kimyoda asosan kimyoviy, fizikaviy, fizik-kimyoviy va biologik usullarni rivojlantirib, ulardan samarali foydalanib kelmoqda. Bugungi kunda kimyoviy usullar bilan bir qatorda fizik va fizik-kimyoviy usullar jadal sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Analitik kimyo 1960-yillarga kelib biologik analiz usullari dadil kirib keldi va hozirgi vaqtda tez rivojlanmoqda. Shuni alohida aytib o'tish lozim, har qanday tahliliy masalani hal qilishga kirishgan analitik kimyo mutaxassisi kimyoviy bilimlarni, ayniqsa analiz usullarini keng va chuqur egallagan bo'lishi, o'lchov asboblari va ularda ishlashni mukammal bilishi lozim.

Analitik kimyoning asosiy vazifalari sifatida quyidagilarni aytib o'tish mumkin: ma'lum analiz usullarining nazariy asoslari va amaliyotining takomillashishi hamda ravnaqini ta'minlashda; fan va sanoatning talablariga javob beradigan yangi analiz usullarini yatarishda, ularning nazariy asoslarini ishlab chiqishda, avtomatlashtirilgan va kompyuterlashtirilgan analitik metodikalar va

sistemalarni yaratishda va hamda ularni amaliyotga tadbiq etishda; murakkab aralashmalar tarkibidagi(elementlar, ionlar, funksionla guruhlari) intensiv aniqlash usullarini ishlab chiqish; murakkab aralashmalar tarkibidagi moddalarni ajratishni mukammal usullarini yaratish; atrof-muhit monitoringi, olinadigan natijaning to'g'ri, aniq va qayta takrorlanuvchan bo'lishini ta'minlash; moddalarni analiz qilishning tez, arzon va aniq usullarini yaratish, moddalarni tuzilishini, turli obyektlarda tarqalishini aniqlashga imkon beradigan usul, vosita, qo'llanma va metodikalarni ishlab chiqish.

O'zbekistonda yoki boshqa davrlarda ham analitik kimyo katta ahamiyatga ega. Analitik kimyo turli xil kimyoviy tahlil usullari yordamida moddalarning tarkibi va konsentratsiyasini aniqlash imkonini beradi. O'zbekistonda analitik kimyoning ahamiyati quyidagi ko'rinishlarda namoyon bo'ladi:

Sanoatda qo'llanilishi: O'zbekiston to'qimachilik, kimyo, energetika va oziq-ovqat kabi turli sohalarga ega bo'lgan mamlakatdir. Analitik kimyo ushbu tarmoqlarda ishlab chiqarish jarayonini nazorat qilish va mahsulotlarning sifatini sifat standartiga mos kelishini ta'minlashda asosiy o'rin tutadi. Analitik kimyo usullari xom ashyo tarkibini tahlil qilish orqali ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish va mahsulot sifatini yaxshilashga yordam beradi.

Atrof-muhit tahlili: Bugungi kunda yurtimizda atrof-muhitning ifloslanishi muammosi dolzarb masala hisoblanadi. Turli xil ifloslanish tabiiy yoki sun'iy ifloslanishlar tufayli bugungi kunda atrof-muhitning ifloslanish darajasi juda yuqori. Analitik kimyo suv, havo va tuproq kabi atrof-muhit namunalari tahlil qilish uchun ishlatiladi. Ushbu tahlillar ifloslantiruvchi manbalarni aniqlash, atrof-muhit salomatligi uchun xavflarni baholash va atrof-muhitni muhofaza qilish qoidalarini yaxshilashga yordam beradi.

Sog'liqni saqlashda: Analitik kimyo tibbiyot va sog'liqni saqlash sohalarida katta ahamiyatga ega. Laboratoriyada o'tkazilgan tahlillar kasalliklarni tashxislash, davolash jarayonlarini kuzatish va dori vositalarni samaradorligini baholashda qo'llaniladi. Dorilarning tarkibidagi moddalarning birortasining miqdori oshib ketsa shu dorining tarkibi ham toksikologiyasi ham o'zgarib ketishi va buning oqibatida insonga salbiy ta'sir qilishi mumkin. O'zbekistonda sog'liqni saqlashda analitik kimyo bemorlarning salomatlik holatini baholash va to'g'ri davolash usullarini aniqlashda ajralmas vosita hisoblanadi.

Oziq-ovqat xavfsizligida: Oziq-ovqat xavfsizligi har bir mamlakatda muhim masala hisoblanadi. Analitik kimyo texnikasi oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish va iste'mol qilish jarayonida potensial ifloslantiruvchi moddalar va inson salomatligi uchun zararli moddalar borligini aniqlash uchun ishlatiladi. Analiz qilish orqali oziq-ovqat mahsulotlarining xavfsizligi va sifati ta'minlanadi, iste'molchilar salomatligi muhofaza qilinadi.

Dori-darmonlarning samaradorligi va xavfsizlik darajasini baholashda, masalan AQSh oziq-ovqat va farmasevtika idorasi talablariga muvofiq, konsentratsiyasi 0,1% dan kam bo'lgan faol moddalarni aniqlash uchun spektroskopik usullar muhim rol o'ynaydi. Gaz xromatografiyasi va mass-spektroskopiya usullari yordamida 50ga yaqin organik birikmalarni aniqlash va miqdorini aniqlash orqali yurtimizdagi suv manbalarini monitoring qilish mumkin.

Sun'iy intellekt modellari fanda yangi gipotezalarni shakllantirishda yordam bermoqda. Masalan, kimyo va biologiyada yangi dori vositalari yaratishda sun'iy intellekt molekular birikmasini oldin modellashtiradi. Bu esa laboratoriya tajribalariga ketadigan xarajatlar va hattoki vaqtni ham tejaydi.

Xulosa: Analiz usullarisiz zamonaviy farmasevtika, metallurgiya va neft-kimyo sanoatini tasavvur qilib bo'lmaydi. Mahsulotlarning tozalik darajasi va xavfsizligi aynan analitik tahlilga asoslanadi. Atrof-muhit ifloslanishini monitoring qilish, suv va havoning tarkibini nazorat qilish orqali analitik kimyo insoniyat ekologik xavfsizligini ta'minlovchiasosiy vositaga aylanib qoldi. Kasalliklarga erta tashxis qo'yish, qon tahlillari va genetik tadqiqotlar zamonaviy analitik asboblari va sensor yordamida amalga oshirilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yu.Ya. Xaritonov, A. N. Yunusxo'jayev, A. A. Shabilalov, S. D. Nasriddinov muallifligidagi „Analitik kimyo . Analitika . I jild. Umumiy nazariy asoslar. Sifat tahlili.” Toshkent. „Fan” nashriyoti 2008.
2. M.T. Gulamova, SH.Q. Norov, N.T. Turabov “Analitik kimyo”, “Voris – nashriyot” Toshkent – 2009.
3. Turabov N.T, Qutlimurotova N.H, Smanova Z.A. “Analitik kimyo” Toshkent – 2019.
4. A.Q. Matyakubov, Uslubiy ko'rsatma. Analitik kimyo fanidan kimyoviy analiz usullari bo'yicha laboratoriya ishlarini olib borish uchun. Chirchiq – 2025.
5. O. Fayzullayev, N. Turabov, E. Ro'ziyev, A. Quvatov, N. Muhammedov “Analitik kimyo laboratoriya mashg'ulotlari” Yangi asr avlodi, Toshkent – 2006.
6. O. Fayzullayev “Analitik kimyo” Yangi asr avlodi NMM, Toshkent-2006-yil.

P-AMINO BENZOYKISLOTA ASOSIDA OLINGAN SHIFF ASOSLARI SINTEZI**F.Z.Abdugaxxorova¹, T.S.Xoliqov²**^{1,2}Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahar, O'zbekiston

*e-mail: ximfak.fm@mail.ru

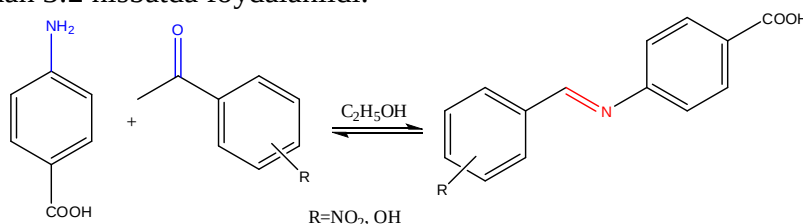
Abstract: Schiff bases constitute a class of compounds endowed with a wide range of biological activities, finding applications as anti-inflammatory, antiviral, and antipyretic agents.

Compounds synthesized from p-aminobenzoic acid exhibit significant biological activity and find applications in medicine and various other fields. Notably, numerous esters and derivatives of p-aminobenzoic acid are widely employed in clinical practice as local anesthetics.

Keywords: Schiff bases, p-aminobenzoic acid, azomethine, condensation, biological activity.

Shiff asoslari imin guruhi tutgan birikmalar bo'lib, bir qancha faolliklarni, masalan: rakka qarshi, yallig'lanishga qarshi, viruslarga qarshi, zamburug'larga, tutqanoqqa qarshi va boshqa biologik faolliklarni namoyon qilgani uchun ularga qiziqish ortib bormoqda (Choudhary va boshq., 2014) P-aminobenzoy kislotasining ko'plab efirlari va birikmalari tibbiyotda biologik aktiv moddalar turli xil sohalarda keng ishlatiladi. Bundan tashqari Shiff asoslarining barqarorligi va turli xil modifikatsiyaga uchrashi osonligi tufayli ular maxsus organik ligandlar sifatida keng ishlatiladi. (Sun va boshq., 2021) Shuning uchun p-aminobenzoy kislota hosilalarining aromatik aldegidlar bilan sintezini o'rganish, imin guruh saqlagan birikmalar sintez qilish va funksional guruhlarning ta'sirini o'rganish muhim ahamiyatga kasb etadi. (Shi va boshq., 2007) Tadqiqotchi olimlar tomonidan 5-xloro-salitsilaldegid bilan bir nechta Shiff asoslari sintez qilingan va ularning mikroblarga qarshi xossalari o'rganib chiqilgan. (Negm va boshq., 2008)

Ushbu tadqiqot ishida p-aminobenzoy kislota va hosilasini p-nitrobenzaldegid bilan kondensatsiyasini o'rganish va optimal sharoitini topish hamda yangi ajratib olingan kondensatsiya mahsulotlarini tahlil qilishni o'z oldimizga maqsad qilib oldik. p-Aminobenzoykislota (0,411 gr) va p-nitrobenzoaldegid (0,453 gr) teng mol (0,003 mol) nisbatda olindi va 8 ml absolyut etanolda eritildi. Reaksiya xona haroratida 3 soat davomida muntazam magnitli aralashtirgich yordamida olib borildi. Reaksiya jarayoni yupqa-qatlamli xromotografiya (YuQX) usuli yordamida tekshirib borildi. YuQX uchun Sistema sifatida n-geksan va etilatsetatdan 3:2 nisbatda foydalanildi.



Reaksiyada cho'kma ajralishi kuzatildi va jarayon yakunlangach vakuumli nasos orqali cho'kma filtrlandi va cho'kma etanolda 3 marotaba yuvildi. Unum 78 %. $R_f = 0,56$. Ajratib olingan kukun sariq rangli bo'lib, tuzilishi IQ spektroskopiya usuli yordamida o'rganildi. Shuningdek p-aminobenzoykislotam hamda p-gidrosibenzaldegidning kondensatsiyasi olib borildi. Reagentlar teng mol nisbatda (0,003) olindi hamda 3 soat mobaynida absolyut etanolda reaksiya qo'yildi. Kondensatsiya natijasida hosil bo'lgan cho'kma filtrlandi, yuvildi va quritildi. Unum 63%. $R_f = 48$.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

Choudhary M., Patel R. N., Rawat S. P. Synthesis, electrochemical, structural, spectroscopic and biological activities of mixed ligand copper (II) complexes with 2-[(Z)-(5-bromo-2-hydroxyphenyl) methylidene] amino} benzoic acid and nitrogenous bases //Journal of Molecular Structure. – 2014. – T. 1060. – P. 197-207.

Negm N. A., Zaki M. F. Structural and biological behaviors of some nonionic Schiff-base amphiphiles and their Cu (II) and Fe (III) metal complexes //Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. – 2008. – T. 64. – №. 2. – P. 179-183.

Sun Y. et al. Pt (II) and Au (III) complexes containing Schiff-base ligands: A promising source for antitumor treatment //European journal of medicinal chemistry. – 2021. – T. 211. – C. 113098.

Shi L. et al. Synthesis and antimicrobial activities of Schiff bases derived from 5-chloro-salicylaldehyde //European journal of medicinal chemistry. – 2007. – T. 42. – №. 4. – P. 558-564.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ВЭЖХ-АНАЛИЗА ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА

Ж.Б. Комилов¹, Д.А. Зияев², С.Б. Рахимов³

^{1,2,3}Национальный университет Узбекистана, г. Ташкент, Узбекистан,

*e-mail: jasurkomilov@gmail.com

Abstract: A reversed-phase HPLC approach was investigated for simultaneous determination of dexamethasone, phenylbutazone, salicylamide O-acetate sodium salt and lidocaine in a multicomponent drug formulation. The study revealed insufficient selectivity of published chromatographic conditions and justified further optimization of the mobile phase, detection wavelength and separation parameters.

Keywords: HPLC, dexamethasone, phenylbutazone, lidocaine, multicomponent drug, method development.

Разработка аналитических методик для многокомпонентных лекарственных препаратов является актуальной задачей фармацевтического анализа. Особую сложность представляют препараты, содержащие действующие вещества различной химической природы, концентрации и спектральных характеристик. В таких условиях применение отдельных методик для каждого компонента увеличивает продолжительность анализа и расход растворителей, поэтому целесообразна разработка единой ВЭЖХ-методики, обеспечивающей одновременное определение всех активных компонентов. Объектом исследования являлся новый многокомпонентный лекарственный препарат, содержащий дексаметазон, фенилбутазон, салициламид-О-ацетат натрия и лидокаин в различных концентрациях. Указанные соединения отличаются по полярности, кислотно-основным свойствам и максимумам УФ-поглощения, что затрудняет их одновременное разделение и количественное определение. В доступных фармакопейных источниках единая методика одновременного определения данных компонентов отсутствует, что обуславливает необходимость разработки новой аналитической методики.

На первом этапе была изучена возможность адаптации опубликованной ВЭЖХ-методики, предложенной для одновременного определения кортикостероидов и

нестероидных противовоспалительных веществ, включая дексаметазон и фенилбутазон (Grippa et al., 2000). Данная работа была выбрана как наиболее близкая к поставленной аналитической задаче. Однако при переносе условий на исследуемую лекарственную форму установлено, что разделение дексаметазона и салициламид-О-ацетата натрия является недостаточным. Кроме того, наблюдалось ухудшение формы пиков, отклонение их от гауссова профиля, а пик лидокаина гидрохлорида в выбранных условиях не регистрировался с приемлемой воспроизводимостью.

Полученные результаты свидетельствуют о невозможности прямого применения литературной методики для анализа исследуемого препарата. Вероятными причинами являются различия в составе анализируемой смеси, концентрационном соотношении компонентов, ионизационном состоянии веществ и характере взаимодействия соединений с неподвижной фазой. Для повышения селективности анализа необходимо изменить условия хроматографической системы, включая состав и pH подвижной фазы, соотношение органического модификатора и водной фазы, тип буферного раствора, режим элюирования, температуру колонки и длину волны детектирования.

Перспективным направлением оптимизации является применение обращенно-фазовой ВЭЖХ с C18-колонкой, градиентным элюированием и УФ- или диодно-матричным детектированием. Использование DAD-детектора позволит учитывать различия в максимумах поглощения компонентов и выбирать компромиссную либо многоволновую схему регистрации. Для улучшения формы пиков и обнаружения лидокаина целесообразно исследовать влияние pH подвижной фазы, поскольку лидокаин является основным соединением, а фенилбутазон и производные салициламида проявляют кислотные свойства.

Таким образом, проведенный предварительный этап исследования показал необходимость разработки новой или существенно модифицированной ВЭЖХ-методики для одновременного определения дексаметазона, фенилбутаона, салициламид-О-ацетата натрия и лидокаина в многокомпонентном лекарственном препарате. Оптимизированная методика должна обеспечивать достаточное разрешение между пиками, симметричную форму хроматографических зон, воспроизводимое обнаружение всех компонентов и возможность последующей валидации по показателям специфичности, линейности, правильности, прецизионности и робастности (ICH, 2023a; ICH, 2023b).

Список использованной литературы

- European Pharmacopoeia
- Simultaneous determination of hydrocortisone, dexamethasone, indomethacin, phenylbutazone and oxyphenbutazone in equine serum by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography B*. 2000;738(1):17–25. DOI: 10.1016/S0378-4347(99)00478-8. (Grippa E. и другие, 2020)
- ICH. Analytical Procedure Development Q14. International Council for Harmonisation, 2023.
- ICH. Validation of Analytical Procedures Q2(R2). International Council for Harmonisation, 2023.

СПОСОБ ОДНОВРЕМЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРИЭТИЛАМИНА, N,N-ДИМЕТИЛАНИЛИНА И 2-ЭТИЛГЕКСАНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВАХ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Омонов Д.Г., Рахимов С.Б., Сманова З.А., Олимов Д.Ё.,

Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, г. Ташкент, Узбекистан

E-mail: krypton186@gmail.com

Abstract. A novel gas chromatographic method for simultaneous determination of triethylamine (TEA), N,N-dimethylaniline (DMA) and 2-ethylhexanoic acid (2-EHA) in ceftriaxone and cefazolin has been developed. Using a single SH-624 capillary column and dichloromethane as solvent, selective quantification is achieved within 30 minutes. Compared to pharmacopoeial procedures, the proposed method significantly reduces analysis time, number of columns and reagents, while improving column efficiency and peak symmetry.

Keywords: Triethylamine, N,N-dimethylaniline, 2-ethylhexanoic acid, gas chromatography, simultaneous determination.

Введение

Цефтриаксон и цефазолин – антибиотики цефалоспоринового ряда широкого спектра действия. В процессе их многоступенчатого синтеза используются различные органические реагенты и вспомогательные вещества, в том числе триэтиламин (ТЭА), N,N-диметиланилин (N,N-ДМА) и 2-этилгексановая кислота (2-ЭГК). Согласно нормативным документам Фармакопейного комитета Республики Узбекистан, содержание остаточных количеств этих соединений в готовых лекарственных формах (порошок для приготовления раствора для инъекций) строго регламентировано.

Известные фармакопейные методы (European Pharmacopoeia 10.0/11.0) предусматривают раздельное определение каждого из трёх веществ с использованием трёх различных хроматографических колонок и систем. Такой подход требует значительных временных и ресурсных затрат (7–8 часов на серию препарата), частой смены колонок, что снижает воспроизводимость результатов.

Цель работы – разработка экономичной и экспресс-методики одновременного количественного определения ТЭА, N,N-ДМА и 2-ЭГК в антибиотиках цефтриаксоне и цефазолине методом газовой хроматографии в одной хроматографической системе.

Материалы и методика

Анализ выполняли на газовом хроматографе «Shimadzu GC-2030» с пламенно-ионизационным детектором. Использовали капиллярную кварцевую колонку SH-624 (30 м × 0,53 мм, толщина фазы 3,0 мкм) с неподвижной фазой – цианопропилфенил (6%) / диметилполисилоксан (94%). Газ-носитель – азот (1,5 мл/мин), деление потока 1:10. Температурный профиль термостата колонки: начальная температура 70 °С (выдержка 1 мин), подъём до 100 °С со скоростью 6 °С/мин, затем до 230 °С со скоростью 7,5 °С/мин, конечная выдержка 6,7 мин. Объём инъекции – 1 мкл.

Пробоподготовка: около 1,0 г испытуемого образца (цефтриаксон или цефазолин) растворяли в 10 мл дихлорметана, встряхивали, обрабатывали ультразвуком в течение 5 мин, центрифугировали и фильтровали через мембранный фильтр 0,45 мкм. Стандартный раствор готовили растворением точных навесок ТЭА, N,N-ДМА и 2-ЭГК в дихлорметане до конечной концентрации 20, 20 и 200 ppm соответственно.

Результаты и их обсуждение

Разработанный метод обеспечивает полное разделение трёх компонентов за одно хроматографирование продолжительностью 30 мин. На хроматограммах стандартного и испытуемых растворов (рисунки 1–3) наблюдаются чёткие, симметричные пики ТЭА, N,N-ДМА и 2-ЭГК без перекрывания с пиками растворителя или возможных примесей. Рассчитанные хроматографические параметры значительно превосходят требования

фармакопеи. Эффективность колонки составила для ТЭА – 88 496 теоретических тарелок, N,N-ДМА – 505 223, 2-ЭГК – 680 373; фактор асимметрии всех пиков не превышал 1,05.

Сравнение с традиционным подходом демонстрирует существенные преимущества разработанного способа: суммарное время анализа на серию сокращено в 1,5 раза, время пробоподготовки – в 3 раза, количество используемых колонок уменьшено с 3 до 1, число реагентов – с 7 до 1 (только дихлорметан).

Технический результат достигнут благодаря использованию колонки с промежуточной полярностью, оптимизированному температурному градиенту, применению дихлорметана как универсального растворителя и стабильным газовым потокам, что также повышает долговечность колонки за счёт отсутствия её частой замены.

Выводы

Разработанный способ позволяет селективно и одновременно определять триэтиламин, N,N-диметиланилин и 2-этилгексановую кислоту в лекарственных средствах «Цефтриаксон» и «Цефазолин» в одной хроматографической системе. Метод характеризуется высокими эффективностью и воспроизводимостью, сокращает общее время анализа более чем в 1,5 раза, уменьшает количество колонок и реагентов, снижает расходы и может быть рекомендован для лабораторного контроля качества антибактериальных препаратов.

Список литературы

Современные подходы к контролю неродственных технологических примесей в антибиотиках. Е.Л. Ковалева, К.С. Архипова, И.М. Алдамова;
Monguzzi R, Menaspace S, Anzaghi P. Process for the preparation of ceftriaxone. Patent of the United States of America No. US5026843A; 1991.
<https://patents.google.com/patent/US5026843A/en>
N,N-dimethylaniline, monograph (01/2008:20426), chapter 2.4.26. European Pharmacopoeia. 11.0 th ed. Strasbourg, France: Council of Europe; 2022;
2-Ethylhexanoic acid, monograph (01/2008:20428), chapter 2.4.28. European Pharmacopoeia. 11.0 th ed. Strasbourg, France: Council of Europe; 2022;
Raju R, Prasad K. Synthetic applications of 2-ethylhexanoic acid derived reagents. Tetrahedron. 2012;68(5):1341–9.

SIFAT ANALIZI MAVZULARIGA OID MUSTAQIL TOPSHIRIQLARNING TURLARI VA ULARNI BAHOLASH METODIKALARI

A.K. Paxumov. A.Q. Matyakubov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti O'zbekiston

m.azamat.q.0919@gmail.com

Abstract: The "Qualitative Analysis" section of analytical chemistry is aimed at determining the composition of substances, their quantitative and qualitative indicators, as well as ensuring the reliability and accuracy of analytical processes. The organization of independent education in this area is an important factor in developing students' skills in practical work with modern analytical methods, devices and standards.

Keywords:

Analytiks, laboratoriya, metrologiya, mustaqil vazifalar, baholash, Kalibrator

Eksperimental-laboratoriya tadqiqotlari: Namuna tayyorlash va uni qayta ishlash protokollarini ishlab chiqish: Turli moddalar (suv, tuproq, oziq-ovqat, farmatsevtika) uchun namuna olish, saqlash va tayyorlash sxemalarini yaratish.

Analitik usullarni qiyosiy o'rganish: Bir xil namunani turli usullar (spektrofotometriya, xromatografiya, titrimetriya) yordamida tahlil qilish va natijalarning aniqligi, sezgirliги, tezkorligi va iqtisodiy samaradorligini taqqoslash.

Analitik usullarni validatsiyalash va metrologik xususiyatlarni aniqlash: Yangi yoki mavjud usulning aniqlik chegarasi, sezgirlik, takrorlanuvchanlik, reproduktivlik, chiziqlilik oralig'i va mustahkamligini eksperimental aniqlash[1].

1. *Ma'lumotlarni statistik qayta ishlash va tahlilash topshiriqlari:*

Analitik natijalarning ishonchligini baholash: O'rtacha qiymat, standart og'ish, ishonchlilik oralig'lari, F-testi, Student testi kabi statistik ko'rsatkichlarni hisoblash va ularni talqin qilish.

Kalibrlovchi grafikni tuzish va chiziqli regressiya tahlili: Instrumental o'lchov signali bilan kontsentratsiya o'rtasidagi bog'liqlikni matematik ifodalash va natijalarni hisoblashda qo'llash.

Xatoliklar manbalarini tahlil qilish: Analiz natijasiga ta'sir etuvchi tasodifiy va tizimli xatoliklarni aniqlash, ularni bartaraf etish yo'llarini taklif qilish[4].

2. *Normativ-hujjatlar bilan ishlash topshiriqlari:*

Milliy va xalqaro standartlar (GOST, ISO, ASTM, O'zDST)ni tahlil qilish: Muayyan mahsulot (masalan, ichimlik suvi, don mahsulotlari) sifatini nazorat qilishning standartlashtirilgan usullarini o'rganish va ularning mohiyatini tushuntirish.

Analitik protokol yoki texnologik reglamentni loyihalash: Belgilangan talablarga muvofiq, analiz qilish tartibini batafsil bayon qiluvchi hujjatni tuzish.

3. *Holatlar tadqiqi (Case-study) va tadqiqot loyihalari:*

Atrof-muhit monitoringi: Muayyan hududdagi suv yoki tuproqning ifloslanish darajasini baholash dasturini ishlab chiqish va tahlil natijalariga asosan xulosa chiqarish.

Mahsulot sifatini nazorat qilish tizimini loyihalash: Kichik oziq-ovqat korxonasi uchun kirish, operatsion va yakuniy nazorat bosqichlarini o'z ichiga olgan soddalashtirilgan sifat nazorati sxemasini ishlab chiqish.

Iqtisodiy tahlil: Ikki yoki undan ortiq analitik usullarni (masalan, tezkor va aniq usul) qiyosiy iqtisodiy tahlil qilish (xarajat, vaqt, uskunaning narxi)[2,3].

Baholash metodikalari:

Analitik kimyo topshiriqlarini baholash qat'iy va ko'p qirrali bo'lishi kerak, chunki u ilmiy aniqlik va amaliy natijalarni talab qiladi.

- *Kriterial (rubrikali) baholash:* Har bir topshiriq turi uchun aniq mezonlar (namuna tayyorlashning to'g'riligi, usulning tanlanganligi, eksperimentni rejalashtirish, natijalarni hisoblash aniqligi, statistik tahlilning to'liqligi, xulosalarning asoslanganligi, himoya qilishning mantiqiyliги) asosida ball berish.

- *Eksperimental natijalarning aniqligi va takrorlanuvchanligini tekshirish:* Talaba tomonidan olingan natijalarni standart namuna yoki ma'lum qiymatlar bilan solishtirish. Qayta o'lchovlardagi o'zgaruvchanlikni hisoblash.

- *Nazariy asoslanish va javobgarlik:* Topshiriqni himoya qilish jarayonida talabaning tanlovini ilmiy adabiyotlar va hisob-kitoblar bilan asoslashi, berilgan savollarga to'liq va asosli javob berishi baholanadi.

- *O'z-o'zini baholash va tengdosh baholash:* Ayniqsa guruhda bajarilgan loyihalarda, har bir ishtirokchining o'z hissasi va hamkasblarining hissasini baholashi.

Xulosa

Sifat analizi mavzulariga oid mustaqil topshiriqlar talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, amaliy ko'nikmalarini rivojlantirish hamda mustaqil fikrlash qobiliyatini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday topshiriqlar referat, loyiha, amaliy masalalar yechimi, taqdimot va tadqiqot ishlari ko'rinishida tashkil etilishi mumkin. Ularni baholashda aniqlik, ilmiylik, ijodkorlik, amaliy ahamiyat va topshiriqni bajarish sifati kabi mezonlarga tayanish maqsadga muvofiqdir. Samarali baholash metodikalari ta'lim sifatini oshirish, talabalarning faolligini rag'batlantirish va o'quv natijalarining xolis baholanishini ta'minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Inczédy, J., Lengyel, T., Ure, A.M. "Compendium of Analytical Nomenclature (IUPAC Orange Book)". Blackwell Science, 1998.
2. Harris, D. C. Quantitative Chemical Analysis. – New York: W.H. Freeman, 2016.
3. B., Lee, M. J. W. "What are the learning affordances of 3-D virtual environments?" British Journal of Educational Technology, 2010.
4. Felder, R. M., Brent, R. Teaching and Learning STEM. – San Francisco: Jossey-Bass, 2013.

GLOBAL TA'LIMNI TADQIQOTLARINI O'RGANISH HAQIDAGI BILIMLARNI TAKOMILLASHTIRISH

A.K. Paxumov. A.Q. Matyakubov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti O'zbekiston

m.azamat.q.0919@gmail.com

Abstract. *In 2022, the quality of education in Uzbekistan was assessed within the framework of the international PISA program. What are the advantages of participating in the PISA survey among schoolchildren for Uzbekistan? What is the PISA test? Where can I download PISA test samples? Where can I download PISA test samples? In the article, the author tried to answer such questions.*

Keywords: *PISA, education, test, schoolchildren, advantage, questionnaire*

Zamonaviy ta'lim talabalarning bilim va malakalarini baholashning turli shakllarini taklif etadi. Tadqiqotning bunday shakllaridan biri pisa bo'lib, uning maqsadi 15 yoshli o'quvchilarning matematika, o'qish va fan bo'yicha funksional savodxonligini baholashdir. Tadqiqotlar majburiy umumiy ta'lim olgan talabalar zamonaviy jamiyatda to'liq ishlashi uchun zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalarga ega yoki yo'qligini tushunishga imkon beradi, ya'ni inson faoliyati, aloqa va ijtimoiy munosabatlarning turli sohalarida keng ko'lamlı muammolarni hal qilish.

Ta'limning sifati va samaradorligini, ta'lim olish imkoniyatining tengligini baholashga imkon beradigan omillarni aniqlang[1]. Programme for International Student Assessment, PISA) — dunyoning turli mamlakatlaridagi maktab o'quvchilarining funksional savodxonligini va bilimlarni amalda qo'llash qobiliyatini baholaydigan test. Bu har uch yilda bir marta sodir bo'ladi. Sinovda 15 yoshli o'smirlar ishtirok etadi.

Umuman olganda, "maktablar uchun PISA" tadqiqot vositalari 141 ta vazifadan iborat: o'quvchilar savodxonligi bo'yicha 47 ta savol, matematik savodxonlik bo'yicha 40 ta va tabiiy fanlar savodxonligi bo'yicha 54 ta savol[2].

PISA iqtisodiy hamkorlik va taraqqiyot tashkiloti (OECD) tomonidan har uch yilda bir marta o'tkaziladi. Tadqiqot 2000 yilda boshlangan, Qozog'iston 2009 yildan beri ishtirok etmoqda.

O'quvchilarning ta'lim yutuqlarini o'rganish uchta asosiy yo'nalishda olib boriladi: "o'qish savodxonligi", "matematik savodxonlik va tabiiy-ilmiy savodxonlik". O'quvchilarning umumiy ta'lim va intellektual ko'nikmalarni egallashini baholashga alohida e'tibor qaratilmoqda[6].

PISA tadqiqotining natijalari O'zbekiston ta'limining holati kompetentsiyaga asoslangan yondashuv asosida xalqaro standartlar nuqtai nazaridan o'zgarganligini, shuningdek, O'zbekiston maktablari bitiruvchilarining raqobatbardoshligini oshirish uchun O'zbekiston ta'limini qaysi yo'nalishda takomillashtirish kerakligini aniqlashga imkon beradi[3,4].

PISA maktabida ta'lim sifatini monitoring qilish to'rtta asosiy yo'nalish bo'yicha amalga oshiriladi: o'qish savodxonligi, matematik savodxonlik, fan savodxonligi va kompyuter savodxonligi. PISA ballari 15 yoshli o'quvchilarning ko'nikmalarini o'rganishga qaratilgan turli xil murakkablikdagi savollarni o'z ichiga oladi. PISA ballari 2 soat davom etadigan test qismini, shuningdek so'rovnomanini o'z ichiga oladi. Eslatib o'tamiz, talabalarning ta'lim yutuqlarini baholash bo'yicha xalqaro dastur (xalqaro talabalarni baholash dasturi, PISA) — bu dunyoning turli mamlakatlaridagi maktab o'quvchilarining savodxonligini va bilimlarni amalda qo'llash qobiliyatini baholaydigan test. Bu har uch yilda bir marta sodir bo'ladi. PISA tadqiqot ishtirokchilari vakillik namunasi asosida tanlanadi, ammo natijalarni boshqa mamlakatlar bilan solishtirish kerak. Namuna mamlakatning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga oladi: o'g'il bolalar va qizlar, qishloq va shahar o'quvchilari, turli xil ta'lim tillariga ega maktablar va boshqalar.

Mamlakat xalqaro tadqiqotlarda ishtirok etishni o'z oldiga maqsad qilib qo'ygan. Bu nafaqat ta'lim holatini nazorat qilish, balki ta'lim tizimining holati to'g'risida ma'lumot beradigan yo'nalish ta'lim tizimini takomillashtirishga va uni yanada raqobatbardosh qilishga yordam beradi. Mutaxassislarining ta'kidlashicha, PISA individual maktab o'quvchilarining bilimlarini va hatto mamlakatdagi ta'lim sifatini emas, balki yosh avlodning, y'ni davlatning kelajakdagi salohiyatini baholaydi. PISA tadqiqoti uch yillik tsikllarda amalga oshiriladi. U birinchi marta 1997 yilda ishlab chiqilgan va birinchi marta 2000 yilda ishlatilgan. PISA dasturi bo'yicha mavjud nazariy materialni tahlil qilib, tabiatshunoslik kompetentsiyasini ochib beradiva maktab o'quvchilarida muhim ko'nikmalarni shakllantirishga hissa qo'shadigan amaliy vazifalar: ma'lumot qidirish, ilmiy ma'lumotlarni tahlil qilish va sharhlash, taxminiy hisob-kitoblarni amalga oshirish, biz 7-9-sinflarda darslarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan fan tsikli bo'yicha taxminiy topshiriqlarni tuzdik. o'quv materialini mustahkamlash va olimpiadalarga tayyorgarlik tekshirish ishlari.

Xulosa. Global ta'lim tadqiqotlarini o'rganish zamonaviy ta'lim tizimlaridagi ilg'or tajribalar, innovatsion yondashuvlar va xalqaro standartlarni chuqur anglash imkonini beradi. Ushbu yo'nalishdagi bilimlarni takomillashtirish pedagoglarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish, ta'lim sifatini oshirish hamda xalqaro tajribalarni milliy ta'lim amaliyotiga samarali joriy etishga xizmat qiladi. Natijada ta'lim jarayonining samaradorligi ortib, raqobatbardosh va zamonaviy bilimlarga ega mutaxassislarni tayyorlash uchun mustahkam zamin yaratiladi.

Adabiyotlar ruyxati

1. Assessment and Analytical Framework. OECD (2019), PISA 2018, PISA, OECD Publishing, Paris, ISBN 978-92-64-47759-9 (pdf). / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>. [Дата обращения: 12.09.2022].
2. Грини В., Келлаген Т. Оценка национальных достижений на национальном уровне. Книга 1. Международный банк реконструкции и развития/Всемирный банк, 2008, 2011. Москва, Логос – 2011. С. 35-52.
3. “Об утверждении концепции развития системы народного образования Республики Узбекистан до 2030 года”. Указ Президента Республики Узбекистан от 29 апреля 2019 года УП-5712. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://lex.uz/docs/4312783>. [Дата обращения: 12.09.2022].

1 SHO'BA. YASHIL KIMYO VA BARQAROR TEXNOLOGIYALAR		
R.A.Eshchanov, S.O.Tohirova	Ta'limning barqarorligi indikatori sifatida Pisa sinovlari	9
Dmitry Kovalenko ¹ , Changhua An ² , Xintai Su ³ , Davronbek Bekchanov ^{4*} , Davron Eshtursunov ⁴ , Ilkhom Abduljalilov ⁴ , Mukhtarjan Mukhamediev ⁴	Functionalized Polymer&Metal Oxide Nanocomposite Material for Efficiency Photocatalytic Application	10
Ш.Д. Хамидова, А.К. Рахимов	Роль зелёной химии в повышении экологической культуры учащихся	13
M.Z. Ma'murov	Neftni qayta ishlash korxonalarida hosil bo'ladigan og'ir qoldiqlardan ekologik toza va iqtisodiy samarali foydalanish yo'llari	15
R.A. Eshchanov A.K. Рахимов	Metan yonish reaksiyalari orqali barqaror taraqqiyot tushunchalarini shakllantirish	16
¹ Sh.R. Rajabova ² N.X. Qutlimurotova ³ G.R. Rajabova	O'simlik ekstrakti asosida oltin nanozarrachalar sinteziga konsentratsiya va vaqtning ta'riini o'rganish	20
N.M. Qutlimuratov	Metall ionlarining o'simliklar o'sishi va rivojlanishiga ta'siri	22
M.R. Komilova, Sh.Matmuratov N.M. Qutlimuratov	Virtual laboratoriya simulyatsiyalari yordamida kimyoviy reaksiyalarni o'rgatish samaradorligini tahlil qilish	25
G.Sh. Karimova	Methods of teaching "green" energy in higher education institutions	26
¹ A.T. Ибрагимов, ¹ Б.Б. Каримов, ² К.Х. Абдураззаков	Современные высокие технологии в отраслях промышленности в русле зелёной экономики и цифровизации – важный шаг на пути научного обмена опытом	29
O.R. Jo'rabekova ¹ , O.X. Tursunmuratov ¹ , M.B. Ziyadullayeva ¹	Kimyo va barqarorrivojlanish: zamonaviy ta'lim, yashil innovatsion usullar va kelajak o'qituvchilarini shakllantirish istiqbollari	31
S.Sh. Suvonova, R.A.Eshchanov, D.O. Shirinova	Barqaror rivojlanish g'oyalarini kimyo laboratoriya mashg'ulotlarida tadbiq etish	33
D.O. Shirinova, Sh.L. Bo'riyeva	Kimyo fanini o'qitishda barqaror taraqqiyot tushunchalarini shakllantirishning pedagogik ahamiyati	34
Sh.A.Jumayeva	Shirin qalampiri o'simligining organlarida og'ir metallardan misni akkumulyatsiyasi	36
L.Sh. Nizamieva, D.M. Aronbaev, S.D. Aronbaev, D.A. Kurbanova	Зелёная» аналитическая химия как основа устойчивого развития современной лабораторной практики	39

2 SHO'BA. KIMYO VA KIMYOVIY TA'LIMNING ZAMONAVIY MUAMMOLARI		
D.A. Nabiye ¹ , X.X. Turayev ¹ , X.E. Eshmurodov ¹	Ftalosianin pigmentining sintezi usullari	41
N.J. Mirzayarov ¹ , Y.Yu. Yakubov ¹ , A. Kumar ²	Siklopentadienil temir dikarbonil dimer asosida CVD usulida olingan bir qavatli karbon nanotrubka	42

N.U.Tursunova, L.S. Kamolov	Gc–ms asosida iste`mol qilinadigan qo`ziqorin ekstraktining lipid tarkibida palmitin kislotasining dominant komponent sifatida aniqlanishi	44
M. Ochlov ^{1*} , A.K. Abdushukurov ² , N.N. Mamatkulov ²	Fenil-2-xlorpropionat bilan 3-metilfenolni reaksiyasini benzol eritmasida olib borish	45
¹ F.A. Zulpanov, ² A.O. Kholikov, ² M.A. Akhmedova, ³ M.R. Otamurodov ¹ B.J. Elmuradov	Xinazolinlarning N ³ -alkil va S-alkil moddalar sintezi	46
Ж.Х.Жумаев, Ш.И. Мукумов	Исследование влияния температуры на реакцию присоединения винилацетилена к морфолину	48
I.Y.Juraev ¹ , Yu.Yu.Yakubov ¹ , G.B.Begjmanova ¹ , Dr. P. Suppuraj ²	Structural analysis of a 2-methylimidazole-based Nickel(II) complex	49
R.Q. Yo`ldosheva, S.I. Nazarov	Synthesis and characterization of an imidazole-based 2-methylbenzohydrazide derivative	51
Q.T.Siddiqova ¹ , Sh.Sh.Daminova ² .	B – diketon hosilalari asosidagi Zn(II) ning turli ligandli kompleks birikmalarini sintez qilish va o`rganish.	52
G`N. Sharifov, M. Bosimova	Raqamli ta`lim muhitida spirtlar mavzusini o`qitishning innovatsion metodlari.	54
¹ Jumayev A.	Morfolinning alkil hosilalari va monoxlorsirka kislotasi efirlari o`rtasidagi reaksiyalar	55
S.J. Mirjaxparova X.A. Niyozov	Mikro kartoshka tuganaklarini natriy alginat va CaCl ₂ asosida kapsulatsiyalash: vaqt omilining kapsula mustahkamligiga ta`siri	56
I.I. Xoldarov	Tribulus Terrestris va Glycyrrhiza Glabra o`simliklaridan olingan ekstraktlarning flavonoid tarkibini aniqlash usullari	57
N.I. Matrasulova ^{1*} , Kh.O. Eshchanov ¹ , M.M. Baltaeva ¹	Study of gossypol and its properties	59
Х.Н. Саминов Г.Д. Ахмаджонова	Изучение химического состава растения <i>Mirabilis Jalapa</i> L.	60
^{*1,2} X.I.Muminova, ^{1,2} X.E.Yunusov	Gidroksipropilmetilsellyuloza / kumush nanozarralari asosidagi antibakterial xossalari nanotolali biomateriallar	62
M.Z. Nomozova ¹ , L.S. Kamolov ¹	Trichoderma asperellum zamaburug`idan 1-[3-gidroksi-5-(gidroksimetil) tetragidrofuran-2-il] pirimidin-2,4-dion, (1r,4r,4as,8ar)-4,7-dimetil-1-(prop-1-en-2-il)-1,2,3,4,4a,5,6,8a-oktagidronaftalin, trisiklo [5.2.2.0(1,6)] undekan-3-ol,2-metilen-6,8,8-trimetil metabolitlarini ajratish	64
Х.Н. Саминов Б.З. Баходиров	Изучение химического состава растения <i>Paeonia Officinalis</i> L.	66
B.G` Ramazonov, Z.D. Qalandarova	Sulfanilamidning metilolli hosilalarini o`rganishda kvant – kimyoviy usullar	68
Sh.U. Ro`ziyeva B. Yodgorov	Mochevina-formaldegid oligamerlari asosida interpolimer komplekslarning issiqlikka chidamlilik va termik barqarorligi va biologik internetligini o`rganish	70

X. X. To'rayev M.U. Karimov ² , T.R Saidnazarov ¹	Ikki bosqichli aminlash orqali p-nitroanilin olishning takomillashtirilgan usuli	72
T.M. Mo'minova, Sh.X. Kubayev, D.X. Arabov, X.A.Nishonova, S.S. Saidov, A.Sh.Abdurazakov.	N-(1H-benimidazol-2-il) butiramid va N-(1H-benimidazol-2-il) izobutiramid olish jarayoni	73
M.K.Sodikov, G.F.Ibragimova, K.I.Ibragimova	To'yinmagan aldegidlar asosida atsetilen spirtlari va sianetilefirlari sintezi	74
D.B.Barakaeva ¹ , L.Yu.Zhamolova, G.Y.Norqulova	Secondary metabolites of <i>ferula sumbul</i>	76
H.T.To'rayeva ¹ , D.Ch.Turayeva ² , J.D.Turankulova ² , U.O.Rahimov ²	Oqqayin o'simligi tarkibidan biologik faol moddalarni ajratib olish	77
A.S. Toshboltayev	Organik kimyo fanini o'qitishda kompyuter dasturlaridan foydalanib o'quvchilar kompetensiyasini oshirish.	79
Y.R. Murtazayev, X.X.Turayev, B.A.Normurodov, Y.Y.Yakubov	Biochiqindilar asosida uglerod kvant nuqtalari sintezi	81
M.A.Yigitaliyeva, V. U. Xo'javey. A.M. Gapparov	Astragalus Nematodes flavonoid ekstraktining o'tkir zaharliligi bo'yicha eksperimental tadqiqotlar	82
G.G.G'oipova, Z.F.Komilova, M.I.Zayniddinova, X.Sh.Isayeva, N.Sh.Mirzayeva, G.A.Abdullayeva	2-metiltiobenzotiazol molekulasi kvant-kimyoviy tadqiqoti	84
A.Д.Эломонова ¹ , Ш.Турагелдиев ² , Б.Н.Бобоев ¹ , Г.Н.Далимова ^{1*}	Синтез 5-бутил-2-амино-1,3,4-тиадиазола и его галогенсодержащих производных	86
M.T. Egamberdiyeva, Z.O. Qilichev, A.A. Chorshanbiyev, N.U. Baratov, A.B. Yusupov	Adipin kislota asosida 1,3,4-okso- va tiadiazollar sintezi	88
Sh.R. Mamarajabova, M.T. Egamberdiyeva, I.E. Orifova, A.B. Yusupov	Lycium turkumining aminokislota tarkibini o'rganish	90

U.V.Muqimonova, I.R.Asqarov, M.Yu.Isaqov	“AS-MU” choy tarkibidagi radionukleidlarning va og‘ir metallar xamda choyning mikrobiologik tozaligini o‘rganish	91
Sh.K.Tashbayeva, E.M.Safarova	Kversetinni piyoz po‘stlog‘i tarkibidan ekstraksiyalash va uning miqdoriy tahlili	93
A.A. Zaripov B.G‘. Ramazonov	Adgezion xossalari aminoaldegid oligomerlarining sintezi va muhim fizik – kimyoviy xossalari	95
A.A.Xudoyberdiyeva ¹ , S.N.Suyunova ¹ , M.T.Savurov ¹ , A.Sh.Saidov ¹ , Z.E.Urunbayeva ² , V.I.Vinogradova ³	Gomoveratrilamin, asetosirka efiri, benzaldegid ishtirokidagi karbosikllanish reaksiyalarini o‘rganish	97
O. O. Abdujabborova, S.H. Bobonazarova, A.K. Abdushukurov, D.M. Bo‘riyeva	P-toluil kislotani xloratsetilxlorid bilan reaksiyasi	98
N.S.Boboqulova*, Sh.E.Ochilov, D.U.Nurmatov, M.S.Yusufov, A.K.Abdushukurov	2,4-ksilidinni xloratsetillash reaksiyasi	100
Sh.M.Boboyorova ¹ , O.O.Salohiddinova ² , R.S.Esanov ^{1,3} , M.B.Gafurov ^{1,2}	Oleanol kislotaning sitizin bilan kompleksini olish va spektral tahlillari	101
Hasanova F.F, Sarimsakov A.A.	Molecular docking study of a gossypol- and na-cmc-based ligand with cox-1 and cox-2 enzymes	102
A.U. Choriyev ^{1*} , N.U. G‘afforov ¹ , A.K. Abdushukurov ²	4-siklogeksilfenil 2-xloroatsetat sintez qilish usullari	104
D.T.Bobodo‘stova, S.S.Saidov, D.S.Ismailova, X.A.Nishonova, A.Sh.Abdurazakov	4-amino-5-(4-aminofenil)-2,4-digidro-3h-1,2,4-triazol-3-tion olish jarayoni	106
E.O. Raxmatov, S.S.Saidov, T.M. Mo‘minova, X.A. Mirzaxidov, A.Sh.Abdurazakov.	2-metil-5-xlorbeznimidazolning gerbitsid samaradorligini oshirish	107
E.A.Eshdavlatov ^{1*} , R.V.Alikulov ² , M.A.Eshdavlatova ³	Germetik materiallar olish uchun polisulfidli oligomer sintezi	108
A.G. Eshimbetov*, J.M. Ashurov, B.T. Ibragimov	Influence of different water and charge models on molecular dynamics simulations of the ache–galantamine complex by amber99sb-ildn force field in gromacs software	109
Sh.Sh. Gaybullaev ¹ , Z.I. Murtazaeva ¹ ,	Synthesis of <i>n</i> -(4-(((6-iodoquinazolin-4-yl)amino)methyl)-phenyl)cyclohexanecarboxamide	111

Y.R. Takhirov ² , K.O. Zohidov ¹		
G.K.Kurbanbaeva ^{1*} , D.S.Rakhmonova ¹ , A.M.Kalilaeva ² .	A Study On The Biological Activity Of 1-Ethyl-2-(Ethyltio)-1h-Benzo[D]Imidazole And Its Complex Formed With Cu(Ii) Nitrate Via Pass Online	112
R.Sh. Kuryazov ^{1,2} , N.B. Nurullayeva ¹ , F.O. Matyakubova ¹ , X.A. Bozorov ²	Trisiklik Furo[2,3-D]Pirimidin-4-Onni Tionlash Reaksiyasi	114
N.N. Razzoqberdiev, O.N. Ataniyazov, Kh.K. Polvonov	Reactions Of 5-(O-Toluidino; N-Butyl; A-Naphthyl)Amino-1,3,4-Thiadiazoline-2-Thiones With Maleic Anhydride	116
D.X.Ro'ziboyeva*, N.V.Valiyev	<i>Cousinia</i> turkumi o'simliklarining O'zbekiston florasiga mansub vakillari hamda ulardan biofaol birikmalar manbai sifatida foydalanish istiqbollari haqida	118
N.B. Turabayeva	N,N'-dimetilaminbenzaldegidsiangidrinning aminlar bilan reaksiyalarining nazariy tahlili	119
¹ Sh.R.Xojimatova, ² I.S.Ortikov, ¹ S.G.Usmonova, ¹ A.M.Xojiyev	1H-1,2,3-Triazollarning Klinik Ahamiyati	121
O.Toshxo'jayeva ¹ , F.A.Lapasova ² , Sh.Tashbayeva ³	Oqsil tolalarini bo'yashda temir tuzlari asosidagi kompozitsiyalardan foydalanish.	122
Z.A. Abdusattorova, A.K. Abdushukurov, N.N.Mamatqulov	Toluolni 2-xlorpropionilxlorid bilan katalitik miqdordagi katalizator ishtirokidagi atsillash reaksiyasi	125
R.X.Karimova, Z.M.Chalaboyeva, Sh.A.Kadirova	3-amino-1,2,4-triazol hosilalari asosidagi metall komplekslarining tarkibi va barqarorligini o'rganish	126
З.Ш. Мухидова ¹ , С.Х.Закиров ²	Применение растительных терпеноидов в сельском хозяйстве	128
P.X. G'aniyev ¹ , A.A.Saydullayev ² , M.R. Inomova ³ , M.L. Jo'rayeva	Yantoq o'simligi tarkibidagi makro va mikroelementlar	130
¹ F.G.Abdixoliqova, ¹ G.Q.Otamuxamedova, ² O.E.Ziyadullayev	Terminal asetilen spirtlarini dimerlanish reaksiyalari asosida diasetilen diollari sintezi	132
F.M. Navruzov A.A. Axrorov	Epoksid oligomeri asosida tebranishni yutuvchi polimer kompozitsion materiallar	133
F.M. Navruzov Z.A. Aminova	Atsetilen asosida geterotsiklik birikmalar sintezi va ularning farmakologik ahamiyati	134
O.N. Ataniyazov, Kh.A. Yuldoshova N.N. Razzoqberdiyev Kh.K. Polvonov	2-((5-n-butylamino-1,3,4-thiadiazol-2-yl)thio)acetic Acid: FTIR and UV-VIS spectral analysis	135
A.A.Aytжанова, M.O. Нуриева,	Синтез и изучение свойств производных дикарбоновых кислот	137

М.К. Алланиязова		
Алланиязова М.К., Жанабаева А.А., Худойназаров М.Ш., Даужанов А.А.	Изучение особенностей химического состава растения alhagi l., выращиваемого в приаралье	139
¹ Ziyadullayev M.E., ² Suyunova N.Z. ³ Nurmonov S.E.,	Tarkibida turli funksional guruh saqlagan ketonlar asosida aromatik atsetilen spirtlari sintezi	141

3-SHO'BA POLIMERLAR, INTERPOLIMER KOMPLEKSLAR VA KOMPOZIT MATERIALLAR KIMYOSINING HOZIRGI ZAMON MUAMMOLARI VA ISTIQBOLLARI		
N.M.Alimova, N.I.Bozorov, V.O.Kudishkin	Turli usullarda quyimolekulyar polietilen va akril kislotaning payvand sopolimerlanishi	142
D.R. Subxonova	Modifikatsiyalangan oqsilli tolalarning fizik – kimyoviy xossalarini o'rganish	144
E.Z.Sa'dullayeva, D.N. Shaxidova, S.M.Ikramova	Xlorlangan polietilen asosida ion almashinuvchi sorbentlar sintezi	146
M.M.Karimov, O.M.Namozov	Tabiiy polipeptidlarning metall ionlari bilan hosil qilgan komplekslarini veterinariya tibbiyotida qo'llash	147
¹ Мухамедов Г.И., ³ Инагамов С.Я., ³ Хаджибеков С.Н.	Интерполимерные комплексы носители наночастиц в лекарственных препаратах	149
² Абед Фатима Жалал, ¹ Инагамов Сабитджан Якубжанович	Физико-химические и механические свойства полимерных лекарственных пленок полученных на базе различных полимеров	151
Эштурсунов Д., Инхонова А., Абдужалилов И., Бекчанов Д., Мухамедиев М.	Эпр-спектроскопия нанокомпозита CuO/PPE-4, синтезированного методом золь-геля	153
Mamadoliev Ikromjon, Abdikamalova Aziza, Normurodov Azimjon	Application of metal salt treated bentonite in wastewater treatment for Cu^{2+} , PO_4^{3-} , and oil removal	155
F.T. Jurayeva ¹ , D.A.Gafurova ¹	Suvni tozalash texnologiyalarida poliakrilonitril asosidagi nanosorbentlarning o'rni	157
В.В. Васькевич, Д.Л. Коваленко, Д.Ж. Бекчанов	Синтез и исследование функциональных свойств наноструктурированных антибактериальных золь-гель покрытий	158
K.A. Qurbonaliyev	Gaz-kimyo majmuasi qatron mahsulotini yuqori samarali qozonxona yoqilg'isiga aylantirishning fundamental-texnologik asoslari	160

K.A. Qodirova ¹ , S.Y. Xushvaqto ² , D.J. Bekchanov ²	Sanoat kationiti ku-2 asosidagi yangi sorbsion xususiyatga ega bo'lgan funksional ionalmashinuvchi materialning sorbsion xossalari	162
S. Khushvaktov ¹ , M. Po'latova ¹ , F. Uboydullayeva ¹ , D. Bekchanov ¹ , M. Mukhamediev ¹	Polifunksional ion almashinuvchi polimer materiallarning sintezi va galogenid ionlarga nisbatan sorbsiyasi	164
F.Kasimova, S.J. Mirjapparova, X.A. Niyazov	KFQ, Na-KMII, qum va fosfogips asosidagi kompozit materiallarning kristallik xossalari mikroscopik tahlili	166
A. Tulenova, X.A. Niyazov	Interpolimer kompleks asosida olingan kompozitsion materiallarning foydalanish istiqbollari	169
Ro'ziyeva M.J. Tursunov M.A. Umarov B.B. Amonov M.M	1-(2-furanil)-4,4,4-triflorbutandion-1,3 benzoilgidrazonining mn(ii) kompleks birikmasi tuzilishi	170
N.S. Omonov, J.J. Qudratov, X.Q. Yo'ldoshev, Y.D. Anarboyev, M.M. Jo'rayev	Yeryong'oq po'stlog'i asosida ionit olishning maqbul sharoitlari va uning fizik-kimyoviy xossalari o'rganish	172
E.R. Safarova ¹ , F.B. Eshqurbonov ² , S.B.Saparova ³	Triglitsidilmelamin asosidagi fotonik ionitning sorbsion sig'imini titrimetrik tahlil qilish	174
D.Ch Murodova, A.E O'rinova, O.X Tursunmuratov.	Mahalliy organik va noorganik polimerlar asosida ionitlar olish	176
G.V. Mardonova	Kompozit materiallarda struktura-shakllanish jarayonining fizik-kimyoviy asoslari va barqaror rivojlanishdagi ahamiyati	178
S.A.Sadullayeva M.B.Djiemuratov Sh.A.Kadirova	2-metiltiobenzoksazol-1,3 bilan kompleks birikmalarning termik tahlili	180
S.Q. Ro'ziyev S.Q. K.G.Muhamedov, E.A. Egamberdiyev	Organik asosli xona haroratida fosforessensiyalanuvchi va antibakterial materiallar: zamonaviy holati va istiqbollari	181
A.X. Bekimmetova, M.Y. Nurimbetova, N.M. Qutlimuratov	Synthesis and optimization of nitrogen- and hydroxyl-functionalized ion-exchange materials based on polyvinyl chloride	183
A.X. Bekimmetova, M.Y. Nurimbetova, N.M. Qutlimuratov	PVX asosida azot va gidroksil guruhlar tutgan ionitlarning sorbsion xossalari o'rganish	184
A.X. Bekimmetova, M.Y. Nurimbetova, N.M. Qutlimuratov	Tarkibida azot saqlagan ionitlarga Cu(II), Cr(VI) va Mn(VII) ionlarining sorbsiyasini eritma muhitiga bog'liqligini o'rganish	185
H.R. Turdiyeva	Na-KMTs ishtirokida interpolimer komplekslar hosil qilish, ularning xususiyatlarini o'rganish	188
B. Berdikulov G.Ikhtiyarova	Ultrasound-Assisted Extraction of Chitosan from the Exoskeletons of <i>Apis mellifera</i>	190

M.T. Umirzoqova, N.F. G'ayratova, O.T. Umirzoqova, G.A. Nuraliyeva	Tiosemikarbazid va oksikarbon kislotalari bilan 3d-metallarning kompleks birikmalarini IQ-spektroskopik tahlil yordamida o'rganish	192
X.Sh. Nabiyeva, F.B. Igitov, S.S. Saidov, A.Sh. Abdurazakov, T.M. Mo'minova, D.T. Bobodo'stova	Mahalliy xomashyolarda qolib ketgan ishchi eritma 5-nitro-2-atsetilaminobenzamidazollarni qayta ishlash	194
Omonqulov J.E., Karimboyev M.F., Tohirova N.O., Aliyeva G.K.	1H-benzotriazol-1-metanolning kobalt (II) xlorid bilan kompleks birikmasi sintezi va iq-spektroskopik tadqiqoti	195
B.D.Ergasheva, U.J.Mirzakulov, M.A.Mahkamov.	Azkamar ishqoriy yer bentoniti asosida olinadigan polimer kompozitsiyalarning tadqiqoti	196
Юсупов М.М. ¹ , Голубев Р.А. ² , Вохидова Н.Р. ¹ , Критченков А.С. ²	Mg ²⁺ /Fe ³⁺ қатламли қўш гидроксидлар асосидаги композитлар синтези	197
Каримова Г.Ш., Бозорова Н.Х., Гафуров Д.Н.	Получение и исследование нанокompозитов полипропилен-органоглина, модифицированных малеинизированными сополимерами	199
Бозорова Н.Х. Каримова Г.Ш., Гафуров Д.Н.,	Изучение горючести композитов на основе полпропилена и соединений бора	202
Эшдавлатова Г. Э.	Влияние пеногасителя EG1951E на технологические показатели	204
Z.A.Otaxanova, D.M.Sattarova	Xitozan asosidagi plyonkalar: xususiyatlari, afzalliklari, kamchiliklari va amaliy ahamiyati	206
N.O. Umirova ¹ , F.A. Lapasova ² , M.T. Xatamova ³ , B.A. Yusupov ⁴	Mayda dispers vollastonit asosidagi olingan kompozit polimer materiallarning sanoatda qo'llanilish	208
A.M. Жураев	Получение упрочённые полимерные материалы на основы природных полимерных материалов	210
Burkhonova Kh.I., Yunusov Kh.E.	Metformin-loaded microneedles based on cmc/hpmc	211
N.O. Toirova, K.Z.Raximov, D.S. Raxmonova, G.K. Aliyeva	Zn(II) VA Ni(II) tuzlarining 2-(1H-BENZOTRIAZOL-1-il) sirka kislotali bilan komplekslarini sem-edx metodi yordamida o'rganish va spektroskopik tahlili	212
X.K. Abdushukurova, G.Sh.Omonova, Qurbonova B.X.	Ragosinning suvda eruvchan supramolekulyar komplekslari sintezi	215
Kh.B.Tursunov, Kh.Kh.Turayev, Kh.R.Tillayev, J.M.Ashurov	1,2,4-triazole derivatives and 6-amino-1,3-dimethyl-5-nitrosopyrimidine-2,4-dione and hirschfeld surface analysis of intermolecular interaction effects	217

S.B. Samandarova N.M. Qutlimuratov	Tabiiy polimerlar asosidagi bioparchalanuvchi interpolimer komplekslar: chiqindisiz texnologiya sari	219
Д.М.Саттарова ¹ , Н. М. Тажибаева ² , М.Р.Кодирханов ¹	Структурные и сорбционные свойства хитозановых пленок	220
G.T.Sattorova ¹ , Sh.Sh.Shoyimov ² , K.R.Xo'jaqulov ^{1*}	Adgeziv polimer qoplamalar bilan ishlov berilgan qo'y terilarining mustahkamlik xossalari tadqiq etish	223
U.M.Mamasaliyev, N.R.Vokhidova, S.Sh.Rashidova	Spectroscopic analysis of chitosan <i>Bombyx Mori</i> and n-succinylchitosan	226
Ш.Ш. Худойбердиев ¹ , Н.Р. Вохидова ²	Синтез и гидродинамические свойства трехкомпонентных интерполиэлектrolитных комплексов	228
¹ Инагамов С.Я., ² Асроров У.А., ³ Ярбеков А.Э., Мухамедов Г.И.	Интерполимерные комплексы пролонгаторы лекарственных препаратов	231
¹ Инагамов С.Я., ¹ Емгиров О.Т., ² Эшматов А., ² Мухамедов Г.И.	Интерполимерные комплексы на основе полисахарида натрийкарбоксиметилцеллюлозы и карбопола новый носитель лекарственных препаратов	234
S.F.Samandarova ¹ , M.M.Baltayeva ² , E.X.Odilbekovich ³	Study of the adsorption of eriochrome black t onto fibroin fiber treated under conventional (thermal) and ultra-high-frequency radiation conditions	236
Prof. S.X.Karimov, mustaqil izlanuvchi S.A.Muradov	Seritsinning natriy karboksimetilsellyuloza bilan hosil qilgan sopolimerining rentgenostrukturaviy tahlili	237

4-SHO'BA FIZIKAVIY VA KOLLOID KIMYONING ZAMONAVIY TENDENSIYALARI

F.A.Xo'jayeva ^{1,2*} , Sh.Sh.Daminova ¹ , H.A.Alikulova ²	Benzimidazol hosilasi asosida kobalt(II) xlorid kompleks birikmasining element analiz tahlili	239
N.X. Jurakulova, A. Nurboboyeva	Tuproq tarkibidagi rudalardan nodir metallarni ajratib olishning fizik-kimyoviy asoslari	241
Ж.Мавлонова, Б.Нурымбетов,	Определение оптимальной температуры обжига мго в результате обжига доломита месторождения жамансай при различных температурах	242
X.R. Saydahmedova, R.R. Maxkamov,	Yog' kislotalar asosidagi olingan sirt faol moddalarning ko'pik hosil qilish qobiliyati va rangli metallar flotatsiyasida samaradorligi	244
M.A.Абдурахимова, Г.Х.Болтаева,	Синтез неионогенных поверхностно-активных веществ на основе смесей жирных кислот подсолнечного и кокосового масел и определение их состава	246
Нортураева А.М., Болтаева Г.Х.,	Изучение критической концентрации мицеллообразования неионогенных поверхностно-активных веществ, синтезированных из жирных кислот природных жиров	248

A.Ф.Жалал, С. Я.Инагамов,	Технология получения фитоплёнок на базе полисахарида натрийкарбоксиметилцеллюлозы	249
------------------------------	---	-----

5-SHO'BA. NOORGANIK KIMYO, ANALITIK KIMYO VA KIMYODA FIZIKAVIY TADQIQOT USULLARI		
Sh.A.Matmurov, M.O.Qo'shimmatova	Og'ir metallarning atrof-muhit obyektlariga ta'siri	251
Sh.A.Matmurov ^{1*} , X.B.Rahmatov ² , M.O.Qo'shimmatova ¹	Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi og'ir metallarni elektrokimyoviy usulda aniqlash	253
A.V. Suchilina, E.V.Kinshakova	ИК спектроскопическое исследование комплексных соединений на основе бромиды меди (II) с бис-производными 5-метил-1,3,4-тиадиазол-2-тиола	255
M.B. Navro'zova ¹ , M.L.Ibragimova ² , Q.Sh. Husenov ^{1,2} , Q.Q. Turg'unov ^{3,4} , Z.T. Karimov ¹ , T.B.Aliev ¹ , B.B. Umarov ⁵	Kadmiy(II) ionlari bilan 1,3,4-tiadiazol hosilalarining kompleks birikmalarini fizikaviy tadqiqotlari	257
S.M. Mukhammadiev ^a , S.R. Rajabov ^a , S.R. Rikhsiboeva ^b , S.B. Erkinboeva ^b , Sh.Sh. Daminova ^{a,b}	DFT study of the electronic structure and reactivity of bis(2-hydroxybenzoato-ko)bis(1-methyl-1h-benzimidazol-2-amine-κN3)cobalt(II)	259
O.E. Choriev*, J.M. Ashurov, L.Yu. Izotova, B.T. Ibragimov	Structural characteristics of a new polymorph of trimethoprim nitrate	261
G.P.Uzakbergenova ¹ , B.S.Torambetov ¹ , Sh.A. Kadirova ¹ , A.M.Kalilaeva ²	2- (Etiltio)-5-(Metiltio)-1,3,4-Tiadiazolning ba'zi biologik faolliklarini pass (online) dasturida o'rganish	262
X.M. Azizjanov ¹ , D.D. Pirnafasov ² , O.I. Xudoyberganov ³	Sulfadiazinning 3D-metall ionlari bilan koordinatsion birikmalari sintezi va strukturaviy tahlili	264
N.U. Muxamadaliyeva ¹ , B.O.Nu'monov ¹	Fosfat kislotali gipsli bo'tqani qayta ishlash asosida NPK o'g'it olish	265
Усманова М.Д. ¹ , Раззокова С.Р. ² , Юлдашева З. ³	Оценка 2-амино-5-хлоробензоксазола как лиганда координационных соединений методом <i>In Silico</i>	267
P.X. G'aniyev ¹ , S.I. Turg'unova ² , Q.M. Qurbonaliyev ³	Boyitilgan fosforit va oksidlangan qo'ngir ko'miri asosida organik o'g'itlar olish	269
L.T.Zaylobov, F.B.Isakulov.	Kimyoda elektroliz mavzusini o'qitishda o'quvchi shaxsiga yo'naltirilgan texnologiya	272
Amonov N.A. ¹ , Kasimov Sh.A. ¹ Yakubov Y.Y. ² Dr. Ashish Kumar Chalana ³	Preparation of a catalizer based on ni-modified bentonite in the synthesis of nanomaterials and its morphological analysis	273

N.A. Karimova X.A. Niyozov	Magniy sulfat digidratini ($\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ning o'simliklar fiziologik jarayonlariga ta'siri va konsentratsiyalar tahlili	274
M.N.Po'latova, S.Y.Xushvaqto'v, D.J.Bekchanov, M.G.Muxamediev	Sanoat anioniti AN-31 asosidagi ion almashinuvchi material sintez qilish va sorbsion xossalari o'rganish	276
Madatov U.A., Xusanov M.M., Tojiboyeva F.M. Yusupxodjayeva X.S.	Marganes (II) ionini h-resorcinol reagenti yordamida sorbsion-spektroskopik aniqlash	277
Madatov U.A., Malikov S.D	Nikel (II) ionini ksilen sarig'i reagenti yordamida Sorbsion-spektroskopik aniqlash	280
¹ Maxmudov N.N., ¹ Nu'monov B.O.	Fosfogips chiqindisini monoammoniy fosfat eritmasi bilan konversiyalash orqali pretsipitat tipidagi fosforli o'g'it olish texnologiyasi	282
¹ Nurimbetova M.Y., ¹ Bekimmetova A.X., ² Qutlimuratov N.M.	Tarkbida azot saqlagan ionitlarning Cu(II), Cr(VI) va Mn(VII) ionlari sorbsiyasining eritma muhitiga bog'liqligini o'rganish	284
¹ Nurimbetova M.Y., ¹ Bekimmetova A.X., ² Qutlimuratov N.M.	Tarkibida azot saqlagan ionitlarda Cu(II), Cr(VI) va Mn(VII) ionlarining sorbsiya termodinamikasi va kinetikasi	285
N.M. Muhiddinova Q. G'. Avezov	N,n'-donorli schiff asosli ligandlar bilan Cu(II) kompleksining uv-vis spektral tadqiqoti	289
M.S. Xudayberganov, Sh.A. Normatov I.F.Mamadaminova	Gidrotermal usulda olingan alyumosilikat adsorbentning sem tahlili	292
O.U. Qobilov ¹ , A.M. Abdukayumov ² , SH.J. Nishonov ² , J.A. Ahmedov ¹ .	⁹⁹ Mo/ ⁹⁹ Tc Generatori xromatografik kolonkasi sorbentining fizik-kimyoviy xossalari optimallashtirish	293
I.I. Sharibov, Sh.A. Yo'ldoshov, B.J. Xolturayev	Sulfat kislotaning turli konsentratsiyalari bilan ishlov berilgan na-kms namunalari uchun Cu ²⁺ ionlari sorbsion xususiyatlarini o'rganish	295
X.III. Бобожонов ^{1,2} , X.Y. Усманова ³ , З.А. Сманова ¹	Сорбционно-спектроскопические методы определения алюминия в объектах окружающей среды	297
Nabiyev D. A ¹ , Turayev X.X ¹ , Eshmurodov X.E ¹ , Tosboltayeva X. A ¹	Kobalt-kalsiy ftalosianin pigment sintezi va sintez jarayoniga turli omillarning ta'siri	298
¹ G.X. Toirova , ¹ Kh. Kh. Turaev, ² A.B. Ibragimov	1,10-fenantrolin asosidagi kobalt(II) kompleks birikmaning raman spektroskopik tahlili	301
Mehmonova.M.B ¹ , Ro'zimboyeva.G.Q ²	Gravimetrik analiz usuli va uning qo'llanilishi	303
Ruzmetov A.Kh. ^{1*} , Djiemuratov M.B. ² , Ibragimov A.B. ¹	Mixed-ligand zinc complex and its ir spectroscopic analysis	305

G.X. Toirova, Kh. Kh. Turaev, A.B. Ibragimov	Hirshfeld Surface Analysis of a Bis(1,10-phenanthroline)copper(II) Chloride Co-crystal Containing Metasulfanil	308
¹ R.N.Norboyeva, ² S.B.Raximov, ² Z.A.Smanova	Fe(III) ionlarini aniqlashning sorbsion-spektrofotometrik usuli	310
Otebaeva Jamila Tleubay qizi, Tursunqulov Jasur Baxtiyorovich	Toriy (IV) ionini 1-(2-gidroksi-1-naftoyazo)-2-naftol-4-sulfokislota bilan ekstraksion-spektrofotometrik a niqlash usulini ishlab chiqish	312
Yettiboyeva Lolaxon Abdumalikovna, Lapasova Mashhura Shokir qizi, Yaxshiboyeva Dilobar Alisher qizi.	Shampinyon qo'ziqorini ekstrakti asosida kumush nanozarrachalarini olish	313
M.N. Mamedova ¹ , Z.A.Smanova ²	Atrof-muhit obyektlari muhofazasi uchun tuproq tarkibidagi o'gir metallarni sorbsion-spektroskopik usulda aniqlash	315
¹ B. Sh. Sharipov ² M. R. Shodieva	Epixlorgidringa natriy polisulfid ta'sir ettirib olingan oligomerlarning iq-spektr tahlili	317
З.М.Махмудова ¹ , А.С. Газиева ² , З.А. Сманова ² , Т.И. Алиева, ³ С.З. Ахмедова ⁴	Спектроскопическое изучение координационного соединения со (ii) с глутаровой кислотой и витамином B ₅ .	320
Абдуллаева Фазилат Арсланбековна	Физические методы исследования в неорганической химии	322
С.Р. Мусакаева ^{1*} , З.А. Сманова ² , К.Х. Рашидова ³ , З.З. Яхшиева ⁴ , Н.О. Умирова ⁵ , Ф.А.Лапасова ⁶	Свинец в окружающей среде: от физических свойств до глобальных экологических вызовов	324
Турдиев Мухиддин Шукурович, Едгаров Нормухаммад, Умидуллаев Джахонгир Хасанович, Сиддиков Абдужалол Абдурахимович, Якубов Салимжон Иномжанович	Экспериментальное подтверждение смещения равновесия реакции водяного газового сдвига при in-situ удалении CO ₂	327
Азимова Д.Б., Шарипов С.Ш.,	Электрохимическое восстановление медьсодержащих компонентов в сточной воде после биоокисления.	331

Ismailova Shahla Atanazarovna, Khasanov Shodlik Bekpulatovich, Ashirov Mansur Allanazarovich, Khudoyberganov Oybek Ikromovich	Synthesis and elemental analysis of a new $[Zn(iaa)_2(na)_2] \cdot 2H_2O$ coordination complex	332
Ismailova Shahla Atanazarovna, Khasanov Shodlik Bekpulatovich, Khudoyberganov Oybek Ikromovich	Quantum-chemical study of the electronic structure of the $[Zn(IAA)_2(NA)_2] \cdot 2H_2O$ coordination complex	334
Ismailova Shahla Atanazarovna Xo'janiyazov Azamat Ruzimbayevich	Marganets(II)ning, geteroauksin va nikotinamidli kompleks birikmasi sintezi va tuzilishi -	336
Q.T.Siddiqova ¹ , Sh.Sh.Daminova ²	β – Diketon hosilalari asosidagi Zn(II) ning turli ligandli kompleks birikmalarini sintez qilish va o'rganish	337
Mahesh Kumar, Avganov Shuxrat Uktamovich	GIDROTERMIK USULDA 2D MoS₂ PARCHALARINING SINTEZI	339
A.B.Khushbokov ¹ , I.A.Umbarov ¹	Synthesis and structural characteristics of a cobalt(ii) complex based on 2-amino-6-methylbenzothiazole	341
Rakhimov Bekzod Davronbekovich, Khasanov Shodlik Bekpulatovich, Ashirov Mansur Allanazarovich, Khudoyberganov Oybek Ikromovich	Electronic structure and quantum-chemical properties of the copper(II) ibuprofenate complex	343
Ismailova Shahla Atanazarovna	$[Mn(IAA)_2(NIA)_2(H_2O)_2]$ kompleks birikmasining termik tahlili	345
Yadgarova Matluba Matmuratovna Xo'janiyazov Azamat Ruzimbayevich Xudoyberganov Oybek Ikromovich	Co(II) ionining, salitsilamid hamda monoetanolamin bilan kompleks birikmasining sintezi va tadqiqoti	346
Ismailova Shahla Atanazarovna Xo'janiyazov Azamat Ruzimbayevich	Marganets(II)ning, geteroauksin va nikotinamidli kompleks birikmasi sintezi va tuzilishi	349
B.D. Rakhimov Sh.B. Khasanov S.Z. Ibragimov O.I. Khudoyberganov	Quantum-chemical study of the electronic structure of the $[Cu(Ibu)_2(MEA)_2]$ coordination complex	351

Rakhimov Bekzod Davronbekovich, Khasanov Shodlik Bekpulatovich, Ibragimov Sapajan Zokirovich, Khudoyberganov Oybek Ikromovich	Synthesis and quantum-chemical study of homo- and mixed-ligand Cu (II) ibuprofenate coordination compounds	353
N.Y. Sobirova ¹ , Z.Sh Abdullayeva ² , S.R. Razzoqova ³	Geterohalqali semikarbazon va tiosemikarbazon ligandlari asosida olingan metall komplekslari	355
Ismoilova Sh. S. Abduraxmonova U. K. Yettibayeva L. A.	Mis(II)-usnat kompleksini sintezi va iq spektroskopik tahlili	357
Yadgarova Matluba Matmuratovna, Xudoyberganov Oybek Ikromovich	4-gidroksibenzamid hamda trietanolaminning, ni(ii) ioni bilan kompleks birikmasi sintezi va tadqiqoti	359
¹ Ruziboyeva G.S., ² Turayev X.X., ³ Ibragimov A.B.,	[Co ₃ O(TDA) ₆ Cl ₃]Cl ₂ kompleks birikmasining antimikrob faolligi	361
¹ G.K.Jumaniyazova, ¹ D.S.Raxmonova, ² A.Abdurazzoqov, ¹ B.S.Torambetov, ² D.K.Daoletbayeva	2-propionilaminobenzimidazolning Cu(II) atsetati bilan kompleksining xirshfeld sirt tahlili	363
M.Z. Aliyeva ^{1*} , G.A. Nuraliyeva ²	Kompleks birikmalarning biologik faolligini pass (online) dasturi yordamida tahlil qilish	365
G.X. Toirova Kh. Kh. Turaev A.B. Ibragimov	Fingerprint plot analysis of a bis(1,10-phenanthroline)copper(II) chloride co-crystal containing metasulfanil and water molecules	367
S.Tillayev, M. Ilashova, D. Qo'chqorova, M. Axmedova	Bioparchalanuvchan materiallarning antibakterial xossalarini ZnO nanozarrachalari yordamida yaxshilash	369
<i>Б. У. Пирназаров, Ж. Н. Амангелдиева</i>	Пирит концентратини кимевий ва минералогик шакли	371
<i>Б. У. Пирназаров, Р. Ш. Мадаминжонова</i>	Исследование состава сбросных растворов молибденового производства	373

6-SHO'BA. KIMYO FANINI O'QITISHNING DOLZARB MUOMMOLARI VA KELAJAK KIMYO O'QITUVCHISI IMIDJI

Z.M.Ataullayev	Bo'lajak kimyo o'qituvchilarining kreativ va tadqiqotchilik kompetensiyalarini xalqaro baholash talablari asosida rivojlantirish	374
F.O.To'xtaniyozova, Q.O'. Komilov,	Sport maktablarida kimyo fanini harakatli o'yinlar asosida o'qitish metodikasi	378
I.O.Islomova, Z.M.Ataullayev,	Barqaror taraqqiyot tamoyillari asosida umumta'lim maktablarida kimyo ta'limini takomillashtirish	382
N.I. Kamolova,	Aksiomatik yondashuv asosida kimyo ta'limining konseptual tahlili va o'quvchilar tafakkurini interaktiv rivojlantirish	384
N.I.Kamolova, N.M. Qutlimuratov	Kimyo ta'limida mantiqiy tafakkurni shakllantirishning aksiomatik yondashuvi va xulosa chiqarish mexanizmlari	388
L.A.Karimova, E.U.Eshchanov, Y.R.Taxirov,	Uglevodlar mavzusini o'qitishda kompetensiyaviy yondashuv va modulli ta'lim integratsiyasi	390
M.B.Ziyadullayeva, O.R.Jo'rabekova, O.X.Tursunmuratov,	"Vitaminlar" mavzusini ko'rgazmali va interfaol metodlar asosida o'qitish	393
M.O.Madaminova, E.U.Eshchanov,	Kimyo ta'limida o'quvchilarning mustaqil ta'lim faoliyatini rivojlantirish metodikasi	395
N.X. Jurakulova, B.M. Murtazayev	Kelajak kimyo o'qituvchisi imidjiga ilmiy-pedagogik yondashuv	397
N.R.Sumberdiyeva, Q.U.Komilov,	Kimyo darslarida raqamli texnologiyalarni qo'llash orqali ta'lim samaradorligini oshirishning didaktik jihatlari	399
M.U.Abdusalomova, D.O.Shirinova	O'quvchilarda ijodiy fikrlashni rivojlantirishda barqaror taraqqiyotga oid kimyoviy masalalardan foydalanish	400
S.Sh.Otamuratova,	Kimyo ta'limida kundalik turmush bilan bog'liq loyihaviy topshiriqlardan foydalanish	403
Sh.Y.O'tkirova, M.E.Qurbonova,	Bo'lajak kimyo o'qituvchisining kasbiy imidji va kreativ kompetensiyalarini shakllantirish	405
O.R.Qilichova, Z.M.Ataullayev, Y.R.Taxirov,	Kimyo fanini o'qitishda tarixiy yondashuv asosida kimyoviy tushunchalar va konseptual tafakkurni shakllantirish	407
N.O.Qo'chqarova, I.Q.Sapayeva,	Analitik kimyo ta'limida muammoli ta'lim metodining, noorganik kimyo amaliy mashg'ulotlarida esa pinbord metodining didaktik imkoniyatlari	408
M.Y. Nurimbetova, A.X. Bekimmetova, N.M. Qutlimuratov	Cr (VI) ionlarini oqova suvlardan ajratishda ion almashinish va sorbsion texnologiyalarning samaradorligi	412
S.O.Ro'zmetova,	Kimyo ta'limida integratsion yondashuvning samaradorligi	414
S.O.Zokirov,	Variativ o'quv rejasining ta'lim tizimi rivojlanishidagi o'rni	416
Sh. Pirmetova	Kimyo fanidan maktab o'quvchilarining ilmiy-tadqiqot faoliyatini tashkil etish (8 sinf misolida)	417
Ochilova S.M., Ablakulov L.Q,	Maktab o'quvchilarining kreativligini masalalar yechish orqali shakllantirish	419
X.M.Jo'rayev,	Kimyo o'qituvchilarida o'z-o'zini rivojlantirish kompetensiyasini shakllantirishning pedagogik asoslari	421
H.T.To'rayeva, D.R. Rixsibayev,	Maktab o'quvchilarining kimyo kompetensiyasini oshirishda evristik va illyustratsiya metodlaridan foydalanish	423

Sh. Diyarova, U.X. Aytjanova		
A.O.Akmalova, R.A.Eshchanov,	Pisa talablari asosida maktab o'quvchilarini kimyo fanidan tayyorlash metodikasini takomillashtirish	425
B.A.Axadov, M.S.Xudayberganov	Kimyo darslarida stem yondashuv asosida maishiy muhandislik modellaridan foydalanish metodikasi	428
M.A. Akbarova, Sh.H. Diyarova, A.A. Shoimova	Bo'lajak kimyo o'qituvchilarida kimyoviy tafakkurni rivojlantirishda innovatsion pedagogik texnologiyalarning o'rni	430
M.A.Bozorova, X.R.Kurbonova, M.S.Xudayberganov,	Raqamli texnologiyalar asosida kimyo darslarini tashkil etish	431
M.A. Akbarova G.T. Odilova	Zamonaviy kimyo o'qituvchisining kasbiy kompetentligi va pedagogik mahorati	433
M.A. Akbarova O.M. Tajiboyeva M.U. Yaxshimuratova A.I. Nazirboyeva Sh.Sh. Daniyarova	Yashil kimyo tamoyillarini umumta'lim maktablari kimyo darslariga integratsiya qilish metodikasi	435
Z.Allayorova, Q.U.Komilov,	Kimyo fanidan test-sinov topshiriqlarini amaliy tatbiq etish tajribasi	437
N.M. Qutlimuratov, D.N. Xolmatova N.G'. Ilhomova	Rivojlangan davlatlar tajribasini O'zbekiston maktablarida kimyo fanini o'qitishga integratsiya qilishning ilmiy-metodik asoslari	438
H.T.To'rayeva, A.A.Axmetova, R.Maxkamova, D.K.Shavkatova, N.Urazbayeva, Z.S.Turobov,	Kimyo fanini o'qitishda axborot-texnologiyalardan foydalanish	440
M.S. Xudayberganov Z.A.Yovqochova,	Ta'limda sun'iy intellektning kimyoni o'rganishga ta'siri	443
H.T.To'rayeva, A.K.Abdushukurov, A.A.Axmetova ³ , S.J.Esanova, S.S.Rasulova,	Kimyo ta'limini o'qitish jarayonida simulyator va virtual laboratoriyalardan foydalanish	445
K.U.Turgunbayeva, M.E.Qurbonova	Raqamli texnologiyalar asosida kimyo fanini o'qitish muammolari	448
B.K.Usmanov	Developing creative competence of academic lyceum students through international assessment programs in chemistry education	449
Z.O.Tug'unboyeva, M.E. Qurbonova,	Kimyo fanini o'qitishning dolzarb muammolari va kelajak kimyo o'qituvchisi imidji	451
L.T.Zaylobov, F.B.Isakulov,	Akademik litseylarda kimyo fani olimpiadalarini o'tkazishda axborot texnologiyalarini qo'llash	452
A.M.Jumanov, N. Y. Saidaxmeva	7-sinf o'quvchilarining kimyodan ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirish orqali ularda amaliy kompetensiyani shakllantirish	453
T.X.Рахимов,	Архитектурный подход к описанию ментальных программ как инструмент преподавания сложных систем	455

H.M. Кутлимуратов, Д.Н. Холматова, Н.Г. Илхомова	Использование искусственного интеллекта и международных систем оценивания в модели компетенций будущего учителя химии	457
N.B.Xamidova, N.Sh.Azimov, I.L.Xikmatullayev,	“To‘yingan uglevodorodlar” mavzularini o‘qitishda interfaol metodlarning o‘rni	459
L.K.Niyazmetova,	Nostandart laboratoriya tajribalar orqali maktablarda barqaror taraqqiyot tushunchalarini shakllantirish	461
S.D.G‘ofurova, N.Sh.Azimov, I.L.Xikmatullayev,	“Uglerod va uning birikmalari” mavzularini o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarning ahamiyati	463
Sh.K.Tashbayeva,	Ta’limda keys –stadi metodinining ahamiyati	464
M.G.Ishqiddinova, A.A.Shaimova, N.I.Xasanova,	Methodology for the comprehensive and systematic teaching of oxides, acids, bases, and salts	466
N.I.Xasanova	Maktab o‘quvchilari uchun kimyo fanidan elektiv kurslarni tashkil etishga yangicha yondashish	469
B.A. Axadov, M.S. Xudayberganov,	Kimyo ta’limida stem yondashuvi asosida maishiy muhandislik modellaridan foydalanish usullari	472
F.J.Boymatova, M.E.Qurbonova,	Kimyo fanini o‘qitishning dolzarb muommolari va kelajak kimyo o‘qituvchisi imidjini shakllantirish	473
D.O.Shirinova, F.I.Ibragimova	Kimyoviy masalalarni yechishda tenglamalar sistemasini ishlashning turli usullari.	475
M.T. Sharipova,	Kimyo ta’limida integratsion metodlarni joriy etishdagi muammolar va istiqbollar	478
Asralova Moxichexra Mansur qizi	Mikroobyektlarni kuzatish masalasidan nanofizikaga kirib kelish	480
Asralova Moxichexra Mansur qizi	Nanofizikada jism o‘lchami bilan bog‘liq sirt hamda kvant effektlarining ahamiyatini o‘rganish	482
Zayniddinova Gulira'no	Qora energiya matematik modellari va ularning chiziqli evolyutsiyasini ta'lim tizimida integratsiyalash metodikasi	483
K.R.Nasriddinov, M.B.Dusmuratov	Using the lagrange equation to solve mechanics problems involving constraints and supports	485
M.B. Dusmuratov	Mexanika masalalarini Lagranj tenglamasini qo‘llagan holda yechish	487
Safarova Guljaxon Eshtemirovna	Fon elektrolitlarni tabiati va konsentratsiyasini metall ionlarini dietilamino-4-metilgeksin-2-ol-4 eritmasi bilan suvsiz muhitda titrlash natijalariga va egrilarining shakliga ta’siri	490
A.A.Oripov	Modifikatsiyalangan suyuq shisha asosida gidrofob termoizolyatsion materiallar olish va ularning qurilishdagi qo‘llanilishi	492
S.A.Ismailov	Kimyo fanini o‘qitishda innovatsion yondashuvlar va kelajak kimyo o‘qituvchisining professional imidji	493
N.M.Ibrohimova1*, S.A.Ismailov2	Kimyo ta’limida kreativ kompetentlikni rivojlantiruvchi elektron resurslar va raqamli texnologiyalardan foydalanish metodikasi	496
Sh.Z.Sattorova1*, S.A.Ismailov2	Yashil kimyo va sun’iy intellekt integratsiyasi asosida kimyo ta’limini modernizatsiyalash	498

Q.Q. Rajabova S.B. Raximov Z.A. Smanova	Atrof -muhit obektlari tarkibidagi surma(III) ionlarini sorbsion-spektrofotometrik aniqlash usullarini ishlab chiqish	500
F. A. Abdumajidova	Quvvati 14000 t/y Bo'lgan Fenolni Gidrirlash Reaktori Hisoblash	501
G'. N. Sharifov M.Bosimova	Raqamli ta'lim muhitida spirtlar mavzusini o'qitishning innovatsion metodlari	503
N. Xasanova, M. Bobojonova	Modor (Allium motor) o'simligi tarkibidagi vitaminlarni o'rganish	504
N.Sh. Fazliddinova, E.U. Eshtemirova, X.T. Juraqobilova	Chiqindilarni qayta ishlash jarayonini o'rganish	507
H.T. To'rayeva M.A.Abduxalilova M.B. Abdujalilova F.S.Tajiyeva	Analitik kimyoning fan texnikaning rivojlanishidagi o'rni	510
F.Z.Abdugaxxorova ¹ , T.S.Xoliqov ²	P -aminobenzoykislota asosida olingan shiff asoslari sintezi	512
Ж.Б. Комилов ¹ , Д.А. Зияев ² , С.Б. Рахимов ³	Предварительная оценка условий вэжх-анализа для одновременного определения компонентов многокомпонентного лекарственного препарата	513
Омонов Д.Г., Рахимов С.Б., Сманова З.А., Олимов Д.Ё.,	Способ одновременного определения триэтиламина, п,п-диметиланилина и 2-этилгексановой кислоты в лекарственных средствах методом газовой хроматографии	515
A.K. Raхимov A.Q. Matyakubov	Sifat analizi mavzulariga oid mustaqil topshiriqlarning turlari va ularni baholash metodikalari	516
A.K. Raхимov. A.Q. Matyakubov	Global ta'limni tadqiqotlarini o'rganish haqidagi bilimlarni takomillashtirish	518

Tashkiliy qo'mita manzili:

Joyi: Chirchiq davlat pedagogika universiteti bosh binosi (rektorat)
O'zbekiston, Toshkent viloyati, Chirchiq, A. Temur shoh ko'chasi, 104-uy



CHIRCHIQ
DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI



Salohiyat



**MAKTABGACHA
VA MAKTAB
TA'LIMI VAZIRLIGI**



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
FANLAR
AKADEMIYASI**



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**

Konfrensiya materiallari bilan universitet
rasmiiy sayti www.cspu.uz ning konfrensiya
sahifasida tanishishingiz mumkin.

