

ISSN 0002 – 3221

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН

АТАЙЫН ЧЫГАРЫЛЫШ
СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК
SPECIAL ISSUE

КАБАРЛАРЫ

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

БИШКЕК



2023

ilimbasma@mail.ru

**ИЗВЕСТИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ISSN 0002–3221

Редакционно-издательская коллегия:

член-корреспондент НАН КР К.Е.Абдрахматов (главный редактор)
академик НАН КР Ч.И.Арабаев (зам. главного редактора)
член-корреспондент НАН КР Б. М. Худайбергенова (отв. секретарь)
академик НАН КР Д.А.Адамбеков
академик НАН КР А. А. Акматалиев
академик НАН КР А.А.Асанканов
академик НАН КР А. А. Борубаев
член-корреспондент НАН КР Д.С. Джашилов
академик НАН КР М.С. Джуматаев
член-корреспондент НАН КР Н.Ж. Жеенбаев
академик НАН КР Ш.Ж. Жоробекова
академик НАН КР А.Т. Жунушов
академик НАН КР О.И. Ибраимов
академик НАН КР К. Ч. Кожозулов
академик НАН КР О.А. Тогусаков
член-корреспондент НАН КР К.Т.Шалпыков

Журнал основан
в 1966 г.
Выходит 4 раза
в год

Журнал зарегистрирован
в Министерстве
юстиции КР
свидетельство
№1950

Журнал
входит в
систему РИНЦ
с 2016 г.

ИЦ «Илим»
НАН КР
г. Бишкек
пр. Чуй 265а

Мурзубраимов Б. М.	
О человеке и ученом.....	9

КООРДИНАЦИОННАЯ ХИМИЯ

Кыдырмаева Н. Ш., Бердалиева Ж.И., Аламанова Э. А., Малабаева А.М.	
Структурные особенности координационных соединений Cu(II), Co(II), Cd(II), Zn(II), с N,N-содержащим лигандом.....	13
Курамында N,N-лиганды бар Cu(II), Co(II), Cd(II), Zn(II) координациялык бирикмелеринин түзүлүш өзгөчөлүктөрү	
Structural features of coordination compounds Cu(II), Co(II), Cd(II), Zn(II), with N,N-containing ligand	

Кыдырмаева Н. Ш., Мамбетова Ж., Бердалиева Ж.И., Аламанова Э. А., Чолпонкулова В., Ишенбекова М. И.	
Хелаты 1,2,4 – триазола с хлоридом и сульфатом меди (II) и их физико-химические свойства.....	18
Жездин (II) хлориди жана сульфаты менен 1,2,4 триазолдун хелаттары жана алардын физикалык-химиялык касиеттери	
Chelates 1,2,4 - triazole with chloride and sulfate copper (II) and their physico-chemical properties	

Кыдырмаева Н. Ш., Аламанова Э. А., Бердалиева Ж.И., Дуйшонбаева А. Т., Исакова К. С.	24
Комплексные соединения хлоридов магния и кальция с имидазолом: синтез и физико-химические свойства.....	
Магний жана кальций хлоридинин имидазол менен комплекстик бирикмелери: синтези жана физико-химиялык касиеттери	
Complex compounds of magnesium and calcium chlorides with imidazole: synthesis and physical and chemical properties	

Байдинов Т. Б., Намазова Б. С.	
Гетерогенные равновесия в системе нитрат кобальта – бензамид – этанол при 25°C....	31
Кобальттын нитраты – бензамид – этанол системасында 25°C дагы гетерогендик теңдештиктер	
Heterogeneous equilibrium in cobalt nitrate - benzamide - ethanol system at 25°C	

Намазова Б. С., Байдинов Т. Б., Гапликова А.	
Системы $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$ при 25°C	41
$MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$ системалары 25°C	
The systems $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$ at 25°C	

- Туленбаева М. А., Камалов Ж. К., Алтыбаева Д. Т.**
 $MnCl_2 \cdot 2(CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O$ бирикмесинин монокристаллынын рентгеноструктуралык анализинин.....52
 Рентгеноструктурный анализ монокристалла соединения $MnCl_2 \cdot 2(CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O$
 X-ray structural analysis of single crystal compound $MnCl_2 \cdot 2(CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O$
- Бообекова С. Б., Мурзубраимов Б. М.**
 Определение содержания пестицидов в молоке и овощах методом газожидкостной хроматографии.....61
 Сүттөгү жана жашылчалардагы пестициддерди газосуюктук хроматография жолу менен аныктоо
 Determination of the content of pesticides in milk and vegetables by method of gas-liquid chromatography
- Пищугин Ф.В., Тулебердиев И.Т., Лецкевич А.В.**
 Химические превращения α - и β -аминокислот под действием витаминов группы B_668
 B_6 витаминдеринин таасири астында α - жана β -аминокислоталардын химиялык трансформациясы
 Chemical transformations of α - and β -amino acids under the action of B_6 vitamins
- Шапакова Ч.К., Пищугин Ф.В., Мойдунова А.А.**
 Взаимодействие D-глюкозы с аминокислотами.....74
 D - глюкозанын амин кислоталары менен аракеттенишүүсү
 Interaction of the D-Glukoses with aminoacids
- Mataev M.M., Nurbekova M.A., Sarsenbayeva Z.B.**
 Synthesis and elemental composition analysis of double-perovskite $FeMnO_3-LaMnO_3$81
 Кош перовскиттин элементардык курамын синтездөө жана талдоо $FeMnO_3-LaMnO_3$
 Синтез и анализ элементного состава двойного перовскита $FeMnO_3-LaMnO_3$
- Матаев М.М., Турсынова Ж.И., Дүрменбаева Ж.Д., Патрин Г.С.**
 Синтез и физико-химические характеристики фазы $In_{0,5}Sr_{0,5}Cr_{0,5}Mn_{0,5}O_3$86
 $In_{0,5}Sr_{0,5}Cr_{0,5}Mn_{0,5}O_3$ фазасынын синтези жана физика-химиялык мүнөздөмөлөрү
 Synthesis and physico-chemical characteristics of the phase $In_{0,5}Sr_{0,5}Cr_{0,5}Mn_{0,5}O_3$
- Матаев М. М., Абдраймова М.Р., Мадиярова А.М., Патрин Г.С.**
 Синтез сложного феррита $CrLiFe_2O_5$, рентгенографическое и электронно-микроскопическое исследование.....91
 Татаал ферритти $CrLiFe_2O_5$ синтездөө жана радиографиялык жана электрондук микроскопиялык изилдөө
 Synthesis of complex ferrite $CrLiFe_2O_5$, x-ray and electron microscopic examination

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**Сарымзакова Р.К., Байдинов Т.Б., Карабаев С.О., Дуйшөнбаева А.Т.,
Локшина И.М.**

Ведущие химики Кыргызстана, окончившие и работающие в КНУ.....97

КУУтин аяктаган жана иштеген Кыргызстандагы белгилүү химиктер

Leading chemists of Kyrgyzstan who graduated and work at KNU

**Мурзубраимов Б. М., Абдулазизов Т. А., Молдалиев Ж. Т. Маматураимова Г. А.,
Кабылова Б. Ж.**

Исследование физико-химических показателей Шор-Булак в городе Джалал-Абад.....110

Жалал-Абад шаарындагы Шор-Булактын физико-химиялык көрсөткүчтөрүн изилдөө

Study of physico-chemical indicators of Shor-Bulak in Jalal-Abad city

Асабина Е. А., Петьков В. И., Ковальский А. М., Азаметс А. А.

Температуро- и теплопроводность насиконоподобных керамик, содержащих цирконий
и металлы в степени окисления +2.....114

Кычкылдануу даражасы +2 болгон цирконий жана металлдарды камтыган насикон сы-
мал керамиканын температурасы жана жылуулук өткөрүмдүүлүгү

Thermal diffusivity and thermal conductivity of nasicon-like ceramics, containing zirconium
and metals in oxidation state +2

**Касенов Б. К., Сагинтаева Ж. И., Касенова Ш. Б., Байсанов С., Лу Н. Ю.,
Куанышбеков Е. Е.**

Теплоемкость и термодинамические функции титано-манганита $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$ в ин-
тервале 298,15-673 К.....123

Титан-манганиттинин $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$, 298,15-673К интервалындагы жылуулук
сыйымдуулугу жана термодинамикалык функциялары

Heat capacity and thermodynamic functions of $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$ titanium-manganite in the range
of 298,15-673 К

Калыкова Г. С., Абдуллаева М. Д.

Физико – химические исследования получения глинозема, сорбентов из каолиновых
глин южного региона Кыргызстан.....134

Кыргызстандын түштүк аймагындагы каолинит чополорунан глиноземду, сорбенттерди
алууну физикалык-химиялык изилдөө.

Physical and chemical studies of obtaining alumina, sorbents from kaolinite clays of the
southern region of Kyrgyzstan

Кочкорова З. Б., Маразыкова Б. Б., Тыналиева К. Т.

Азотно- и солянокислотный способ вскрытия вскрышной породы угольного месторожде-
ния Кара-Кече.....144

Кара-Кече кениндеги көмүр топуракты азот жана туз кислотасы менен иштетүү

Nitrogen- and hydrochloric acid method of opening the overburden of coal Kara-Keche
deposits

Абакирова С. З., Смаилова Т.

Биохимические показатели сточных вод на разных этапах очищения.....149

Агынды сууну мезгили менен тазалоодогу биохимиялык көрсөткүчтөрү

Biochemical indicators of wastewater at different stages of purification

Мурзубраимов Б. М., Бекболот кызы Б., Турдубай кызы А.

Изучение влияния сульфата аммония на разложение нефелиновых сиенитов месторождения Сандык.....152

Сандык аймагындагы нефелин сиениттеринин ажыроосуна натрийдин сульфатынын таасири

Study of the sodium sulfate effect on the sulfuric acid decomposition of nepheline syenites from the Sandyk deposit

Шаршенбек кызы А., Кочкорова З. Б., Мурзубраимов Б.М.

К вопросу переработки нефелиновых сиенитов методом спекания.....156

Нефелиндүү сиенит топурагын күйгүзүү методу боюнча кайра иштетүү

Issue of processing nepheline syenites by sintering

Карабаев С. О., Локшина И. М., Субанкулова Д. А., Алашева Д. Р., Икрамова М., Маматжанова А.

Физико - химическая характеристика твердых продуктов термообработки угля Кара – Кече при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха.....161

Кара-Кече көмүрүн кычкылтек атмосферасында 300°C жана 400°C термикалык иштетүүнүн катуу продуктуларынын физикалык-химиялык мүнөздөмөсү.

Physical and chemical characteristics of solid products of heat treatment of coal Kara – Keche at 300°C and 400°C in air oxygen atmosphere

Мурзубраимов Б.М., Кочкорова З. Б., Калчаева Б. Ш., Мамытбекова Ж.

Активирование вскрышной породы методом спекания в присутствии серной кислоты.....171

Көмүр камтыган таштандыларды күкүрт кислотасынын катышуусу менен күйгүзүү ыкмасы аркылуу активдештирүү

Activation of overburden by the method in the presence of sulfuric acid

НАНОТЕХНОЛОГИЯ

Габитов В. Х., Бейсембаев А. А., Сулайманкулова С.К., Саалиева А.Н., Трунова Е., Исраилова Ф.А.

Возможности иммуностимулирующего действия препарата нанозолота при его экспериментальном и клиническом применении.....178

Наноалтын препаратынын эксперименталдык жана клиникалык колдонуу учурунда иммуностимуляторлык таасиринин мүмкүнчүлүктөрү

Stimulating effect of nanogold on lymphoid cells by lymphotropic and intravenous injection

Келгенбаева Ж. К., Сулайманкулова С.К., Мурзабекова Э. Т., Абдуллаева Ж. Д., Сырымбекова Э. И.

Цитотоксическая активность магнитных наночастиц Au@Fe₃O₄.....185

Магниттик Au@Fe₃O₄ нанобөлүкчөлөрүнүн цитотоксикалык активдүүлүгү

Cytotoxic activity of magnetic Au@Fe₃O₄ nanoparticles

Abdullaeva Z. D., Sulaimankulova S. K., Kelgenbaeva Z.K.

Impulse plasma in liquid method for nanoparticles synthesis.....193

Импульсно-плазменный метод синтеза наночастиц в жидкости

Emil Omurzak, Ruslan Adil Akai Tegin, Richard E. Palmer.

Synthesis of Ag/Ag₂O nanocomposites and their antibacterial activity.....196

Синтез нанокompозитов Ag/Ag₂O и их антибактериальная активность

Ag/Ag₂O нанокompозиттеринин синтези жана алардын антибактериалдык активдүүлүгү

Шайымбетова А.Р., Шаяхметов Д.Б., Сулайманкулова С.К.

Клинический случай эндодонтического лечения хронического апикального периодонтита с использованием нанораствора золота.....205

Clinical case of endodontic treatment of chronic apical periodontitis using gold nanosolution

Алтындын наноэритмесин колдонуу менен өнөкөт апикалдык периодонтитти эндодонттук дарылоонун клиникалык иши

Келгенбаева Ж. К., Дюшеева Б. М., Ниязалиева Ж. К.

Изучение роли ПАВ при получении наночастиц на основе железа способом химического восстановления.....210

Химиялык калыбына келтирүү жолу менен темирдин негизинде нанобөлүкчүлөрдү алууда беттик активдүү заттардын ролу

The role of surfactant in the production of iron-based nanoparticles by chemical reduction

Ан В. В. , Рахимбеков К. Анвар угли.

Наноструктурный оксид SnO₂ триботехнического назначения.....218

Nanostructured oxide SnO₂ for tribotechnical applications

ФИТОТЕХНОЛОГИЯ

Шалпыков К. Т., Рогова Н.А., Долотбаков А.К., Усон уулу Ч., Бузурманов Б.

Биологические ресурсы эфиромасличного сырья (надземной массы) перовский норчи-
николистной (*perovskia scrophulariaefolia* Bge.) В отдельных местообитаниях Баткенской и
Ошской областей Кыргызстана.....226

Кыргызстандын Баткен жана Ош облустарындагы кээ бир жер шарттарында чакалайчан
сыяктуу коён томуктун (*perovskia scrophulariaefolia* Bge.) Эфир майлуу сырьёсунун (жер
устундөгү массасы) биологиялык ресурстары.

The biological resources of the ethericlane raw materials (aboveground mass) of perovskiy
norchikova (*perovskia scrophulariaefolia* Bge.) In separate habitats of the Batken and Osh regions
of Kyrgyzstan

Ашымбаева Б.А., Сазыкулова Г. Д., Кубанычбек к. А.

Разработка безотходной технологии по использованию *prúnus armeníaca* L.....234

Prúnus armeníaca L. Колдонууда калдыксыз технологиясын иштеп чыгуу

Development of waste-free technology for the use of *prúnus armeníaca* L.

Кожомбердиев Ж., Содомбеков И.

Современное состояние полупустынных присельных пастбищных растений (на примере
Базар-Коргонского района).....239

Айылдарга жакынкы жарым чөлдүү жайыт өсүмдүк-төрүнүн учурдагы абалы
(Базар-Коргон районунун мисалында).

Current state of semi-desert near village pasture plants (on the example of Bazar-Korgon district)

Кендирбаева А. Ж., Бусурманкулова А. Ө., Базарова Г. Ы., Содомбеков И.

Динамика растительности северного макро склона хребта кыргызского

Ала-Тоо.....247

Түндүк макробеттеги кыргыз Ала-Тоо кыркаларындагы өсүмдүктүүлүктүн динамикасы

Vegetation dynamics of the northern macroslope of the kyrgyz Ala-Too

Джуманазарова А., Гуцалюк Н.В., Шпота Е.Л., Матаипова А.К., Токторбек кызы Д., Джорупбекова Д., Чунгулова Т. К., Турдумамбетов К. Т., Гончарова Р. А.

Создание фунгистатических препаратов на основе растений.....253

Өсүмдүктөрдүн негизинде фунгистатикалы преператтарды жаратуу

Creation of fungistatic preparations based on plants

Эрназарова Э.Э., Содомбеков И.

Накопление микроэлементов в растениях пустынно степных сообществ

урочище Тегене.....261

Тегене капчыгайындагы чөлдүү-талаа коомунун өсүмдүктөрүндө микроэлементтердин топтолушу.

Accumulation of trace elements in plants of desert-steppe ecosystems in the Tegene tract

Биймырсаева А. К.

Продолжительность вегетационного периода сои в зависимости от сроков посева.....265

Соянын вегетациялык мезгилинин узактыгынын себүү убактысынан көз карандылыгы

Duration of soybean vegetation period depending of sowing time

Бабаназарова М. Т.

Кыргызстанда амарант өсүмдүгүн өстүрүү боюнча кыскача маалыматтар.....268

Краткая информация о выращивании амаранта в Кыргызстане

Brief information about the cultivation of amarant in Kyrgyzstan

Аалиев С. А., Тургунбаев К. Т. Содомбеков И.

Чүй өрөөнүнүн шартында кадимки дан куурайдын (*rubus idaeus L*). сортторунун суукка туруктуулугу.....272

Обычная сушка зерна в долине реки (*rubus idaeus L*). холодостойкость сортов

Conventional grain drying in the river valley (*rubus idaeus L*). cold resistance of varieties

Толонова Н.К.

Получение хитозана из хитинового покрова сверчков277

Чегиртекелердин хитиндүү капталынан хитозан алуу

Obtaining chitosan from the chitinous cover of crickets

Сырымбекова Э.И., Сулайманкулова С.К.,

Диспергирование висмута в сероуглероде CS₂.....279

CS₂ күкүрттүү көмүртекте висмуттун таралышы

Dispersion of bismuth in carbon disulfide CS₂

О ЧЕЛОВЕКЕ И УЧЕНОМ

(Посвящается 90-летнему юбилею)

О научной, научно-организационной и общественной деятельности выдающегося ученого, доктора химических наук, Заслуженного деятеля науки, лауреата Государственной премии в области науки и техники Кыргызской Республики, академика Национальной академии наук Кыргызской Республики Сулайманкулова Какина Сулайманкуловича.

1 марта 2023 года исполнится 90 лет со дня рождения и 65 лет научной, педагогической и общественной деятельности академика Национальной академии наук Кыргызской Республики, директора Института химии и химической технологии (1989-1994 и 2003-2009 гг.), вице-президента и первого вице-президента Национальной академии наук (1994-2003 гг.), Заслуженного деятеля науки Кыргызской Республики, лауреата Государственной премии в области науки и техники Кыргызской Республики, президента Союза научно-инженерных обществ Кыргызской Республики, доктора химических наук, профессора Какина Сулайманкуловича Сулайманкулова, признанного специалиста в области химии комплексных соединений и физико-химического анализа. Это юбилей человека, который первым среди ученых-химиков Кыргызстана защитил докторскую диссертацию по химическим наукам, внес неизмеримый вклад в подготовку научных кадров.

У кыргызов есть поговорка «*Эр тагасын тартат*», что в переводе означает «Молодец берет пример с дяди (по матери)». Когда я вспоминаю Какина Сулайманкуловича, своего научного консультанта по докторской диссертации и коллегу, прежде всего приходят на ум его человеческие качества: целеустремленный характер, требовательное отношение к себе и внимательное к окружающим, образцовое поведение и некий аристократизм, сочетающийся с благородством и интеллигентностью. И тогда я задаюсь вопросами, что все это не случайно и где истоки становления и стремительного взлета этой яркой личности. Думается, что был человек, который стал для него путеводной звездой и примером того, как нужно строить свою жизнь. Таким образцом для Какина Сулайманкуловича явился, скорее всего, Касым Тыныстанов, его родной дядя, оставшийся в памяти людей как человек, отличающийся твердым характером, принципиальным и ответственным отношением к делу, стремящийся достичь поставленных целей. Личность незаурядная, всесторонне развитая, К. Тыныстанов известен как автор «Букваря» для взрослых, составитель грамматики родного языка, драматург и поэт, литературный критик и переводчик, государственный деятель.

По словам старожиллов, его отец Сулайманкул Куламбай уулу умел читать и писать по-арабски, свободно говорил на русском, живо интересовался событиями, которые происходили в обществе и будучи человеком весьма любознательным, хотел познать и понять, какие природные богатства таит окружающий мир. Бывало, что когда геологоразведочная партия проводила изыскания в Чон-Кемине, отец юбиляра нередко сопровождал группу исследователей, провожал их в верховья Тегирменти, показывал образцы каменных и песчаных пород, предлагал обратить на них внимание. И, действительно, впоследствии в этих местах были открыты залежи редкоземельных металлов.

Родители Какина Сулайманкулова, Сулайманкул и Батма, жили в домике, некогда стоявшем в одном из углов двора Касыма Тыныстанова, первого кыргызского профессора. Здесь фактически появляется на свет Какин Сулайманкулов. Сейчас на этом месте, которое находится напротив Театра оперы и балета, стоит памятник журналисту Г. Павлюку. Когда будущему ученому исполнилось четыре года, его дядя, К. Тыныстанов был репрессиро-

ван, объявлен врагом народа. Чтобы избежать гонений, семья вынуждена была переехать в Чон-Кемин, хотя и здесь его родители не избежали преследований и охаивания со стороны местных властей. И тогда они принимают решение переселиться в село Новороссийка, в котором проживали русские и украинцы. Не бывает худа без добра. Общаясь и обучаясь вместе со своими сверстниками – русскими и украинцами – Сулайманкул блестяще осваивает русский язык, благодаря чему он получает возможность продолжить свое образование. Обычно те, кто пережил невзгоды и лишения, испытал горечь человеческих отношений, вырастают людьми закаленными и целеустремленными. Они прекрасно осознают, что им никто не поможет, полагаться нужно только на себя. В такой ситуации оказался и Какин Сулайманкулович.

Какин Сулайманкулович по документам родился 1 марта 1933 года в селе Новороссийка Кеминского района. Еще в детстве он обнаружил в себе неутолимую жажду к образованию и познанию мира. Находясь вдалеке от столицы, пятилетний Какин, следуя примеру четырех старших братьев-школьников, научился читать. В шесть лет он пошел в первый класс Тегирментинской средней школы. В 1953 г. Какин Сулайманкулович с отличием окончил Кыргызский государственный университет. Творческий склад ума и желание заниматься наукой привели молодого перспективного специалиста в аспирантуру Ростовского государственного университета (Ростов-на-Дону), которую окончил в 1958 г., успешно защитив диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук под руководством А.Г. Бергмана, крупного ученого в области химической науки. Огромное влияние на становление молодого ученого оказали такие выдающиеся ученые Советского Союза, как И.Г. Дружинин, М.И. Усанович, И.Н. Лепешков, А.Б. Бектуров, Б.А. Беремжанов, М.Н. Набиев и др. Свою трудовую деятельность К.С. Сулайманкулов начал в 1958 г. в качестве научного сотрудника, зав. лабораторией.

Какин Сулайманкулов первым из химиков-кыргызов защитил докторскую диссертацию в 1967 г. Тогда ему было всего лишь 34 года. Через год молодому ученому ВАК СССР присваивает звание профессора, а в 1974 г. он становится членом-корреспондентом, а еще через 10 лет, в 1984 г., его избирают академиком Академии наук Киргизской ССР. Его неустанный плодотворный труд, научная эрудиция и высокие организаторские способности получили высокую оценку, благодаря чему с 1989 по 1994 гг. он становится во главе Института неорганической и физической химии Академии наук Киргизской ССР.

С 1994 по 1997 гг. К.С. Сулайманкулов – вице-президент Национальной академии наук КР, с 1997 по 2003 гг. – первый вице-президент Национальной академии наук КР, с 2003 по 2009 гг. вновь директор Института химии и химической технологии НАН КР, получившем это название в новую эпоху. С 2012 по 2016 гг. трудился советником президента НАН КР.

Какин Сулайманкулов – один из ведущих специалистов в области химии комплексных соединений, физико-химического анализа. По результатам исследований им опубликовано более 680 научных работ, среди которых несколько монографий, 26 изобретений. Свыше 100 научных статей переведены на английский язык и опубликованы в США, Англии и в др. странах. Трудолюбие и стремление к научному поиску были характерной чертой К. Сулайманкулова, что помогло ему внести значительный теоретический вклад в развитие химической науки и химической технологии. Так, открытое им явление гидротропности амидных растворов было использовано для извлечения редких элементов из руд Кутессайского месторождения Кыргызстана – того самого месторождения, открытию которого в свое время способствовал в немалой степени его отец. Ученый и изобретатель, он разработал принци-

пиально новый способ создания кристаллофосфоров, которые могут быть использованы в качестве полупроводников в технических устройствах и служить индикаторами (детекторами) в медицине. Кроме того, он предложил и обосновал оригинальный метод получения особо чистых металлов. Эти открытия защищены авторскими свидетельствами.

Научно-исследовательские работы К.С. Сулайманкулова велись в тесном сотрудничестве с Институтом химических наук НАН Казахстана, Институтом общей и неорганической химии, Институтом кристаллографии, Институтом радиотехники и электроники Российской академии наук. Он принимал активное участие в проведении научных конференций в Кыргызстане, был участником Международных симпозиумов в странах Содружества, Международных совещаний в Японии, Италии, Португалии, Венгрии, Таиланде, Шри-Ланке, Индии, Пакистане. Будучи национальным координатором межправительственного Форума по химической безопасности ООН, К.С. Сулайманкулов неоднократно представлял Кыргызстан на его заседаниях, проходивших в разных странах (Швеция 1994 г., Канада 1997 г., Бразилия 2000 г., Таиланд 2003 г., Венгрия 2006 г.).

К.С. Сулайманкулов не только блестящий ученый, но талантливый воспитатель научных кадров. Под его научным руководством защищено свыше 45 кандидатских и докторских диссертаций. Среди его учеников академики Б.М. Мурзубраимов, Ш.Ж. Жоробекова, профессора З.К. Маймеков, М.Д. Давранов, М.К. Балбаев, Н. Шыйтиева и др. К.С. Сулайманкулов, эксперт высочайшей квалификации, оппонировал докторские диссертации Б.И. Иманакунова, М.К. Кыдынова, З.Б. Бакасовой, В.К. Кадырова, И.И. Ильясова, Ш. Лавсандоржа (Монголия) и др.

Как талантливый организатор науки, К.С. Сулайманкулов выступил инициатором создания диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций по химии в Кыргызской Республике. Будучи председателем и членом специализированного совета, он способствовал защите докторских диссертаций У.А. Асанову, М.У. Усубакунову, К.Р. Рысмендиеву, А.А. Акбаеву, А.С. Сатывалдиеву, Д. Алтыбаевой, Ж. Аденову, С.О. Карабаеву, Т.Ш. Джунушалиевой, С.К. Сулайманкуловой, Ж.К. Камаловым, А.Т. Токтоматову, М. Балбаеву, Р. Сарымзаковой, А.З. Джуманазаровой и др. Сегодня воспитанники научной школы К.С. Сулайманкулова, ученые разных национальностей, успешно трудятся в Алма-Ате и Полтаве, Ташкенте и Нальчике, Оше и Харькове, Самарканде и Костроме, Москве и Казани.

К.С. Сулайманкулов умело сочетал свои научные изыскания с педагогической деятельностью в качестве профессора Кыргызского Национального университета, Кыргызской медицинской академии. Он избран почетным профессором Ошского государственного, Джалал-Абадского государственного и Узбекского государственного университетов.

Какин Сулайманкулов известен не только как замечательный ученый и педагог, но и как разносторонний, жизнелюбивый человек, которому ничто человеческое не чуждо. А талантливый человек, говорят, бывает талантлив во всем. Природа щедро одарила его разнообразными достоинствами. Спорт был одним из его увлечений. В молодости под руководством известного мастера спорта Б. Маречка он совершил ряд восхождений на горные пики, заработал первый спортивный разряд по боксу под руководством Н. Клевцова, у В. Финогенова занимался гимнастикой, а в последние 35 лет его любимым видом спорта стал большой теннис. В соревнованиях непрофессионалов-любителей он неизменно занимал призовые места. Спорт закалял его волю, крепил здоровье, воспитывал в нем целеустремленность, ответственное отношение к делу. К.С. Сулайманкулов награжден двумя Почетными Грамо-

тами Верховного Совета Киргизской ССР за научно-исследовательскую деятельность. За выдающиеся заслуги в науке ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки КР». В 1994 году К.С. Сулайманкулову присуждена Государственная премия КР в области науки и техники. Кроме того, он стал лауреатом премии им. Ж. Баласагына. Вклад в науку профессора К.С. Сулайманкулова по достоинству оценили и за рубежом. Так, в 1997 г. Национальный Центр по молекулярной биологии Пакистана наградил его именной медалью за совокупность научных работ, а международным Советом Биографического института в США К.С. Сулайманкулов удостоился престижного звания «Человек года 1999 г.».

За особые заслуги перед государством и народом Кыргызстана Какин Сулайманкулов награжден орденом «Манас» III степени (2003 г.). Он был Почетным гражданином города Бишкек.

Считаю, что жизненный путь замечательного человека и выдающегося ученого Какина Сулайманкулова – яркий пример служения науке и отечеству как для нас, так и последующих поколений. Вместе с тем должен отметить, что после его 70-летия заслуги не были по достоинству оценены и отмечены академической средой, где он работал в течение всей своей жизни. Вызывает сожаление и то, что в последние годы его жизни и со стороны государства не было проявлено должного внимания к этой замечательной личности.

Мы должны научиться любить и ценить людей, которые своим трудом вносили и вносят огромный вклад в развитие нашей страны, чтобы достойный человек ощутил плоды своего заслуженного труда, пока он жив.

*Мурзубраимов Бектемир, академик НАН КР,
доктор химических наук, профессор,
заведующий лабораторией переработки
минерального и органического сырья
Института химии и фитотехнологии НАН КР
«Акипресс». 18 ноября 2022 г.*

КООРДИНАЦИОННАЯ ХИМИЯ

УДК: 541.49:549.281:546.732:669.73:546.47

Кыдырмаева Назира Шыйтыевна,
доктор химических наук,
заведующий лаборатории неорганической химии
Кыдырмаева Назира Шыйтыевна,
химия илимдеринин доктору,
органикалык эмес химия лабораториясынын башчысы
Kydyrmaeva Nazira Shyitievna,
doctor of chemical sciences, senior researcher

Бердалиева Жылдыз Имакеевна,
кандидат химических наук,
старший научный сотрудник
Бердалиева Жылдыз Имакеевна,
химия илимдеринин кандидаты,
ага илимий кызматкер
Berdalievna Zhyldyz Imakeevna,
candidate of chemical sciences, senior researcher

Аламанова Элмира Азисбековна,
кандидат химических наук, старший научный сотрудник
Аламанова Элмира Азисбековна,
химия илимдеринин кандидаты,
ага илимий кызматкер
Alamanova Elmira Azisbekovna,
candidate of chemical sciences

Малабаева Айнура Муратовна,
кандидат химических наук,
Малабаева Айнура Муратовна,
химия илимдеринин кандидаты,
Malabaeva Ainura Myratovna
candidate of chemical sciences

Институт химии и фитотехнологии НАН КР
КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту
Institute of Chemistry and Phytotechnologies of the NAS KR

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ Cu (II), Co(II), Cd(II), Zn(II), с N,N-СОДЕРЖАЩИМ ЛИГАНДОМ

Аннотация. Синтезирован ряд комплексных соединений Cu(II), Co(II), Zn(II) с имидазолом (**L**). Получены монокристаллы и определены молекулярные и кристаллические структуры комплексов $[\text{Cu}(\text{L}_4)\text{Cl}]\text{Cl}$ **I**, $[\text{CoL}_6](\text{NO}_3)_2$ **II**, $[\text{CuL}_6](\text{NO}_3)_2$ **III** и $[\text{ZnL}_2](\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})$ **IV**. По данным рентгеноструктурного анализа гетероциклический лиганд проявляет монодентатный, хелатно-мостиковый способ координации. Наблюдаются различия в строении соединений, в зависимости от присутствующих анионов. Ионы Cu(II), Co(II) в комплексах **I**, **II** - находятся в октаэдрическом, ион Cu(II) в комплексе **III** тетрагонально-пирамидальном,

ион $Zn(II)$ в комплексе IV в тетраэдрическом окружении, причем L в комплексе I выступает в роли хелатно-мостикового лиганда обуславливая формирование зигзагообразных полимерных цепей.

Ключевые слова: комплекс, лиганд, имидазол, полимер, координация.

КУРАМЫНДА N,N-ЛИГАНДЫ БАР $Cu(II)$, $Co(II)$, $Cd(II)$, $Zn(II)$ КООРДИНАЦИЯЛЫК БИРИКМЕЛЕРИНИН ТҮЗҮЛҮШ ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ

Аннотация. Имидазол (L) менен $Cu(II)$, $Co(II)$, $Zn(II)$ тин бир катар комплекстүү бирикмелери синтезделип алынды. $[Cu(L_4)Cl]Cl$ I, $[CoL_6](NO_3)_2$ II, $[CuL_6](NO_3)_2$ III жана $[ZnL_2](NO_3)_2(H_2O)$ IV комплекстеринин монокристалдары алынып алардын молекулярдык жана кристаллдык түзүлүштөрү аныкталды. Рентгенструктуралык анализдин жыйынтыгы гетероциклдүү лиганд монодентаттуу хелаттык-көпүрө түрдө координацияланаарын, көрсөтү. Аниондорго жараша бирикмелердин түзүлүшүндө айырмачылыктар бар экени байкалат. I, II - комплекстерде $Cu(II)$, $Co(II)$ иондору октаэдрдик, III комплексте $Cu(II)$ иону тетрагоналдык-пирамида, IV комплексте $Zn(II)$ иону тетраэдрикалык түзүлүштө жайланышып, L лиганд хелаттык-көпүрөчө ролунда зигзаг түрүндөгү полимердик чынжырларды пайда кылат.

Негизги сөздөр: комплекс, лиганд, имидазол, полимер, координация.

STRUCTURAL FEATURES OF COORDINATION COMPOUNDS $Cu(II)$, $Co(II)$, $Cd(II)$, $Zn(II)$, N,N-CONTAINING LIGAND

Annotation. A number of complex compounds of $Cu(II)$, $Co(II)$, $Zn(II)$ with imidazole (L) have been synthesized. Single crystals were obtained and the molecular and crystal structures of $[Cu(L_4)Cl]Cl$ I, $[CoL_6](NO_3)_2$ II, $[CuL_6](NO_3)_2$ III and $[ZnL_2](NO_3)_2(H_2O)$ IV. According to X-ray diffraction analysis, the heterocyclic ligand exhibits a monodentate, chelate-bridging method of coordination. There are differences in the structure of compounds, depending on the anions present. $Cu(II)$, $Co(II)$ ions in complexes I, II - are in octahedral, $Cu(II)$ ion in complex III tetragonal-pyramidal, $Zn(II)$ ion in complex IV in tetrahedral environment, and L in complex I acts as a chelate-bridging ligand causing the formation of zigzag polymer chains.

Keywords: complex, ligand, imidazole, polymer, coordination.

Наблюдающийся за последнее годы лавинообразный рост числа структурных исследований в особенности характерен для работ по координационным полимерам азолов с 3d металлами. Координационные полимеры, состоящие из катионов металлов, связанных с органическими линкерами, различные гетероатомы в качестве донорных центров (N,S,O,P,As) вызывают большой интерес, благодаря разнообразию возможных с одномерной (1Д), двухмерной (2Д) и трехмерной (3Д) структур [1].

В частности для галогенидных комплексов $Cu(II)$ характерны следующие типы связывания металлов с галогеном: полимерные зигзагообразные цепочки L-Cu-L-Cu-L,

лестничные CuL , ромбовидные димеры, четырехъядерные кластеры-кубаны Cu_4L_4 и др. [2].

Большая площадь поверхности, регулярная кристаллическая структура, широкие возможности химической функционализации делают эти соединения перспективными материалами для хранения газов и селективного разделения молекул, создание сенсоров, ионных проводников и катализаторов [3].

На структуру образующихся координационных полимеров влияние оказывают следующие факторы:

- природа металла комплексообразователя, вследствие координационных предпочтений иона металла формирует configura-

цию координационного полиэдра.

- природа гетероциклического лиганда, имеющего небольшие по размеру лиганды, способные образовать мостики между ионами металлов.

- природа противоиона: ионы с низкой координирующей способностью (BF_4^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, NO_3^-), благодаря вовлечению в систему водородных связей влияет на супрамолекулярную самоорганизацию и определяет устойчивость кристаллической решетки, а вот существенного влияния на общую структуру координационного полиэдра они не оказывают. Ионы склонные к координации (галогенид, цианид, тиоцианат, азид-анионы) обладают способностью дополнять координационную сферу до максимального координационного числа и выступают в роли мостиковых групп.

В связи с этим нами проведен сравнительный анализ результатов полученных

рентгеноструктурным методом для синтезированных комплексов: $[\text{CuL}_4\text{Cl}]\text{Cl}$ **I** [4], $(\text{CoL}_6)(\text{NO}_3)_2$ **II** [4], $[\text{CdL}_6](\text{NO}_3)_2$ **III** [5] и катена дигидрат – μ - имидазолато-нитрат-диимидазол $\text{Zn}(\text{II})$ **(IV)** [6].

По данным рентгеноструктурного анализа комплекса **I**, атом меди имеет тетрагонально-пирамидальную конфигурацию за счет N-монодентатной координации четырех молекул имидазола с дополнительной удаленной вершиной иона хлора (4+1)+1). Второй ион хлора находится во внешней сфере и локализован в плоскостях каркаса. Структурными единицами соединения **I** являются координационный катион $(\text{Cu}(\text{L}_4)\text{Cl})^+$ и анион Cl^- , которые объединены между собой водородными связями. Строение фрагмента **I** со схемой нумерации атомов показано на рис., длины связей и углы в имидазольном кольце и основные кристаллографические данные приведены в табл.1.

Таблица 1. Кристаллографические данные комплексов CuL_4Cl_2 , $[\text{CoL}_6](\text{NO}_3)_2$, $[\text{CdL}_6](\text{NO}_3)_2$ и $[\text{ZnL}_2](\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2$

Номер соединения	$[\text{Cu}(\text{L})_4\text{Cl}]\text{Cl}$	$[\text{CoL}_6](\text{NO}_3)_2$	$[\text{CdL}_6](\text{NO}_3)_2$	$[\text{ZnL}_2](\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2$
Молекулярная формула	$\text{C}_{16}\text{H}_8\text{CuN}_8\text{Cl}_2$	$\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{CoN}_{14}\text{O}_6$	$\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{CdN}_{12}\text{O}_6$	$\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{N}_{10}\text{ZnO}_8$
Мол. масса, г/моль	406,86	591,44	644,91	330,62
Гр. симметрии	моноклинная	триклинная	триклинная	орторомбическая
$a/\text{Å}^0$	13.9002(7)	12,3555(10)	12,6098(2)	12,1812(10)
$b/\text{Å}^0$	13.3170(6)	12,3545(10)	12,5191(10)	11,0713(7)
$c/\text{Å}^0$	8.8702(5)	12,2833(5)	12,4352(5)	10,3628(10)
$\alpha/\text{Å}^0$		90	90	90
$\beta/\text{Å}^0$	90.084(4)	90	90	
$\gamma/\text{Å}^0$	0.7107	120	121	91,011(8)
Объем ячейки, Å^3	1641.95(17)	1914,76(5)	2029,10(9)	1393,78(19)
Температура, К	273	100	150(2)	293
Пространственная группа, z	$P2_1/n$, 4	R-3	R-3	$P2_1/c$
Число формульных единиц в элементарной ячейке, Z	4	3	3	4
$\rho(\text{выч})$, $\text{г}/\text{см}^{-3}$	1.64(1)	1,539	1,583	1,680

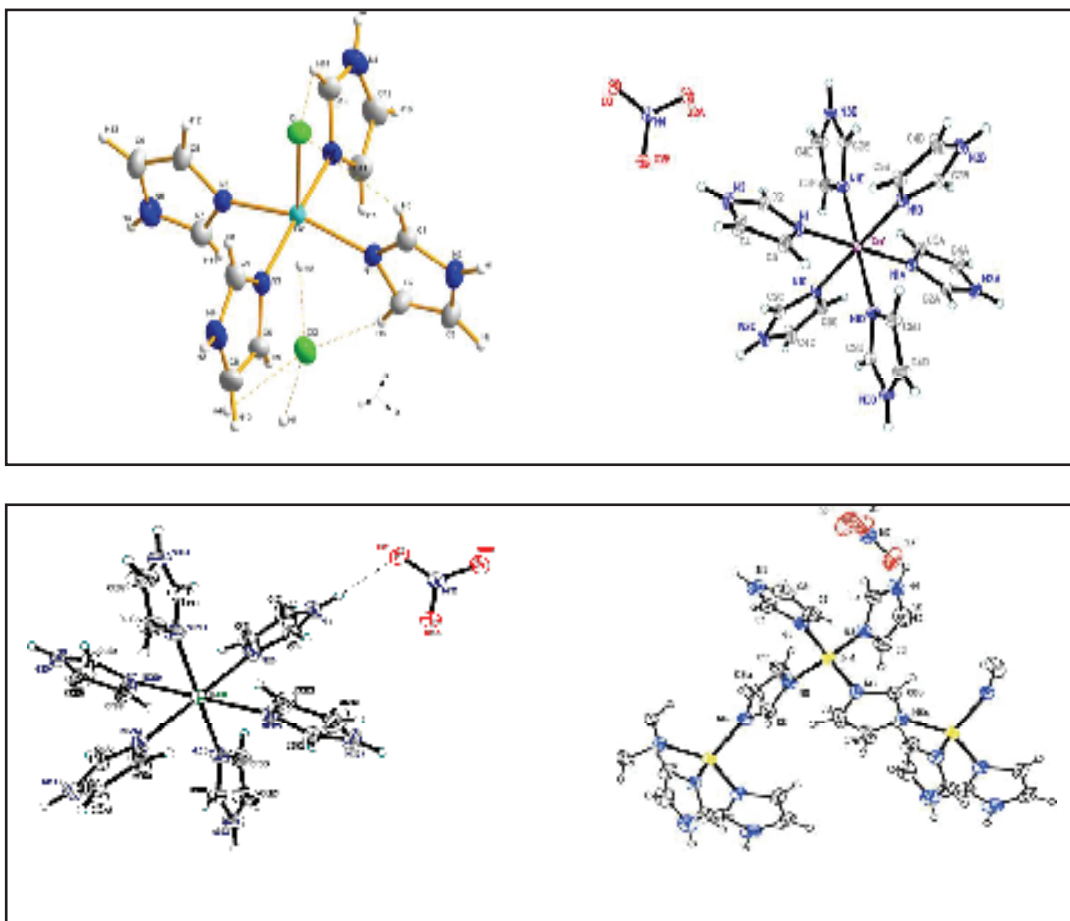


Рис.1. а) Структура координационного соединения $[Cu(L)_4Cl]$
 б) Структура координационного полиэдра комплекса $[CoL_6](NO_3)_2$
 в) Структура координационного полиэдра комплекса $[CdL_6](NO_3)_2$
 г) Структура координационного полиэдра комплекса $[ZnL_2](NO_3)_2(H_2O)_2$

Атомы азота лиганда образуют тетрагональную основу с длинами связи C-N-2,016(1)Å и средним *цис*-N-Ca-N-углом связи 90,29°. Транс- N-C-N- углы показывают значительные отклонения от линейности ($\angle N_3-Cu-N_7=174,73(9)^\circ$, $\angle N_1-Cu-N_5=157,84^\circ$, Cu (II) ион лежит на 0,2016(1)Å° выше плоскости определяемой четырьмя координированными атомами азота имидазольных лигандов. Координированный хлорид-ион занимает апикальную позицию-2,620(1) от меди(II). Вторым удаленный хлорид-ион находится на расстоянии-4,167(1) от ближайшего атома меди в направлении, расположенном координационно связанному хлору, образуя прочную водородную связь между атомами пиррольного водорода-N-H...Cl, образуя слоисто-полимерную структуры.

Кристаллические структуры комплексов с имидазолом II, III- имеют одинаковые базовые структуры, так как полученные комплексы являются изоструктурными. Установлено, что комплексы II, III-кристаллизуются в триклинной сингонии с пр.гр. $\bar{R}3$ - с параметрами элементарной ячейки. Структура комплексов II, III состоит из дискретных катионов $[M(L_6)]^{2+}$, M= Co(II), Cd(II) и анионов NO_3^- . Ионы металлов имеют центросимметричную конфигурацию октаэдра с координационным узлом-MN₆. Гетероцикл координирован монодентатно через пиридиновый атом азота (N₃) к ионам Co(II), Cd(II), средняя длина связи Co-N=2,1590 и Cd-N=2,1542Å.

В комплексах II, III, каждый нитрат анион соединяет три различных катиона

$[(M(L_6))]^{2+}$, через водородную связь пиррольного атома азота $-N-H\cdots O$, тем самым нитрат-ион оказывает влияние на построение слоистой полимерной сети.

Кристаллическая структура дигидрат катена - μ - имидазолато хлорид- диимидазол цинка (II) $[Zn(C_3H_4N_2)(C_3H_4N_2)_2](NO_3)_2(H_2O)_2$. Также установлена методом РСА: кристаллы орторомбические, пространственная группа $P_{2,mm,c}$ с параметрами элементарной ячейки: $a=12,1812(10)$; $b=10,0713(7)$; $c=11,3628(10)$ Å; $\alpha=\beta=90$; $\gamma=120$; $V=1914,78(5)$ Å³; пр.гр.-R3 состоит из цепочек бис (имидазольных цинковых звеньев), соединенных имидазольными анионами, представляя собой зигзагообразный полимер- $[\mu-Zn(C_3H_3N_2)(C_3H_4N)=1,960(3)$ Å В IV на одну ячейку соединения приходится по две формульные единицы. Имидазолатное кольцо $-(Im^-)$ в соединении Zn (Im^-) (ImH) выполняет роль мостика между атомами цинка в Z-направлении. Zn-N($C_3H_4N_2=1,960(3)$)Å. Имидазольные группы (ImH) связаны с атомом цинка с обеих сторон зеркальной плоскости через один атом азота, с завершением тетраэдрической конфигурации вокруг атома цинка Zn-N($C_3H_4N_2=2,042(4)$)Å. Смежные полиядер-

ные цепи $N-H\cdots O$, связаны друг с другом водородными связями. Между водородом пиррольной группы и атомами кислорода нитрат-аква ионами. Установлено, что в комплексе IV-имидазол выступает в роли хелатно-мостикового лиганда, обуславливая формирование зигзагообразных полимерных цепей.

Таким образом, рентгеноструктурные исследования не только подтвердили наличие хелатных циклов в комплексах, но и позволили выяснить ряд новых особенностей строения соединений. Как оказалось, молекула имидазола, выступая в роли лиганда, может связываться с атомом комплексообразователя различными способами:

- безводные комплексы нитратов Co(II) и Cd(II) и хлорида Cu(II) с имидазолом имеют слоисто-полимерные строения 2Д за счет взаимодействия протона пиррольного атома азота имидазола и атома кислорода нитрат- и хлорид ионов, типа: $N-H\cdots O$ и $N-H\cdots Cl$.

- в комплексе дигидрат катена - μ - имидазолато хлорид- диимидазол цинка (II) имидазол играет роль хелатно-мостикового лиганда, образуя 1Д зигзагообразный координационный полимер.

Литература

1. Добрынин А.Б., Галимова М.Ф., Мусина Э.И. «Структурные особенности биядерных комплексов меди (II) с 10 - μ - (арил) феноксарсинами» // ИОФХ им. А.Е. Арбузова, ОСП, ФИЦ, Каз НЦ, Россия.
2. Смирнова К.С., Сухих Т.С., Аданин С.А., Ельцов И.В., Лидер Е.В. «Структурные особенности комплексов кадмия (II) с бис (бензимидазол-2-ил) метаном» // ЖСХ, Т.62, №5, 2021, с.772.
3. Барсукова М.О., «Синтез, строение и свойства металл-органических координационных полимеров на основе гетероциклических лигандов». Дисс... к.х.н., 2018г.
4. Малабаева, А. М. Шыйтыева Н. К., Бердалиева Ж. И. / «Синтез, спектроскопическая характеристика и кристаллическая структура координационного соединения хлорида меди (II) с имидазолом». // Национальная ассоциация ученых, часть I. - Екатеринбург, 2016. - № 5(21) - С.150-155.
5. E. Alamanova, N. Shyytyeva Zh. Berdalieva et all. «Coordination Polymer of Cobalt (II) Nitrate with Imidazole: Synthesis, Properties and Crystal Structure» // Journal of Crystallization Process and Technology. – 2021. – Vol. 10. – P. 1-9.
6. Аламанова Э.А., Кыдырмаева Н.Ш. «Координационные соединения азолов с неорганическими солями: синтез, свойства и строение» / Авто. дисс., к.х.н., 2022, Бишкек.

УДК: 547.792:661.42:631.833:549.281

Кыдырмаева Назира Шыйтыевна¹,
*доктор химических наук,
заведующий лаборатории неорганической химии*

Кыдырмаева Назира Шыйтыевна¹,
*химия илимдеринин доктору,
органикалык эмес химия лабораториясынын баичысы*
Kydyrmaeva Nazira Shyitiyevna¹,
*doctor of chemical sciences,
head of the laboratory of inorganic chemistry*

Мамбетова Жазира¹,
младший научный сотрудник

Мамбетова Жазира¹,
кенже илимий кызматкер

Mambetova Zhazira¹,
junior researcher

Аламанова Элмира Азисбековна¹,
кандидат химических наук, старший научный сотрудник

Аламанова Элмира Азисбековна¹,
химия илимдеринин кандидаты, ага илимий кызматкер

Alamanova Elmira Azisbekovna¹,
candidate of chemical sciences, senior researcher

Бердалиева Жылдыз Имакеевна¹
кандидат химических наук, старший научный сотрудник

Бердалиева Жылдыз Имакеевна¹
химия илимдеринин кандидаты, ага илимий кызматкер

Berdalievna Zhyldyz Imakeevna¹
candidate of chemical sciences, senior researcher

Чолпонкулова Вилена,¹
младший научный сотрудник

Чолпонкулова Вилена,¹
кенже илимий кызматкер

Cholponkulova Vilena,¹
junior researcher,

Ишенбекова М. И.²
*магистрант факультет биологии и химии,
кафедра химии и технологии*

Ишенбекова М. И.²
*биология жана химия факультетинин,
химия жана технология кафедрасынын магистранты*

Ishenbekova M.I.,²
*undergraduate faculty of biology and chemistry,
department of chemistry and technology*

¹Институт химии и фитотехнологии Национальная академия наук КР
КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту
Institute of Chemistry and Phytotechnologies of the NAS KR

²Кыргызский Государственный университет им. И. Арабаева
И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети
Kyrgyz State University named after I. Arabaev

ХЕЛАТЫ 1,2,4 – ТРИАЗОЛА С ХЛОРИДОМ И СУЛЬФАТОМ МЕДИ (II) И ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Аннотация. Координационные соединения состава $[\text{CuL}_4]\text{Cl}_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **I** и $[\text{CuL}_4]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **II** (L-1,2,4-триазол, $\text{C}_2\text{H}_3\text{N}_3$) синтезированы методом растворимости в водно-насыщенной среде при 25°C. Соединения исследованы методами элементного, термического анализов и ИК-спектроскопии. Показано, что термодеструкция **I** и **II** происходит в несколько стадий, сопровождающихся эндо- и экзоэффектами и завершается образованием CuO. ИК методом установлен способ координации лиганда, состав координационного узла и строение координационного полиэдра.

Ключевые слова: 1,2,4-триазол, комплекс, термический анализ.

ЖЕЗДИН (II) ХЛОРИДИ ЖАНА СУЛФАТЫ МЕНЕН 1,2,4 – ТРИАЗОЛДУН ХЕЛАТТАРЫ ЖАНА АЛАРДЫН ФИЗИКАЛЫК-ХИМИЯЛЫК КАСИЕТТЕРИ

Аннотация. Каныккан суу чөйрөдө 25°C градууста эрүү ыкмасы менен $[\text{CuL}_4]\text{Cl}_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **I** жана $[\text{CuL}_4]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **II** (L=1,2,4-триазол, $\text{C}_2\text{H}_3\text{N}_3$) координациялык бирикмелери синтезделди. Бирикмелер элементтик, термикалык жана ИК спектрдик анализдери менен изилденди. **I** жана **II** бирикмелердин термодеструкциясы бир нече этапта жүрүп, эндо- жана экзо-эффекттер менен коштолуп, CuO пайда болушу менен аяктаары көрсөтүлгөн. Лигандтын координациялоо ыкмасы, координациялык түйүндүн курамы, координациялык полиэдрдин түзүлүшү ИК спектр методу менен аныкталды.

Негизги сөздөр: 1,2,4-триазол, комплекс, термикалык анализдер.

CHELATES 1,2,4 - TRIAZOLE WITH CHLORIDE AND SULFATE COPPER (II) AND THEIR PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES

Abstract . $[\text{CuL}_4]\text{Cl}_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **I** and $[\text{CuL}_4]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **II** (L-1,2,4-triazole, $\text{C}_2\text{H}_3\text{N}_3$) coordination compounds were synthesized by the solubility method in a water-saturated medium at 25°C. The compounds were characterized by elemental, thermal analysis and IR spectroscopy. It has been shown that thermal degradation of **I** and **II** occurs in several stages accompanied by endo- and exo-effects and ends with the formation of CuO. The method of ligand coordination, the composition of the coordination site, and the structure of the coordination polyhedron were determined by the IR method.

Keywords: 1,2,4-triazole, complex, thermal analysis.

Металл-органические соединения d-металлов с мультидентатными лигандами можно рассматривать как прекурсоры для создания органических-неорганических гибридных материалов. Растущий интерес к таким соединениям связан с их необычными структурами и возможностью применения в качестве функциональных материалов но-

вого поколения – высокоэффективных сенсоров [1-2], сорбентов различных газов [3], катализаторов [4,5], а также важной задачей является поиск среди синтезированных координационных соединений биологически активных веществ. Среди лигандов, подходящих для синтеза соединений, с вышеотмеченными свойствами представляет интерес 1,2,4-триазол. Последний относится к классу полиазотистых гетероциклических соединений, имеющих три аннулярных атома азота триазольного кольца, способных к координации с ионами металлов бидентатно-мостиковым, бидентатно-циклическим и монодентатным способом с образованием металл-органических координационных полимеров цепочечного, слоистого, каркасного строения.

В настоящей работе синтезированы соединения $[\text{CuL}_4]\text{Cl}_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **I** и $[\text{CuL}_4]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **II**. Состав, свойства и строения охарактеризованы методами элементного, термического анализов и ИК спектроскопии.

Экспериментальная часть

В работе использовали $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, марки «хч», а 1,2,4-триазол фирмы «Aldrich». Комплексные соединения 1,2,4-триазола с солями меди(II) синтезированы, как описано в работах [6,7].

- элементный анализ выполнялся на полуавтоматическом с CHN-анализаторе АЕ-3000 («Euro-Vector»).

- термическая устойчивость **I** и **II** изучалась на дериватографе системы Паулик–Паулик, Эрдей в воздушной среде в интервале 20 - 1000°C (скорость нагревания – 10 град/мин, чувствительность ДТА и ДТГ – 1/5 максимальной, эталон – Al_2O_3 , навеска образца 50 мг).

- ИК спектры поглощения (4000–400 cm^{-1}) лиганда и комплексов, таблетированных с KBr, записывались на спектрофотометре «Nicolette-Avatar».

Результаты и обсуждение

Методом растворимости при взаимодействии хлорида и сульфата меди и 1,2,4-триазола в тройных водно-солевых системах при 25°C установлено образование трех комплексов состава $[\text{CuL}_4]\text{Cl}_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **I** и $[\text{CuL}_4]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **II** и $[\text{CuL}_2]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **III**.

Диаграмма растворимости системы $\text{CuCl}_2 \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{N}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ характеризуется тремя ветвями кристаллизации: первая и третья ветви соответствуют выделению в твердую фазу исходных компонентов, а вторая выделению в твердую фазу комплекса состава $[\text{CuL}_4]\text{Cl}_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **I** с мольным соотношением 1:4:2. Область кристаллизации **I** по 1,2,4-триазолу – 20,66-12,80 масс.% и по хлориду меди 5,50-28,2 масс.%. Соединение **I** в воде растворяется конгурэнтно (рис. 1а,б).

Диаграмма растворимости системы $\text{CuSO}_4 \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{N}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ характеризуется четырьмя ветвями кристаллизации, две крайние из которых относятся кристаллизации исходных компонентов, средние ветви – соответствуют гидратным соединениям состава $[\text{CuL}_4]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **II** и $[\text{CuL}_2]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ **III**. Соединения кристаллизуются в концентрационных пределах 12,03-12,33 масс.% 1,2,4-триазола и 2,05-26,81 масс.% сульфата меди, 13,01-3,26 масс.% 1,2,4-триазола и 27,43-27,36 масс.% сульфата меди, соответственно. Комплекс **II** в воде растворяется конгурэнтно, а комплекс **III** не удалось выделить в свободном состоянии, вследствие инконгурэнтной растворимости комплекса (рис. 1а,б).

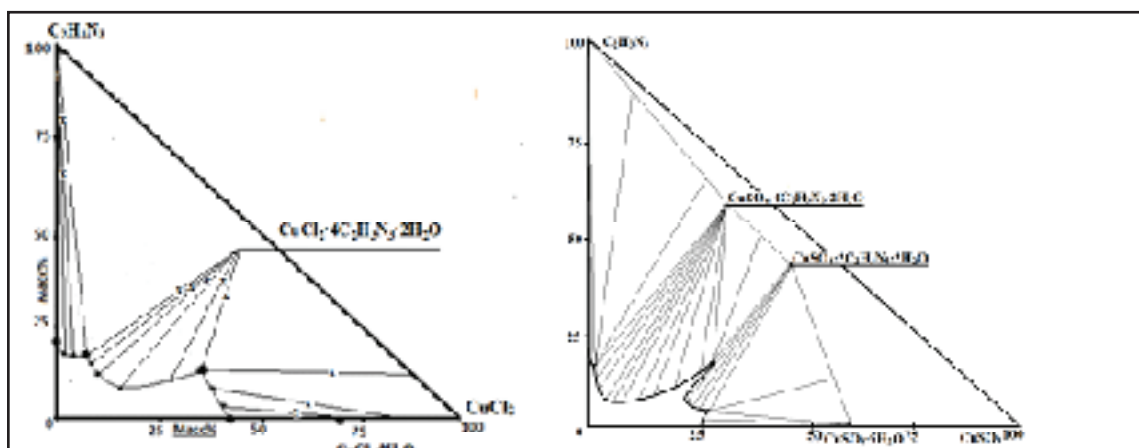


Рис.1. Диаграмма растворимости системы а) $CuCl_2 - C_2H_3N_3 - H_2O$ б) $C_2H_3N_3 - H_2O$ при $25^\circ C$

	Данные элементного анализа:			
найдено, %	C - 30,8;	H - 3,1;	N - 38,2;	Cu - 14,1
	Для комплекса $C_8H_{16}N_{12}O_2Cl_2Cu$:			
вычислено, %	C - 30,03;	H - 3,04;	N - 37,9;	Cu - 14,01,
найдено, %	C - 12,9;	H - 20,1;	N - 36,01;	Cu - 13,09
	Для комплекса $C_8H_{16}N_{12}O_6SCu$:			
вычислено, %	C - 13,2;	H - 19,9;	N - 35,9;	Cu - 13,1

На термограммах комплексов I и II обнаружены экзоэффекты дегидратации 140-220 для I и 160-200 для II. Деструкция органической части молекул комплекса I протекает в пределах температур 220-360°C (убыль

массы по ТГ ($\Delta m_{теор.} = 62,3\%$, а ($\Delta m_{эксп.} = 61,75$), а для II ($\Delta m_{теор.} = 68,00\%$; а ($\Delta m_{эксп.} = 69,00$). Конечным продуктом термоллиза является CuO , что характерно для хлоридных и сульфатных комплексов меди (II) [8] (рис.2а,б).

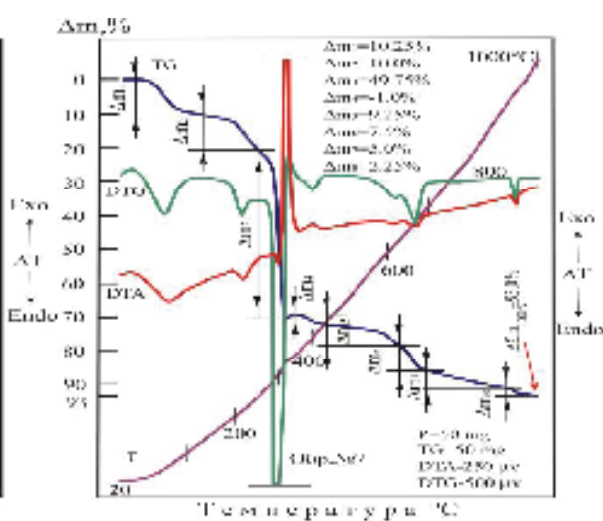
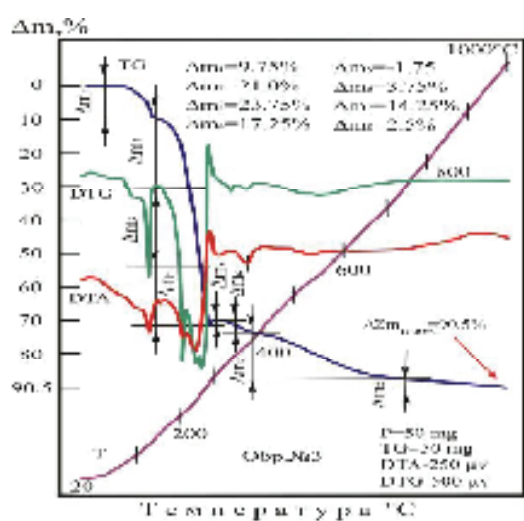
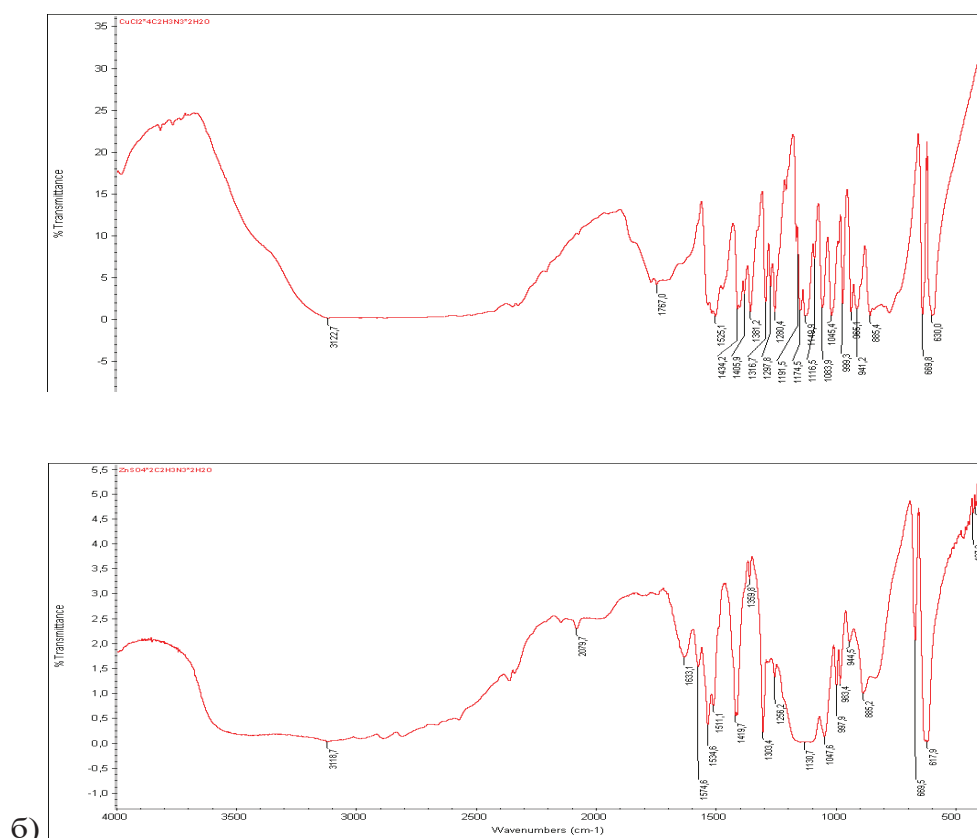


Рис. 2. Термограммы комплексов: а) $[CuL_4]Cl_2 \cdot (H_2O)_2$; б) $[CuL_4]SO_4 \cdot (H_2O)_2$



В ИК спектрах **I**, **II** в области колебаний основ функциональных групп происходит практически одинаковые изменения: полосы валентно-деформационных колебаний кольца при 1470-1520 $^{\circ}C$ сдвигается на 15-20 cm^{-1} в высокочастотную область, что характерно для комплексов данного класса и свидетельствует о координации атомов азота кольца металлом.

О возможном способе координации 1,2,4-триазола с атомом меди (**II**) можно предположить, анализируя область торсионных колебаний триазольного кольца, полосы поглощения которых регулируется в интервале частот 600-700 cm^{-1} .

Монодентатная координация приводит к нарушению локальной C_{2v} -симметрии триазольного кольца, в результате чего возрастает ИК-активность торсионных колебаний, расположенных при 690 cm^{-1} . Полосы валентных колебаний $\nu_{(N-N)}$ либо смещены

в меньшей степени, либо вообще смещены не в высокочастотную, а в низкочастотную область. Это возможно, является свидетельством того, что в **I** и **II**, лиганд является монодентным, поскольку наименьшая поляризация триазольного цикла наблюдается именно при монодентатной координации [9].

В области 2600-3400 cm^{-1} также имеются структурированные полосы, обусловленные $\nu_{(C-H)}$ - триазольного кольца. В спектрах **I** и **II** присутствует некоординированные полосы кристаллизационной воды $\nu_{(OH)}$ -3450, $\delta_{(H_2O)}$ 1590-1620 и $\rho_{(H_2O)}$ -510-240 cm^{-1} , и $\nu(SO_4^{2-})$ =1020-1145 cm^{-1} и $\delta(SO_4^{2-})$ =545,622 cm^{-1} . Кроме того появляется новая, отсутствующая у свободного лиганда полоса валентного колебания связи $M \leftarrow N$ в пределах полос поглощений 420-450 cm^{-1} , которая свидетельствует в пользу комплексообразования через атом азота гетероцикла (Рис.3а,б).

ИК спектры поглощения комплекса а) $[\text{CuL}_4]\text{Cl}_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$; б) $[\text{CuL}_4]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$

Таким образом, анализ ИК спектров **I** и **II** (валентно-деформационных, торсионных колебаний кольца, $\nu_{(\text{OH})}$ -3450, $\delta_{(\text{H}_2\text{O})}$ 1590-1620, $\nu(\text{SO}_4^{2-})=1020-1145\text{cm}^{-1}$ и $\delta(\text{SO}_4^{2-})=545,622\text{cm}^{-1}$, валентных колебаний

$\text{M} \leftarrow \text{N}$ и с учетом литературных данных [9], можно утверждать что в **I** и **II**-1,2,4-триазол является монодентатным лигандом и координируется с металлом через четыре атома азота в положении 4, образуя тетрагональную конфигурацию, координационный узел - CuL_4 .

Литература

1. *Hasnoot J. C.* // *Coord. chem. Rev.*, 2000, V. 200-202, p. 131.
2. *Aromi G., Barrios L. A., Roubean O., Games Z. P.* // *Coord. chem. Rev.*, 2011, v. 255, №5, p. 485.
3. *Ferrer S., Aznar E., Lloret E. et. All.* // *Znorg. chem.*, 2007, v. 46, №2, p. 372.
4. *Бушыев М. Б., Вееровец А. В., Наумов Д. Ю., и др.* // *Коорд. химия*, 2006, т. 32, №5, с. 323.
5. *Kolnaar J. J. A., Dijk G. van., Kooigman H. et all* // *Znorg. chem*, 1997, v. 36, №11, p. 2433.
6. *Аносов В.Я., Озерова М. И., Фиалков Ю. Я.* Основы физико-химического анализа – М: Наука, 1976. – 504 с.
7. *Аносов В.Я., Озерова М. И., Бурмистрова Н.Н.* (Пособия по практическим занятием по физико-химическому анализу. Растворимость.: Казань, Изд. КазанГу., 1969.
8. *Шыйтыева Н.К.* Синтез, физико-химические свойства хелатов бивалентных металлов с бензимидазолом и пиридоксином.- Бишкек, 2010, 233с.
9. *Синдицкий В. И., Сокоп В. И., Фогельзанет А. Е. и др.* «Колебательные спектры и строение координационных соединений с 4-амино-1,2,4-триазолом в качестве монодентатного лиганда. *ЖНХ*, 1987, т. 32, в. 8,

УДК 661.846: 635.41;547.781(04)

¹Кыдырмаева Назира Шыйтыевна,

*доктор химических наук,
заведующий лаборатории неорганической химии*

¹Кыдырмаева Назира Шыйтыевна,

*химия илимдеринин доктору,
органикалык эмес химия лабораториясынын баиччысы*

¹Kydyрмаeva Nazira Shyitiyevna¹,

*doctor of chemical sciences,
head of the laboratory of inorganic chemistry*

¹Аламанова Элмира Азисбековна,

кандидат химических наук, старший научный сотрудник

¹Аламанова Элмира Азисбековна,

химия илимдеринин кандидаты, ага илимий кызматкер

¹Alamanova Elmira Azisbekovna¹,

candidate of chemical sciences, senior researcher

¹Бердалиева Жылдыз Имакеевна

кандидат химических наук, старший научный сотрудник

¹Бердалиева Жылдыз Имакеевна

химия илимдеринин кандидаты, ага илимий кызматкер

¹Berdalievа Zhyldyz Imakeevna,

candidate of chemical sciences, senior researcher

²Дуйшонбаева Астра Такыбаевна

кандидат химических наук

²Дуйшонбаева Астра Такыбаевна

химия илимдеринин кандидаты,

²Duishonbaeva Astra Takybaevna

candidate of chemical sciences

²Исакова Кенжекан Сайпидиновна

соискатель

²Исакова Кенжекан Сайпидиновна

изденүүчү

²Isakova Kenjekan Saipidinovna

applicant

¹Институт химии и фитотехнологии Национальная академия наук КР

КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту

Institute of Chemistry and Phytotechnologies of the NAS KR

²Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына

Ж. Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университети

Kyrgyz National University named after Jusup Balasagyn

²Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрыбина

К. И. Скрыбин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университети

Kyrgyz National Agrarian University named after K.I.Scriabin

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ХЛОРИДОВ МАГНИЯ И КАЛЬЦИЯ С ИМИДАЗОЛОМ: СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Аннотация. Методом фазовых равновесий изучено взаимодействие хлоридов Mg(II) и Ca (II) имидазолом в водно - насыщенном среде при 25°C и были синтезированы комплексы составов $[Mg(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$ (I) и $[Ca(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$ (II), состав и структура которых установлены на основании данных – элементного C,H,N, термогравиметрического, рентгенофазового анализов и ИК спектроскопии.

Термогравиметрическим методом установлено, что термическая деструкция комплексов (I) и (II) является многошаговым процессом, который включает дегидратацию, термолиз катионной и анионной части комплексов. Термическое окисление металлов происходит в области 550°C с образованием оксидов. Рассчитаны интенсивности линий и межплоскостные расстояния, параметры элементарных ячеек, мольный объём, значение рентгеновский плотности и число формульных единиц в элементарной ячейке. Установлено, что комплексы (I) и (II) кристаллизуется в моноклинной сингонии. Данные ИК-спектроскопии подтверждают, что в комплексах (I) и (II) с N_4 - лигандным окружением реализуется тетраэдрическая конфигурация хелатного цикла $Me N_4$ (Me= Ca, Mg).

Ключевые слова: имидазол, хлорид магния, хлорид кальция, комплексные соединения, физико-химический анализ, ИК спектроскопия, рентгенофазовый анализ, термогравиметрический анализ,

МАГНИЙ ЖАНА КАЛЬЦИЙ ХЛОРИДИНИ ИМИДАЗОЛ МЕНЕН КОМПЛЕКСТИК БИРИКМЕЛЕРИ: СИНТЕЗИ ЖАНА ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫК КАСИЕТТЕРИ

Аннотация. Фазалык тең салмактуулук методу менен 25°C каныккан суу чөйрөдө Mg(II) жана Ca(II) хлориддеринин имидазол менен өз ара аракеттешүүсүнөн $[Mg(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$ (I) жана $[Ca(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$ (II) комплекстери синтезделип алынды, алардын курамы жана тузулушу элементтик C,H,N, термогравиметриялык, рентгенфазалык жана ИК-спектроскопиялык анализдердин жардамы менен аныкталды.

(I) жана (II) комплекстеринин термикалык бузулушу, комплекстердин катиондук жана аниондук бөлүктөрүнүн термолизинде дегидратация коштоп көп баскычтуу процесс экендигин термогравиметриялык ыкма менен аныкталды. Металлдардын термикалык кычкылдануусу 550°C оксиддердин пайда болушу менен жүрөт. Сзыктын интенсивдүүлүгү жана тегиздик аралык жайгашуусу, элементардык ячейканын параметрлери, молярдык көлөмү, рентген тыгыздыгынын маанилери жана элементардык ячейкадагы формулалык бирдиктердин саны эсептелди. (I) жана (II) комплекстери моноклиндик сингонияда кристаллдашары аныкталды. ИК спектроскопиялык метод менен (I) жана (II) комплекстерде металлды (Me = Ca, Mg) N_4 лиганд курчап турнандыктан тетраэдрикалык хелаттык конфигурацияда жайгашары тастыкталды.

Негизги сөздөр: имидазол, магний хлориди, кальций хлориди, комплекстик бирикмелер, физика-химиялык анализ, ИК-спектроскопия, рентгенфазалык анализ, термогравиметриялык анализ.

COMPLEX COMPOUNDS OF MAGNESIUM AND CALCIUM CHLORIDES WITH IMIDAZOLE: SYNTHESIS AND PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Abstract. The interaction of Mg(II) and Ca (II) chlorides with imidazole in a water - saturated medium at 25°C was studied by the phase equilibrium method and complexes of the compositions $[Mg(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$ (I) and $[Ca(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$ (II) were synthesized, the composition

and structure of which were established based on data from C,H,N – element, thermogravimetric, x-ray phase analysis and IR spectroscopy.

The thermal behavior of complexes (I) and (II) was studied by the thermogravimetric method. It is established that the thermal degradation of complexes (I) and (II) is a multi-step process that includes dehydration and thermolysis of the cationic and anionic parts of the complexes.

Thermal oxidation of metals occurs in the region of 550°C, with the formation of oxides. Line intensities and interplane distances, unit cell parameters, molar volume, x-ray density, and the number of formula units in a unit cell are calculated. It was found that complexes (I) and (II) crystallize in the monoclinic syngony.

IR spectroscopy has shown that the tetrahedral configuration of the me N4 chelate cycle (Me=CA, MD) is realized in complexes (I) and (II) with an N4 ligand environment.

Keywords: imidazole, magnesium chloride, calcium chloride complex compounds, physical and chemical analysis, IR spectroscopy, x-ray phase analysis, thermogravimetric analysis,

Введение. Моно - и полиядерные азольные комплексы 3d переходных металлов представляют собой обширный класс координационных соединений, привлекающие усиленное внимание исследователей на протяжении последних лет и отличающиеся многочисленными структурными разнообразиями [1-3]. На сегодняшний день структурно охарактеризованы би-, три-, и полиядерные комплексы азолов с солями переходных металлов [4-6], большинство из которых обладают эффективными антибактериальными, антигрибковыми [7], антигельминтными [8,9] действиями и участвуют в ключевых процессах жизнедеятельности живых организмов. Среди них найдены также антидиабетические и противоопухолевые препараты [10,11].

В научной литературе достаточно хорошо представлены результаты изучения координационных соединений 3d металлов с азолами в качестве биоактивных веществ.

Однако крайне редко встречаются данные о взаимодействии солей щелочноземельных металлов (Mg, Ca) с азолами. При этом, если учесть огромную роль кальция и магния, как макроэлементов в биологических системах (Н: нормальное состояние живой клетки обусловлено определенным соотношением ионов (Ca²⁺, Mg²⁺), то недостаточность в организме этих элементов могут вызвать патологические нарушения процесса костеобразования.

Настоящее исследование посвящено синтезу и изучению физико-химических свойств комплексов магния **I** и кальция **II** на основе имидазола (C₃H₄N₂).

Экспериментальная часть Синтез комплексов (I) и (II).

Синтез [Mg(C₃H₄N₂)₄Cl₂·2H₂O] выполнили методом растворимости в трехкомпонентной системе MgCl₂-C₃H₄N₂-H₂O при 25°C [10].

Изучение растворимости в системах проводили в водном термостате с электрическим подогревом, в стеклянных сосудах, снабженных специальной мешалкой с масляным затвором. Равновесие в системе устанавливалось в течение 22-24 часов при непрерывном, энергичном перемешивании смесей. Точность термостатирования ±0,5°C. Все анализы проб жидкой фазы и твердого «остатка» проводили в параллельных определениях. Состав твердых фаз в системе определяли по методу Скрейнемаркера. [12] Содержание имидазола рассчитывали по количеству азота, найденного по методу Кьельдаля, содержание катионов определяли трилонометрически:

Mg²⁺ и Ca²⁺ в среде аммиачного буфера pH=10 с применением эриохрома черного. Растворимость выражена в масс%.

Для перекристаллизованного из этанола комплекса C₁₂H₂₀N₈O₂Cl₂Mg:

найденно, % C-34,8; H-4,6; N- 27,2; Mg- 6,1

вычислено, % C-35,03; H- 5,04; N- 26,9; Mg- 6,01,

$T_{пл} = 120,5 \text{ } ^\circ\text{C}$, $T_{кип} = 163,8 \text{ } ^\circ\text{C}$.

ИК спектр (ν, cm^{-1}): 1633,1, 1511,1, 1359,8, 1303,4, 944,5, 669,5, 427,3

Синтез $\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_4\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ выполнили аналогичным методом.

Для комплекса $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{N}_8\text{O}_2\text{Cl}_2\text{Ca}$:

найдено, % C-33,9; H- 5,1; N- 26,8; Ca- 8,89

вычислено, % C- 34,2; H- 4,9; N- 27,3; Ca- 9,1

$T_{пл} = 145,8 \text{ } ^\circ\text{C}$, $T_{кип} = 168,4 \text{ } ^\circ\text{C}$

ИК спектр (ν, cm^{-1}): 3253,3136,2916,1641,1447,1101,843,652

Элементный анализ комплексов (I) и (II) на C, H, N был определен на анализаторе АЕ- 3000 фирмы Euro-Vektor.

Термогравиметрический анализ соединений проведен на дериватографе системы Паулик Паулик, Эрдей в атмосфере воздуха при нагревании от 20 до 1000 $^\circ\text{C}$, со скоростью нагрева 10 град./мин. Эталонном служил оксид алюминия.

Рентгенофазовый анализ проведен на автоматизированном дифрактометре «Дрон-3», CuK_α - излучением, β -фильтр. Условия съемки дифрактограмм; $H=35 \text{ Кв}$, $Z=20\text{mA}$; съёмка θ -2 θ ; детектор 2 град./мин. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием данных картотеки ICDD (база порошковых дифрактометрических данных Database PDF₂ (Powder Diffraction File, 2012).

ИК спектры записывали на ИК фурье спектрометре Nicolet-6700: образцы готовили таблетированием с KBr (поглощение, область 4000-400 cm^{-1}).

Результаты и их обсуждение

В результате изучения фазовых равновесий в двух тройных водно-солевых системах, содержащих хлориды Mg(II) и Ca(II) и имидазол, было установлено образование двух комплексных соединений состава 1:4:2

Комплексообразование в системе хлорид магния – имидазол – вода изучена нами впервые. Крайние ветви кристаллизации на изотермах растворимости соответствуют растворам, выделяющим в данную фазу гекса гидрата хлорида магния и имидазола.

А вторая ветвь соответствует кристаллизации конгруэнтно растворимого соединения состава $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, концентрационные пределы выделения соединения следующие: от 7,2% до 27,47% MgCl_2 и от 65,23% до 9,8% $\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2$. Состав соединения выражается содержанием компонентов: MgCl_2 - 23,66% , $\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2$ - 67,46%, и H_2O - 8,9%, что хорошо согласуется с теоретически найденными MgCl_2 - 23,59%, $\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2$ - 67,59% , и H_2O - 8,92%.

Изотермы растворимости системы CaCl_2 - $4\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2$ - $2\text{H}_2\text{O}$ характеризуются наличием трех ветвей кристаллизации, две крайние ветви соответствуют выделению в твердую фазу исходных компонентов, средняя - $\text{CaCl}_2 \cdot (\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_4\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Соединение кристаллизуется в концентрационных пределах 11,47- 20,09 масс% CaCl_2 и 51,00 – 23,89 масс% имидазола. Изотермы данной тройной системы на диаграмме растворимости представлены тремя ветвями кристаллизации, разграниченными двумя эвтоническими точками (рис.1.а, б).

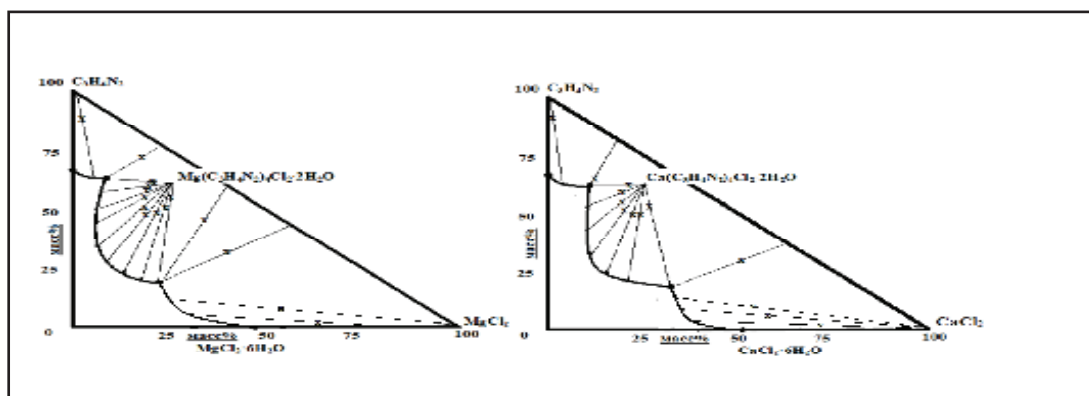


Рис.1. Диаграмма растворимости комплекса а) $[Mg(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$
б) $[Ca(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$

Термическая стабильность соединения $[Ca(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$ (I) и $[Mg(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$ (II) была изучена с помощью термогравиметрического анализа (рис.2.а,б).

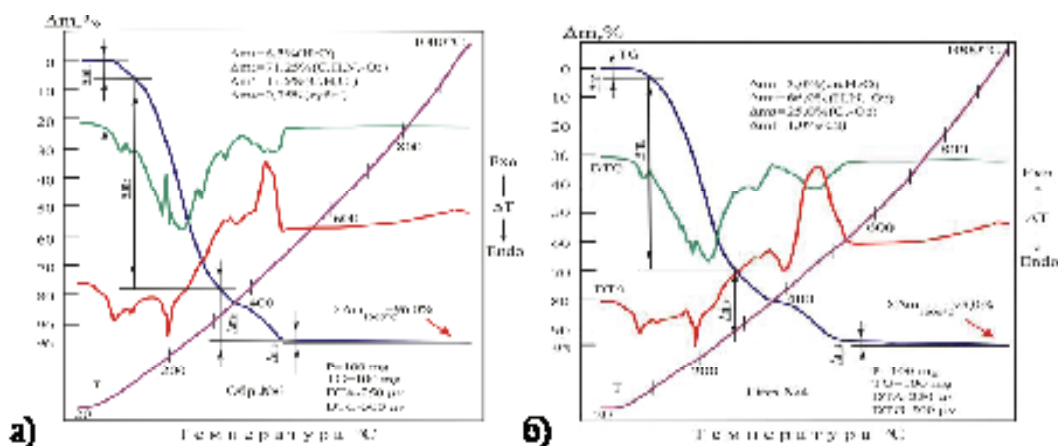


Рис.2. Дериватограммы а) $[Mg(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$ б) $[Ca(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$

На кривой дифференциально термического анализа комплекса $MgL_2Cl_2(H_2O)_2$ обнаружены два эндоэффекта в пределах температур 20-110 и 110-351°C и экзоэффекты в пределах температур 315-500°C. Первый эндоэффект (20-110°C) соответствует удалению двух молекул кристаллизационной воды, потеря в весе по кривой ТГ 7,5%, от общей массы, что согласуется с теоретически рассчитанными данными, которая равняется 8,9%. Следующий, очень сильный эндоэффект в пределах температур 110-351°C соответствует удалению четырех молекул имидазола, убыль массы составляет 71,25%. Финальным продуктом термоллиза является хлорид магния. При 450°C остаточная масса в 21,25% не сильно отклоняется от теоретического значения 21,18%.

Термическая деструкция комплекса (II) начинается при 90°C и демонстрирует потерю массы, вследствие удаления кристаллизационной воды. Величина наблюдаемой потери массы составляет 3,8% и хорошо согласуется с рассчитанным значением для одной молекулы воды, которая составляет 4,2%.

Второй крутопадающий, глубокий экстремум соответствует удалению 67,00% массы и согласуется с рассчитанной величиной для второй координационной моли воды и четырех молекул имидазола на формульную единицу. Теоретически рассчитанная убыль массы составляет 68,04%. Далее с повышением температуры при 275°C происходит горение соли с образованием оксида кальция.

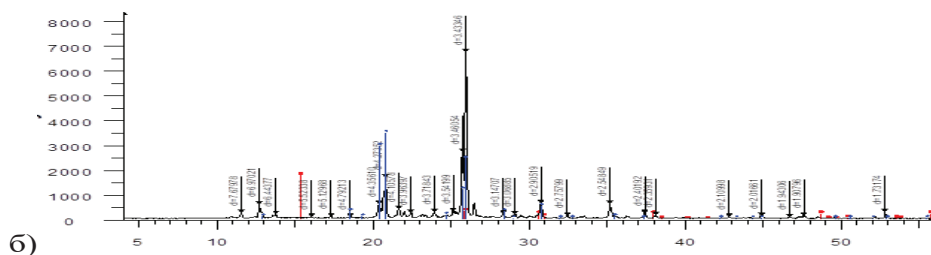


Рис.4. Дифрактограммы соединений: а) $[Mg(C_3H_4N_2)_4Cl_2 \cdot 2H_2O]$



Таким образом, на основании элементного, ДТА, РФА анализов, а также ИК спектроскопии установлено, что координационный полиэдр Ca^{2+}, Mg^{2+} - это искаженный тетраэдр с координационным узлом MeN_4 ,

который состоит из четырех монодентатно-координированных пиридиновых атомов азота, а хлор-ион и молекулы воды расположены во внешней координационной сфере.

Литература

1. [R.Jlassi, A.Khalladi, H.Naili, T.Ruffer, Heinrich Lang, W.Rekik] Polyhedron, 2019-158с.
2. Hai-Yan Zhao. Synthesis and Reactivity in Inorganic and Metal-Organic Chemistry. Nano-Metal Chemistry. /Hai-Yan Zhao, Jing-Jun Ma, Xiao-Dong Yang, Min-Li Yang. 2001- p. 46,45.
3. G.Vasuki. Acta Crystallographica Section E. : Structure Reports Online, M.Kayalvizhi, G.Vasuki, K.Kaabi, C.Ben Nasr. 2013 - 69,m. p.48.
4. Haosnoot I.G. Coordination Chemistry Reviews / Haosnoot I.G. 2000.- v.200-202, p.131.
5. Aromi G. Coordination Chemistry Reviews / Aromi G., Barrios I.A., Roubeau O., Games P. 2011.- v.255 №5. P. 485.
6. Лидер Е.В. Координационная химия. [Синтез и исследования координационных соединений $Co(II)$ с 4-(4- гидроксифенил) -1,2,4- триазолом]. /Лидер Е.В., Пересыпкина Е.В. и др. 2012.- Т.38, №5, 367-376 с.
7. Аминжанов А.А., Координационные соединения и аспекты их применения / Аминжанов А.А., Нурматов Т.М., Рахимова М.М., Юсупов З.Н. ТГУ, Душанбе, 2002.- в.4 с.103.
8. Тоимбетова К.Р., [Острая токсичность и антигельминтная эффективность химиодола]. / Тоимбетова К.Р., Арзыбаев М.А., Шакиров А.Б., Малабаева А., Шыйтыева Н. Российский паразитологический журнал,- М: 2018.- Т.12,№2,- 62-67 с.
9. Патент Кыргызской республики,31.10.02. №536 [Способ лечения и профилактики мониезиоза трихосторонгилезной инвазии с./х. животных]. /Дюшеналиева Ч.К., Сулайманкулов К.С., Шыйтыева Н., Токтоматов Т.А., Касымбеков Б.К., Арзыбаев М.А., Кожокматова С.С., Жумаканов К., Абаев М.С. Бишкек, 2002. - №536.
10. Машковский М.Д., Лекарственные средства. / Машковский М.Д., 1,2.-М: Медицина,1998. - 624,547 с.
11. Ichihara. Pat. Jpn. 109467; Chemical Abstracts. 279218 Н. Yamaga, Н. Yamaguchi, К. Maruta, М. Yasuchi, F. Hirota, J. 2000.- p.132.
12. Гиллебранд В.Ф., Практическое руководство по неорг анализу /Гиллебранд В.Ф., ЛендельТ.Э и др. – М: Химия, 1966.

УДК: 622.348(575.2) (04)

Байдинов Туратбек Байдинович*кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры неорганической химии и химической технологии КНУ им. Ж. Баласагына***Baidinov Turatbek Baidinovich***candidate of chemical sciences, associate professor, associate professor of the department of inorganic chemistry and chemical technology KNU after named J. Balasagyn***Байдинов Туратбек Байдинович***химия илимдеринин кандидаты, доцент, Ж. Баласагын атындагы КУУнин органикалык эмес химия жана химиялык технология кафедрасынын доценти***Намазова Батима Сабыровна***кандидат химических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории неорганического химии Института химии и фитотехнологий НАН КР***Намазова Батима Сабыровна***химия илимдеринин кандидаты, ага илимий кызматкер, КР УИА химия жана фитотехнологиялар институтунун органикалык эмес химия лабораториясынын жетектөөчү илимий кызматкери***Namazova Batima Sabyrov***candidate of chemical sciences, senior researcher, leading researcher of the laboratory of inorganic chemistry of the institute of chemistry and phytotechnologies of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic*

ГЕТЕРОГЕННЫЕ РАВНОВЕСИЯ В СИСТЕМЕ НИТРАТ КОБАЛЬТА – БЕНЗАМИД – ЭТАНОЛ ПРИ 25°C

Аннотация. Изотермическим методом исследованы растворимость и твердые фазы в системе $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ при 25°C. Выделено инконгруэнтно растворимое в спирте соединение $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$, и определены его концентрационные пределы кристаллизации в системе. Исследованы ИК-спектры поглощения соединения, в котором полоса валентных колебаний карбонильной группы $\nu(\text{CO})$ смещается в длинноволновую область от 1661 см^{-1} до 1641 см^{-1} , а полоса валентных колебаний группы $\nu(\text{C-N})$ смещается в коротковолновую область от 1400 см^{-1} до 1454 см^{-1} . Такие изменения в ИК-спектрах поглощения свидетельствуют о том, что молекулы бензамида координированы с ионом кобальта через атом кислорода карбонильной группы. На основании данных ИК-спектров поглощения приведен предполагаемое строение комплексного соединения. С помощью программы NuserChem определена оптимизированная конфигурация комплекса кобальта. Полученные данные показывают, что две молекулы бензамида монодентатно координируются к атому кобальта через атом кислорода карбонильной группы, и установлено, что это хорошо согласуется с данными ИК-спектров поглощения.

Ключевые слова: нитрат кобальта, бензамид, растворимость, координационное соединение, ИК-спектры, оптимальная конфигурация комплекса.

КОБАЛЬТТЫН НИТРАТЫ – БЕНЗАМИД – ЭТАНОЛ СИСТЕМАСЫНДА 25°C ДАГЫ ГЕТЕРОГЕНДИК ТЕНДЕШТИКТЕР

Аннотация. 25°C да $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ системасындагы эригичтик жана катуу фазалар изотермикалык метод боюнча изилденген. Спиртте инконгруэнттүү эриген $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$ бирикме бөлүнүп алынып, анын системадагы кристаллдашуусунун концентрациялык чектери аныкталган. Бирикменин ИК-сиңирүү спектрлери изилденип, анда карбонил тобунун валенттик термелүү тилкеси $\nu(\text{CO})$ 1661 cm^{-1} ден и 1641 cm^{-1} ге чейин узун толкундуу аймакка, ал эми $\nu(\text{C-N})$ тобунун валенттик термелүү тилкеси 1400 cm^{-1} ден 1454 cm^{-1} ге чейин кыска толкундуу аймакка жылышкандыгы аныкталган. ИК-сиңирүү спектрлериндеги мындай өзгөрүүлөр бензамиддин молекулалары кобальттын ионуна карбонил тобунун кычкылтек атому аркылуу координациялангандыгы жөнүндө маалымдайт. ИК сиңирүү спектрлеринин маалыматтарынын негизинде комплекстик бирикменин болжолдуу түзүлүшү берилген. HyperChem программасын колдонуу менен кобальттын комплекстик бирикмесинин оптималдаштырылган конфигурациясы аныкталган. Алынган маалыматтар бензамиддин эки молекуласы кобальттын атомуна карбонил тобунун кычкылтек атому аркылуу монодентаттуу координациялангандыгын көрсөтүп, ИК сиңирүү спектринин маалыматтары менен жакшы шайкеш келе тургандыгы аныкталды.

Негизги сөздөр: кобальттын нитраты, бензамид, эригичтик, координациялык бирикме, кванттык-химиялык эсептөө, комплекстик бирикменин оптималдуу конфигурациясы.

HETEROGENEOUS EQUILIBRIUM IN COBALT NITRATE - BENZAMIDE - ETHANOL SYSTEM AT 25°C

Abstract. Solubility and solid phases in the system $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 - \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ were studied by isothermal method at 25°C. The compound $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$, which is incongruently soluble in alcohol, has been isolated, and its concentration limits of crystallization in the system have been determined. The IR absorption spectra of compound in which the $\nu(\text{CO})$ carbonyl group stretching vibration band shifts to the long wavelength region from 1661 cm^{-1} to 1641 cm^{-1} , and the $\nu(\text{C-N})$ group stretching vibration band shifts to the short wavelength region from 1400 cm^{-1} to 1411 and 1454 cm^{-1} . Such changes in the IR absorption spectra indicate that the benzamide molecules are coordinated with the cobalt ion through the oxygen atom of the carbonyl group. Based on the data of IR absorption spectra, the proposed structure of the complex compound is given. The optimized configuration of the cobalt complex was determined using the HyperChem program. The obtained data show that two-benzamide molecules monodentate coordinate to the cobalt atom through the oxygen atom of the carbonyl group, and it was found that this is in good agreement with the data of the IR absorption spectra.

Keywords: cobalt nitrate, benzamide, solubility, coordination compound, IR spectra, optimal configuration of the complex.

Введение

Синтезу и исследованию физико-химических свойств координационных соединений солей переходных металлов с амидами карбоновых кислот посвящены достаточно много работ [1-3]. Эти исследования в значительной степени относятся к алифатическим амидам и их производным, а имеющиеся данные по ароматическим амидам, в частности, по бензамиду ограничены. Взаимодействия неорганических солей с бензамидом можно отнести к мало исследованной области. Это, вероятно, связано с очень низкой растворимостью бензида в воде при стандартных условиях, вследствие чего его реакция с солями ограничено исследованы. Такая недостаточная информация о его соединениях (особенно с микроэлементами) должны стимулировать исследования в этом направлении.

Цель настоящей работы – исследование взаимодействия нитрата кобальта с бензамидом в спиртовых растворах, определение состава и области кристаллизации образующегося соединения на изотерме растворимости и изучение его свойств физико-химическими методами. Данные о взаимодействии нитрата кобальта с бензамидом в спиртовой среде в литературе отсутствуют.

Экспериментальная часть

Изучение растворимости в системе $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ при 25°C проводили в изотермических условиях

в водяном термостате при 25°C . Равновесие в системе при непрерывном перемешивании смесей устанавливалось в течение 4 суток. В качестве исходных веществ использовали нитрат кобальта марки «х.ч.» и бензамид марки «ч». Жидкие и твердые фазы анализировали на содержание кобальта методом комплексонометрического титрования [4] и на содержание бензида отгонкой аммиака по методу Кьельдаля [5]. Твердые фазы идентифицировали методом «остатков» Скрейнемакера [6]. ИК спектры поглощения твердых фаз записывали на спектрофотометре «Nikolet -IR-1200» в диапазоне частот $400-4000 \text{ см}^{-1}$. Образцы готовили прессованием таблеток с KBr.

Результаты и их обсуждение

Экспериментальные данные по растворимости в системе $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ при 25°C представлены на рисунке 1 и в таблице 1.

Изотерма растворимости данной системы характеризуется наличием трех ветвей кристаллизации. Первая ветвь (точки 1-5) соответствует кристаллизации в твердую фазу нитрата кобальта с шестью молекулами воды. Равновесный раствор, соответствующий эвтонической точке б имеет следующий состав: нитрата кобальта – 31,77%, бензида – 9,78%. При дальнейшем повышении концентрации бензида нитрат кобальта вступает с ним во взаимодействие.

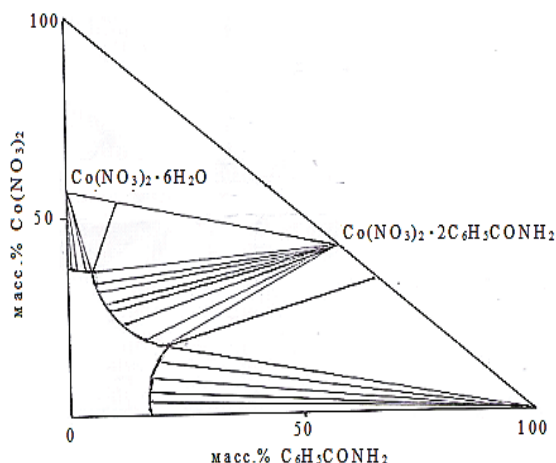


Рис.1. Изотерма растворимости системы $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ при 25°C

Вторая ветвь кривой растворимости, лежащая между точками 7-14, отвечает выделению в твердую фазу соединения $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$. Стехиометрический состав соединения, инконгруэнтно растворяющегося в этаноле, подтверждается пересечением прямолинейных лучей, связывающих составы жидких и твердых фаз в соответствующей точке диаграммы. Состав соединения $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$, найден-

ного экспериментально очень близок к теоретически рассчитанному составу: 42,85% $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, 57,15% $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$.

Вторая ветвь заканчивается переходной точкой 15 с составом: нитрата кобальта – 10,00%, бензамида – 20,22%. Твердый остаток этой точки представлен кристаллами двух различных видов, соответствующих соединению и бензамиду. Третья ветвь соответствует выделению из насыщенных растворов бензамида.

Таблица 1. - Данные по растворимости в системе $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ при 25°C

№	Состав жидкой фазы, масс. %		Состав твердой фазы, масс. %		Молекулярный состав твердых фаз
	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$	
1	33,73	-	62,89	-	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
2	32,38	2,41	58,30	0,52	
3	31,62	4,79	53,80	1,47	
4	31,59	8,18	56,37	1,68	
5	31,62	9,68	55,18	2,48	
6	31,77	9,70	52,22	28,11	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$
7	31,82	9,78	41,32	49,42	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$
8	29,60	10,20	39,18	43,61	
9	28,01	10,77	40,69	49,52	
10	24,79	12,00	41,58	53,44	
11	21,00	13,97	41,40	54,17	
12	17,61	15,79	39,28	51,44	
13	14,80	17,58	40,24	53,39	
14	11,02	20,16	40,31	59,03	
15	10,00	20,22	20,04	74,19	
16	10,38	20,19	2,31	80,04	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$
17	9,78	19,15	2,42	80,75	
18	7,89	18,51	1,50	84,39	
19	5,07	19,77	1,02	82,60	
20	1,68	17,35	0,56	80,00	
21	-	17,03	-	-	

ИК – спектроскопическое исследование проводили с целью определения характера координации молекул бензамида металлом-комплексобразователем. Молекулы бензамида имеют два активных центра, через которые может осуществляться связь с ионом кобальта: это атом азота амидной группы и атом кислорода карбонильной группы.

В ИК спектре полученного соединения отмечается смещение в низкочастотную об-

ласть полосы валентных колебаний $\nu(\text{C}=\text{O})$ связи по сравнению с ИК спектром некоординированного бензамида (1661 см^{-1} и 1641 см^{-1} соответственно), а полосы валентных колебаний $\nu(\text{C}-\text{N})$ связи смещены в высокочастотную область (1400 см^{-1} и 1454 см^{-1} соответственно). Такие изменения в спектре соединения указывает на ослабление связи $\text{C}=\text{O}$ и усиление связи $\text{C}-\text{N}$, т.е. происходит координация лиганда ионом кобальта через атом кислорода карбонильной группы.

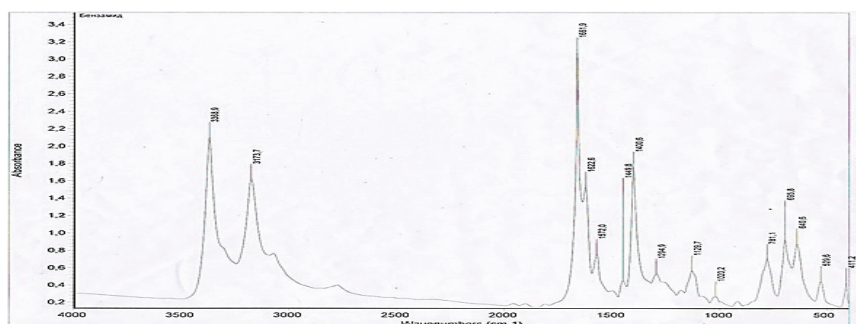


Таблица 2. Основные колебательные частоты (см⁻¹) на ИК спектрах бензамида, комплексного соединения, нитрата кобальта и их отнесение

C ₆ H ₅ CONH ₂	Co(NO ₃) ₂ ·2C ₆ H ₅ CONH ₂	Co(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	Отнесение
3368	3384	3399	$\nu_{as}(\text{NH})$, $\nu(\text{OH})$
3173	3202	-	$\nu_{as}(\text{NH}_2)$
-	-	1763	(NO ₃ ⁻)
1661	1641	-	$\nu(\text{C}=\text{O})$
1622	1603	1627	ν (кольца), $\delta(\text{HOH})$
1572	1551		$\delta(\text{NH}_2)$
-	1419	-	$\nu_s(\text{NO}_2)$
1400	1454	-	$\nu(\text{C-N})$
1375	1387	1384	$\nu_{as}(\text{NO}_2)$, $\nu(\text{C-N})$
1294	1297	-	
1129	1188	-	$\delta(\text{NH}_2)$
-	-	1050	$\rho_w(\text{OH}_2)$
-	815	825	$\nu_s(\text{NO}_2)$, $\rho_r(\text{OH}_2)$
780	738		$\delta(\text{NCO})$
695, 640	692	668	$\delta(\text{NCO})$, $\rho_t(\text{OH}_2)$

Нами полуэмпирическим квантово-химическим методом РМЗ исследовано геометрическое и электронное строение бензамида [8].

Данные, полученные при полной оптимизации геометрической структуры бензамида, показаны на рис. 4. Сравнительное рассмотрение геометрических параметров эксперимента и расчета показывают, что

расчетные данные лежат в пределах допустимой погрешности метода. Так различия в длинах связей не превышает 0,1 Å и межсвязевых углах ~3°. Расчет дает несколько большее значение для длин связей по сравнению данными рентгеноструктурного анализа [9]. Это связано с тем, что квантово-химическое приближение рассчитывается для газовой фазы соединения.

Таблица 3. Эффективные заряды на атомах молекулы бензамида

Атом	Заряд	Атом	Заряд
C ¹	-0,041	H ¹	0,128
C ²	-0,113	H ²	0,108
C ³	-0,077	H ³	0,104
C ⁴	-0,111	H ⁴	0,107
C ⁵	-0,079	H ⁵	0,102
C ⁶	-0,128	H ⁶	0,060
C ⁷	-0,273	H ⁷	0,079
N	-0,014		
O	-0,399		

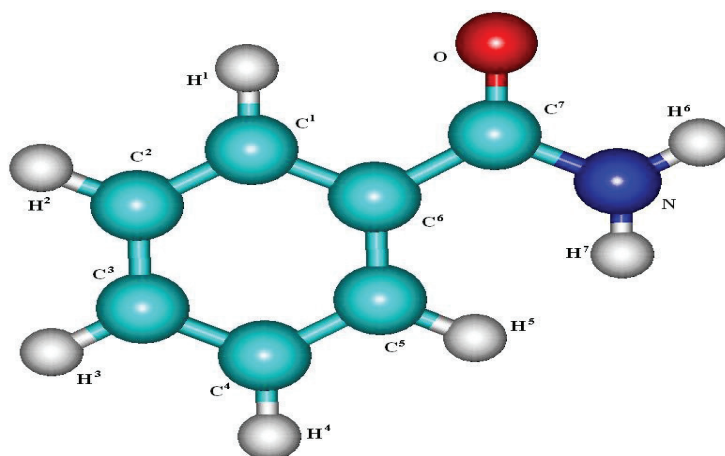


Рис.4. Оптимизированная конфигурация молекулы бензамида

Рассчитанные значения эффективных зарядов на атомах молекулы бензамида (табл.3) показывают, что наибольшее сосредоточение отрицательного заряда ($-0,399 e^-$) наблюдается, как и ожидалось, на атоме кислорода. Поэтому молекула бензамида

координируется к атому металла-комплексобразователя в первую очередь через атом кислорода. Эти предположения подтверждаются и при расчете геометрической структуры комплекса нитрата кобальта.

Таблица 4. Рассчитанные длины связей, межсвязевые углы молекулы бензамида

$r(\text{Å})$	Вычислено	$\angle(\text{град})$	Вычислено
H^1C^1	1,09779	$H^1C^1C^2$	120,21
H^2C^2	1,09517	$C^1C^2H^2$	119,693
H^3C^3	1,09497	$H^2C^2C^3$	120,093
H^4C^4	1,09504	$C^2C^3H^3$	120,099
H^5C^5	1,09965	$H^3C^3C^4$	119,975
H^6N	0,993461	$C^3C^4H^4$	120,042
H^7N	0,990278	$H^4C^4C^5$	119,875
C^1C^2	1,3914	$C^4C^5H^5$	119,602
C^2C^3	1,39008	$H^5C^5C^6$	120,172
C^3C^4	1,39191	$C^6C^1H^1$	119,724
C^4C^5	1,38866	$C^1C^2C^3$	120,213
C^5C^6	1,39818	$C^2C^3C^4$	119,927
C^6C^7	1,49017	$C^3C^4C^5$	120,083
C^7O	1,22829	$C^4C^5C^6$	120,226
C^7N	1,39584	$C^5C^6C^1$	119,485

		$C^6C^1C^2$	120,066
		$C^1C^6C^7$	118,987
		$C^5C^6C^7$	121,527
		C^6C^7O	124,94
		C^6C^7N	118,753
		OC^7N	116,307
		C^7NH^6	119,727
		C^7NH^7	121,255
		H^6NH^7	119,017

На основании данных ИК спектра нами предложена предполагаемое строение комплексного соединения, которое было оптимизировано программой HyperChem,

реализующая полуэмпирическую квантово-химическую расчетную схему. Оптимизированная конфигурация комплексного соединения программой PM3 представлена на рис.5.

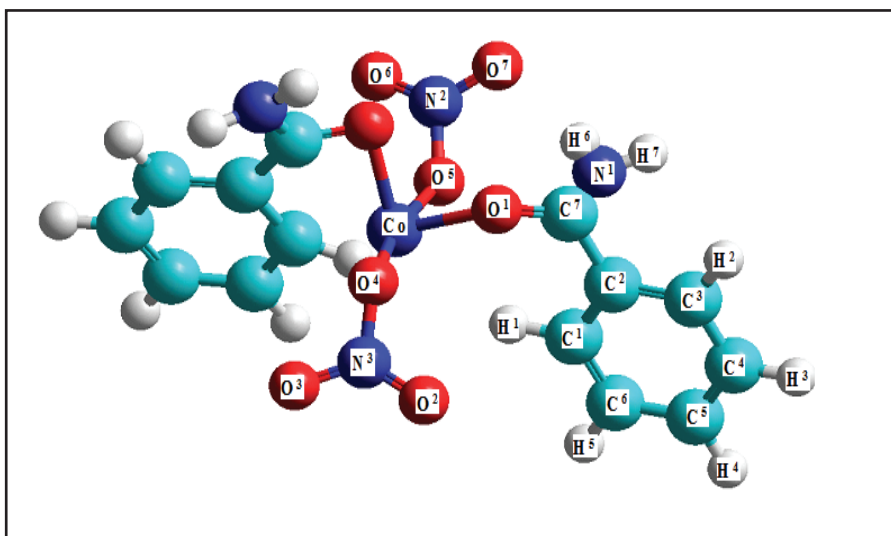


Рис. 5. Оптимизированная конфигурация комплекса $Co(NO_3)_2 \cdot 2C_6H_5CONH_2$

**Таблица 5. Рассчитанные геометрические параметры комплекса
Co(NO₃)₂·2C₆H₅CONH₂**

r(Å)	Вычислено	∠ (град)	Вычислено
H ¹ C ¹	1,1172	H ¹ C ¹ C ²	117,716
H ² C ³	1,0959	C ¹ C ² C ⁷	119,446
H ³ C ⁴	1,0951	H ² C ² C ³	120,093
H ⁴ C ⁵	1,0952	C ² C ³ H ²	120,930
H ⁵ C ⁶	1,0958	H ³ C ³ C ⁴	119,821
H ⁶ N	0,9947	C ³ C ⁴ H ⁴	120,042
H ⁷ N	0,9928	H ⁴ C ⁴ C ⁵	119,875
C ¹ C ²	1,3947	C ⁴ C ⁵ H ⁵	119,602
C ² C ³	1,3994	H ⁵ C ⁵ C ⁶	120,353
C ³ C ⁴	1,3884	C ⁶ C ¹ H ¹	122,309
C ⁴ C ⁵	1,3901	C ¹ C ² C ³	120,017
C ⁵ C ⁶	1,3932	C ² C ³ C ⁴	119,632
C ⁶ C ¹	1,3904	C ³ C ⁴ C ⁵	120,285
C ² C ⁷	1,4771	C ⁴ C ⁵ C ⁶	120,04
C ⁷ O ¹	1,2762	C ⁵ C ⁶ C ¹	119,957
C ⁷ N ¹	0,8703	C ¹ C ² C ⁷	119,449
N ¹ H ⁶	0,9947	C ² C ⁷ N ¹	112,78
N ¹ H ⁷	0,8583	C ⁷ O ¹ N ¹	119,109
CoO ¹	1,9264	C ⁷ N ¹ H ⁶	112,907
CoO ⁴	1,8766	C ⁷ N ¹ H ⁷	145,851
CoO ⁵	1,8938	C ⁷ N ¹ O ¹	119,109
O ⁵ N ²	1,3849	N ¹ H ⁶ H ⁷	101,031
N ² O ⁶	1,2086	C ⁷ O ¹ Co	128,939
N ² O ⁷	1,2123	O ¹ CoO ⁴	81,2627
O ⁴ N ³	1,3925	O ¹ CoO ⁵	87,7866
N ³ O ²	1,2036	CoO ⁵ N ²	124,576
N ³ O ³	1,2108	O ⁵ N ² O ⁶	118,542
		O ⁵ N ² O ⁷	114,965
		O ⁶ N ² O ⁷	125,997
		CoO ⁴ N ³	125,501
		O ⁴ N ³ O ²	117,931
		O ⁴ N ³ O ³	114,71
		O ² N ³ O ³	126,823

Расчетно-теоретическое исследование квантово-химическим методом PM3 строения комплексного соединения $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$, свободного бензамида и их сравнительный анализ показывает, что молекула бензамида сохраняет свое плоское строение и в комплексном соединении. Она координируется монодентатно к иону кобальта через атом кислорода карбонильной группы.

Литература

1. *Иманакунов, Б.И.* Взаимодействие ацетамида с неорганическими солями. – Фрунзе: Илим. – 1976. – 168 с.
2. *Иманакунов Б.И., Ким Т.П., Байдинов Т.* Реакции формамида и диметилформамида с неорганическими солями. – Фрунзе: Илим. 1986. – 177 с.
3. *Парпиев Н.А., Цинцадзе Г.В., Харитонов Ю.Я., Ходжаев О.Ф., Цивадзе А.Ю.* Координационные соединения металлов с формамидом. –Ташкент: ФАН. – 1980. -113 с.
4. *Шварценбах, Г., Флашка Г.* Комплексонометрическое титрование / перевод с немецкого Ю. И. Вайнштейн М.: Химия, 1970. – 360 с. *Schwarzenbach G. Flashka H.* Die komplexometrische Titration. Stuttgart, 1965, 360 p.
5. *Климова, В.И.* Основные микрометоды анализа органических соединений. М.: Химия, 1975. – С. 21-39, 170-186.
6. *Аносов В.Я., Озерова М.И., Фиалков Ю.Я.* Основы физико-химического анализа. – М.: Наука. 1976. -504 с.
7. *Накамото К.* ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. -2-е изд. перераб. и доп. –М.: Мир. 1991. -536 с.
8. *Kazuo Nakamoto.* Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds, Fourth Edition. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. -1986.
9. HyperChem, version 7.0. Copyright 2005, HyperCube, Inc.
10. *Blake C.C.F., Small R.W.H.* The structure of benzamide. //Acta Crystallogr. 1972. - №7. – P. 2201-2206.

УДК: 546.41: 544.6.018.23(575.2) (04)

Намазова Батима Сабыровна

кандидат химических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории неорганического синтеза Института химии и фитотехнологий НАН КР

Намазова Батима Сабыровна

химия илимдеринин кандидаты, ага илимий кызматкер, КР УИА химия жана фитотехнологиялар институтунун жетектөөчү илимий кызматкери

Namazova Batima Sabyrov

candidate of chemical sciences, senior researcher, leading researcher of the laboratory of inorganic synthesis of the Institute of Chemistry and Phytotechnologies of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Байдинов Туратбек Байдинович

кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры неорганической химии и химической технологии КНУ им. Ж. Баласагына

Байдинов Туратбек Байдинович

химия илимдеринин кандидаты, доцент, Ж. Баласгын атындагы КУУнин органикалык эмес химия жана химиялык технология кафедрасынын доценти

Baidinov Turatbek Baidinovich

candidate of chemical sciences, associate professor, associate professor of the department of inorganic chemistry and chemical technology KNU after named J. Balasagyn

Гапликова Анна Геннадьевна

магистрант кафедры неорганической химии и химической технологии КНУ им. Ж. Баласагына

Гапликова Анна Геннадьевна

Ж. Баласгын атындагы КУУ нин органикалык эмес химия жана химиялык технология кафедрасынын магистранты

Gaplikova Anna Gennadievna

master student of the department of inorganic chemistry and chemical technology of KNU named after J. Balasagyn

СИСТЕМЫ $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$ **ПРИ 25°C**

Аннотация. Данная работа посвящена синтезу биоактивных препаратов на основе тетраформамидов хлорида магния (II), кальция(II) и хлорида калия. Методом изотермической растворимости исследованы гетерогенные равновесия в системах $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$ при 25°C. В результате выявлено образование твердых растворов состава $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ и $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$. Определены концентрационные пределы кристаллизации их в системах и твердые фазы исследованы методом ИК спектроскопии. О локализации химической связи между формамидом и хлоридами магния и кальция судили по смещению полос поглощения в ИК-спектрах координированного и свободного формамида.

Сравнительный анализ ИК спектров тетраформамидов хлоридов магния (II), кальция (II), $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2$ и твердых растворов $xMgCl_2 \cdot 2HCONH_2 \cdot yKCl$, $xMgCl_2 \cdot 2HCONH_2 \cdot yKCl$ показал, что они хорошо согласуются между собой, т.е. в двойных соединениях и в твердых растворах связь металл-лиганд осуществляется через атом кислорода карбонильной группы формамида. Таким образом, экспериментальные данные позволяют говорить, что в состав твердых растворов входят тетраформамиды хлоридов магния (II) кальция(II).

Проведены лабораторные испытания тетраформамидов хлоридов магния $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2$ и твердых растворов $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$, $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ в качестве биологически активных веществ. Результаты испытаний показывают положительное влияние препаратов на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы и столовой свеклы. При этом энергия прорастания семян в случае твердого раствора $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ увеличивается на 25%, а всхожесть семян на 14%, а в случае $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ на 25% и 16% соответственно. Семена пшеницы и столовой свеклы замачивали в 0,01% -ном растворе тетраформамидов хлоридов магния (II), кальция (II), и твердых растворов и для контроля в дистиллированной воде.

Ключевые слова: тетраформамиды хлоридов магния (II), кальция (II), хлорид калия, растворимость, твердые растворы, ИК спектры, биологическая активность.

 $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$ **СИСТЕМАЛАРЫ 25°C ДА**

Аннотация. Бул эмгек магний (II), кальций (II) хлориддеринин тетраформамиддеринин жана калий хлоридинин негизинде биоактивдүү препараттарды синтездөөгө арналган. $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$ системаларындагы гетерогендик тең салмактуулуктарды изилдөө үчүн изотермиялык эригичтик ыкмасы 25°Cда колдонулган. Натыйжада $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ жана $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ курамындагы катуу эритмелердин пайда болушу аныкталган. Системалардагы алардын кристаллдашуусунун концентрациясынын чектери аныкталып, катуу фазалары ИК-спектроскопия аркылуу изилденген.

Формамид менен магний жана кальций хлориддеринин ортосундагы химиялык байланыштын локализациясы координацияланган жана эркин абалдагы формамиддин ИК спектрлериндеги сиңирүү тилкелеринин жылышы боюнча аныкталды. Магний (II), кальций (II)

хлориддеринин тетраформамиддери $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2$ жана катуу эритмелердин $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$, $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ ИК спектрлеринин салыштырма анализи, алардын бири-бири менен жакшы макул болгондугун көрсөтүү, б.а. бинардык бирикмелерде жана катуу эритмелерде металл-лиганддык байланыш формаамиддин карбонил тобунун кычкылтек атому аркылуу болот. Ошентип, эксперименталдык маалыматтар катуу эритмелердин курамына магний (II), кальцийдин (II) хлориддеринин тетраформамиддери кирет деп айтууга мүмкүндүк берет.

Биологиялык активдүү заттар катары магний, кальций хлориддеринин тетраформамиддеринин $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2$ жана $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$, $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ эритмелердин эритмелери лабораториялык текшерүүлөрдөн өткөрүлдү. Сыноолордун натыйжасында жаңы бирикмелер буудайдын жана аш-кызылчасынын уруктарынын өнүү энергиясына жана өнүп чыгышына оң таасирин тийгизери аныкталды. Мында уруктун өнүү энергиясы катуу эритмеде $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ 25%, ал эми уруктардын өнүп чыгышы 14%, ал эми $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ болсо өнүү энергиясы 25% жана өнүп чыгышы 16% көбөйөт. Буудайдын жана кызылчанын уруктары магний (II), кальций (II) хлориддеринин тетраформамиддеринин жана катуу эритмелердин 0,01% эритмесинде жана салыштыруу үчүн дистирленген сууда чыланган.

Негизги сөздөр: магний (II), кальций (II) хлориддеринин тетраформамиддери, калий хлориди, эригичтик, катуу эритмелер, ИК-спектрлери, биологиялык активдүүлүгү.

THE SYSTEMS $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$

AT 25°C

Annotation. This work is devoted to the synthesis of bioactive preparations based on tetraformamides of magnesium (II), calcium (II) chlorides and potassium chloride. The method of isothermal solubility was used to study heterogeneous equilibria in the systems $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$ at 25°C. As a result, the formation of solid solutions of the composition $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ and $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ was revealed. The concentration limits of their crystallization in systems have been determined, and the solid phases have been studied by

IR spectroscopy. The localization of the chemical bond between formamide and magnesium and calcium chlorides was judged from the shift of absorption bands in the IR spectra of coordinated and free formamide. A comparative analysis of the IR spectra of tetraformamides of magnesium (II), calcium (II) chlorides, $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2$, and solid solutions $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$, $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ showed that they are in good agreement with each other, i.e. in binary compounds and in solid solutions, the metal-ligand bond is through the oxygen atom of the carbonyl group of formamide. Thus, the experimental data allow us to say that tetraformamides of magnesium (II) chlorides of calcium (II) are included in the composition of solid solutions. Laboratory tests of magnesium calcium chlorides tetraformamides $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2$ and $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$, $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ solid solutions as biologically active substances were carried out. The test results show a positive effect of preparations on the germination energy and germination of wheat and red beet seeds. At the same time, the energy of seed germination in the case of a solid solution $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ increases by 25% and the germination of seeds by 14% and in the case of $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ by 25% and 16%, respectively. Seeds of wheat and table beet were soaked in a 0.01% solution of tetraformamides of magnesium (II), calcium (II), chlorides, and solid solutions and for control in distilled water.

Key words: tetraformamides of magnesium (II), calcium (II) chlorides, potassium chloride, solubility, solid solutions, IR spectra, biological activity.

Введение

Исследование взаимодействия солей двухвалентных металлов с формамидом в водной среде представляет существенный интерес для химии комплексных соединений, а также прикладное значение для определения условий синтеза новых соединений, обладающих биологически активными свойствами. В литературе имеются сведения о комплексных соединениях формамида с неорганическими солями, характеризующиеся высокой биологической активностью, перспективные в качестве стимуляторов роста сельскохозяйственных культур [1-3]. Однако комплексы амидов с неорганическими солями с содержанием компонентов минеральных удобрений и биологически активных веществ изучено недостаточно.

Известно, что магний, кальций, калий являются «биометаллами», а формамид жидким азотсодержащим удобрением. В связи с этим представляет интерес исследование взаимодействия комплексных соединений магния и кальция на основе формамида с хлоридом калия в насыщенных водных растворах. Данные о растворимости и фазовых равновесий в системах тетраформамид хлорида магния – хлорид калия – вода и тетраформамид хлорида кальция – хлорид калия – вода в литературе отсутствуют, изомеры систем методом растворимости изучаются впервые.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследования в качестве исходных веществ использованы тетраформамид хлорида магния, тетраформамид хло-

рида кальция, которые были синтезированы согласно [4,5] и хлорид калия марки «хч». Равновесие в системах устанавливалось при непрерывном перемешивании в течение трех суток. Концентрации ионов магния, кальция и хлора в жидкой и твердой фазах определялись трилометрическим [6] и аргентометрическим [7] методами. Затем найденные процентные содержания ионов магния, кальция и хлора связывались в соли. Содержание азота анализировалось по методу Кьельдаля [8]. Идентификацию твердых фаз (в масс. %) проводили методом «остатков» Скрейнемакерса [9]. ИК спектры поглощения твердых фаз записывали на спектрофотометре Nicolet IR-1200 в виде таблеток с бромистым калием.

Результаты исследования и их обсуждение

Система $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$ при 25°C

Изотерма растворимости системы $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2 - KCl - H_2O$ при 25°C характеризуется тремя ветвями кристаллизации (рис.1, табл. 1).

Первая ветвь соответствует выделению в твердую фазу дихлорида тетраформамида магния $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$. Лучи Скрейнемакерса пересекаются в углу прямоугольного треугольника, указывая на состав данного соединения. Концентрационные пределы выделения дихлорида тетраформамида магния – от 50,07% до 46,38% по дихлориду тетраформамида магния и от 2,99% до 16,27% по хлориду калия.

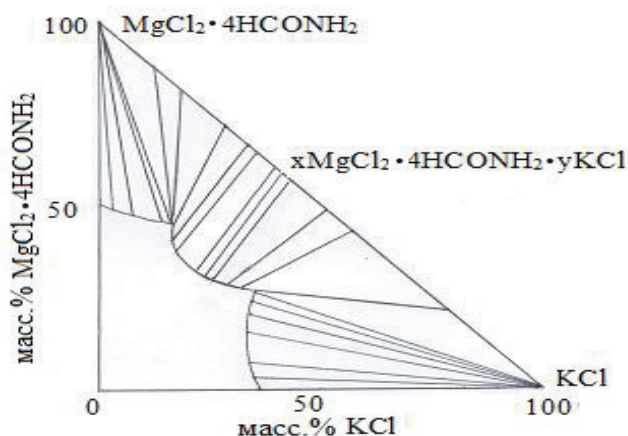


Рис. 1. Изотерма растворимости системы $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C

Таблица 1. Данные по растворимости в системе $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C

№	Состав жидкой фазы, масс. %		Состав твердой фазы, масс. %		Молекулярный состав твердых фаз
	$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2$	KCl	$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2$	KCl	
1	50,07	-	-	-	$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2$
2	49,01	2,99	98,02	0,39	
3	47,98	8,02	97,09	0,71	
4	46,03	14,76	96,78	1,07	
5	46,38	16,27	97,01	0,97	
6	46,44	16,33	86,55	13,00	$x\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl} + \text{KCl}$
7	45,73	17,07	66,00	18,04	$x\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl} + \text{KCl}$
8	44,54	16,81	70,98	28,71	$x\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl}$
9	39,32	16,44	64,87	33,31	
10	36,61	17,79	61,32	33,22	
11	32,56	22,01	52,30	33,54	
12	30,74	24,48	58,38	40,51	
13	30,09	25,55	56,09	43,34	
14	29,00	28,06	46,88	50,00	
15	27,60	31,54	40,72	54,48	
16	27,74	34,80	23,26	73,84	$x\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl} + \text{KCl}$
17	26,89	35,28	4,45	89,27	KCl
18	24,01	34,00	4,13	88,32	
19	20,24	33,85	4,47	85,59	
20	15,55	33,42	2,15	89,71	
21	7,61	33,54	1,00	90,98	
22	3,04	34,61	0,49	88,41	
23	-	35,1	-	-	

Вторая ветвь кристаллизации соответствует выделению в твердую фазу нового соединения состава $x\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl}$. Лучи Скрейнемаккера располагаются веерообразно внутри треугольника. Концентрационные пределы выделения твердого раствора находятся по дихлориду тетраформамида магния от 44,54% до 27,74% и по хлориду калия от 16,21% до 34,80%.

В пределах третьей ветви (точки 17 – 23) происходит кристаллизация в твердую фазу хлорида калия.

Система $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C

Изотерма растворимости системы $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C харак-

теризуется тремя ветвями кристаллизации рис. 2.

В пределах первой ветви из равновесных растворов кристаллизуется исходная соль тетраформамид хлорида кальция $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2$. Процесс его кристаллизации заканчивается в эвтонической точке, равновесный раствор которой содержит 37,15% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{HCONH}_2$ и 19,02% KCl .

Вторая ветвь соответствует выделению из равновесных растворов твердой фазы переменного состава $x\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl}$. Переменный состав образующейся твердой фазы доказывается расходящимися веером лучами Скрейнемаккера, соединяющими фигуративные точки жидких и твердых фаз.

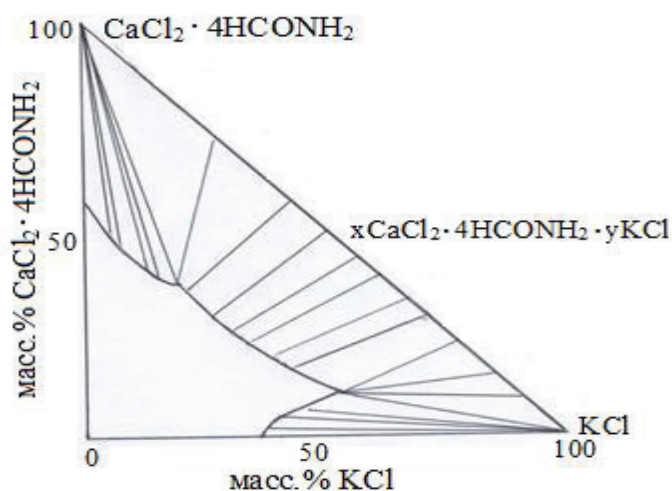


Рис.2. Изотерма растворимости системы $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C

Концентрационные пределы выделения твердого раствора, следующие: по тетраформамиду хлорида кальция – от 35,04% до 10,49% и от 20,59 % до 52,89% по хлориду калия.

В пределах третьей ветви происходит кристаллизация в твердую фазу хлорида калия.

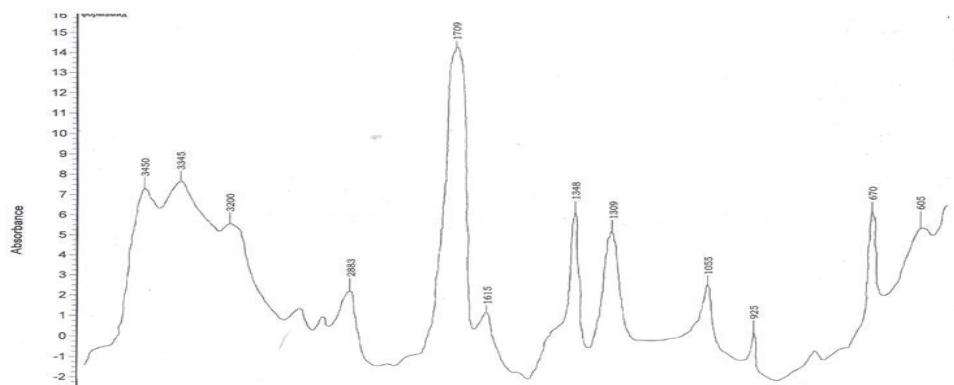
Таблица 2. - Данные растворимости компонентов в системе



№	Состав жидкой фазы, масс. %		Состав твердой фазы, масс. %		Молекулярный состав твердых фаз
	$\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2$	KCl	$\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2$	KCl	
1	56,43	-	-	-	$\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2$
2	47,73	6,01	80,18	3,01	
3	47,13	7,68	80,13	2,64	
4	39,45	13,51	86,00	3,22	
5	36,52	16,46	84,43	3,86	
6	36,98	18,71	92,40	5,65	
7	37,15	19,02	71,81	26,84	$\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 +$ $x\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl}$
8	35,04	20,59	55,93	43,00	$x\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl}$ $x\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl} + \text{KCl}$
9	28,46	25,34	47,88	48,39	
10	24,77	30,55	43,78	55,47	
11	22,63	33,18	37,21	59,11	
12	19,71	39,42	33,34	65,49	
13	16,02	41,56	29,78	69,00	
14	12,43	53,04	22,81	76,33	
15	10,49	53,00	15,38	83,27	
16	10,40	52,89	10,00	85,55	
17	10,89	53,80	2,17	91,00	
18	7,54	46,37	1,19	89,72	KCl
19	5,47	38,40	1,00	90,36	
20	3,01	32,00	0,97	77,96	
21	-	35,10	-	-	

Инфракрасная спектроскопия широко используется для исследования химических соединений. Для установления наличия формамида в полученных твердых растворах, а именно определения места координации его с атомами магния и кальция были исследованы ИК-спектры поглощения твердых растворов $x\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl}$

и $x\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl}$ в области 400-4000 см^{-1} . Для сопоставления были приведены литературные данные ИК-спектров формамида и дихлоридов тетраформамида магния, кальция $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2$, $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2$ [4,5]. Значения характеристических частот поглощения сведены в таблицу 3. Отнесение частот проведено с учетом литературных данных [10-12].

Рис. 3. ИК спектры поглощения HCONH_2

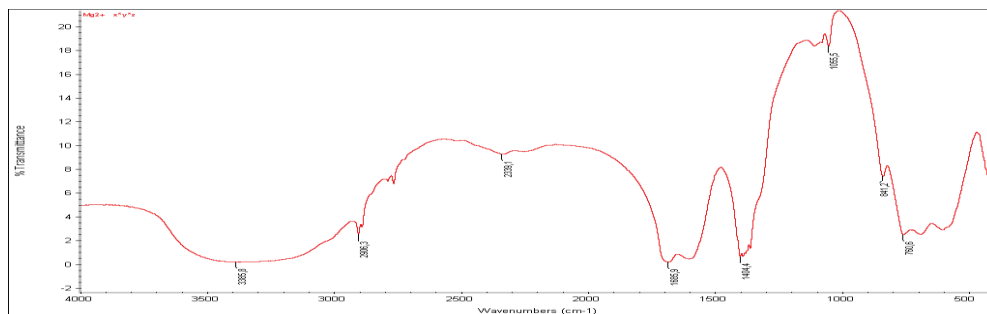


Рис.4. ИК спектры поглощения $x\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl}$

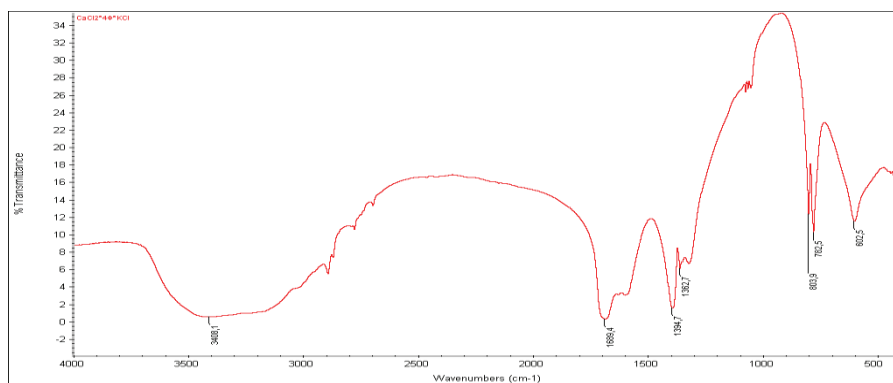


Рис.5. ИК спектры поглощения $x\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot y\text{KCl}$

Таблица 3. - Колебательные частоты (cm^{-1}) в ИК - спектрах поглощения формамида, двойных соединений, твердых растворов и их отнесение

Отнесение	HCONH_2 (ФА) [4]	$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{ФА}$ [4]	$\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{ФА}$ [5]	$x\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{ФА} \cdot y\text{KCl}$	$x\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{ФА} \cdot y\text{KCl}$
δ (OCN)	605	-	625, 665	-	602
δ (NH_2)	670	633	785	633	782
δ (CH)	925	1049	1060	1049	803
δ (NH_2)	1055	1055, 1081	1097	1055, 1081	1098
ν (CN)	1309	1325, 1365	1353	1325, 1365	1362
δ (CH)	1348	1394	1370	1394	1394
δ (NH_2)	1615	1600	1585	1600	-
ν (CO)	1710	1691	1690	1691	1689
ν (CH)	2883	2928	2940	2928	2908
ν_s (NH)	3200	-	3220	-	-
ν_{as} (NH)	3345, 3450	3313, 3407	3275, 3410	3313, 3407	3408

Данные ИК - спектров поглощения дихлорида тетраформамаида магния $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, дихлорида тетраформамаида кальция и твердых растворов $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$, $xCaCl_2 \cdot 4FA \cdot yKCl$ отличаются от спектров свободного формамаида (табл. 3). На ИК - спектрах наблюдается смещение по сравнению со спектром свободного формамаида полосы поглощения отнесенных к валентным колебаниям $\nu(CO)$ группы в длинноволновую область от 1710 до 1690, 1691 и 1689 cm^{-1} , а $\nu(C-N)$ группы в коротковолновую область от 1309 до 1325, 1365 и 1362 cm^{-1} .

Такое смещение свидетельствует о координации формамаида через карбонильный кислород, т.е. и в двойных соединениях, и в твердых растворах связь металл-лиганд осуществляется через атом кислорода карбонильной группы.

Следовательно, образование твердых растворов в тройных системах $MgCl_2 \cdot 2HCONH_2 - KCl - H_2O$, $CaCl_2 \cdot 2HCONH_2 - KCl - H_2O$ при 25°C подтверждается ИК спектрами поглощения.

Исследовались твердые растворы $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ и тетраформамаидов хлоридов магния и кальция $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2$ на предмет биологической активности на семенах пшеницы и столовой

свеклы. Влияние их на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы и столовой свеклы определяли по лабораторной методике [13]. Обработку проводили путем замачивания семян пшеницы и столовой свеклы 0,05, 0,02, 0,01%-ными растворами $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2$ и твердых растворов $xMgCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ и $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$. Определение всхожести проводили в четырехкратной повторности. Одна повторность включает пробу на 100 семян.

В качестве ложа для проращивания использовали трехслойную фильтровальную бумагу, температура в термостате постоянно поддерживалась при 20°C, освещенность – темнота. Время замачивания 20-24 ч. при комнатной температуре. Для контроля использовали дистиллированную воду, водные растворы дихлоридов тетраформамаида магния $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, кальция $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2$ в тех же концентрациях. Энергию прорастания определяли через 3 суток, а всхожесть через 7 суток. День закладки семян на проращивания и день подсчета энергии прорастания или всхожести считаются за 1 день. За результат анализа принимали среднее арифметическое результатов определения всхожести семян по четырем повторностям.

Таблица 4. - Влияние $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$ и твердого раствора $xMgCl_2 \cdot 2HCONH_2 \cdot yKCl$ на энергию прорастания семян пшеницы

№ п.п.	Варианты опыта	Концентрация, препарата, %	Всхожесть, %	Длина стебелька		Длина корешка	
				в мм	% к контролю	в мм	% к контролю
1	$MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$	0,01	92	70	116,6	42	110,5
		0,02	90	68	113,3	40	105,5
		0,05	86	65	108,3	38	100,0
2	$xMgCl_2 \cdot 2HCONH_2 \cdot yKCl$	0,01	98	75	125,0	44	115,7
		0,02	94	72	120,0	43	113,1
		0,05	90	70	116,6	40	105,2
3	H_2O	-	86	60	100,0	38	100,0

Таблица 5. - Влияние комплексного соединения и твердого раствора на всхожесть семян пшеницы

№ п.п.	Варианты опыта	Концентрация препарата, %	Всхожесть, %	Длина	
				стебелька	корешка
				в мм	в мм
1	MgCl ₂ ·4HCONH ₂	0,01	92	72	78
		0,02	90	70	75
		0,05	86	66	68
2	xMgCl ₂ ·2HCONH ₂ ·yKCl	0,01	98	77	82
		0,02	94	74	78
		0,05	90	72	75
3	H ₂ O	-	86	63	68

Таблица 6. – Влияние предпосевной обработки семян столовой свеклы водным раствором CaCl₂·4HCONH₂ и xCaCl₂·4HCONH₂·yKCl на энергию прорастания

№ п.п.	Варианты опыта	Концентрация, препарата, %	Всхожесть, %	Длина стебелька		Длина корешка	
				в мм	% к контролю	в мм	% к контролю
1	CaCl ₂ ·4HCONH ₂	0,01	90	2,1	105	55	110,0
		0,02	87	2,0	100	50	100,0
		0,05	83	2,0	100	50	100,0
2	xCaCl ₂ ·4HCONH ₂ ·yKCl 1	0,01	94	2,5	125	58	116
		0,02	92	2,3	115	55	110
		0,05	85	2,0	100	52	104,0
3	H ₂ O	-	85	2,0	-	50	-

Таблица 7. – Влияние предпосевной обработки семян столовой свеклы водным раствором CaCl₂·4HCONH₂ и xCaCl₂·4HCONH₂·yKCl на всхожесть

№ п.п.	Варианты опыта	Концентрация препарата, %	Всхожесть, %	Длина	
				стебелька	корешка
				в мм	в мм
1	CaCl ₂ ·4HCONH ₂	0,01	90	3,0	67
		0,02	87	2,5	68
		0,05	83	2,5	65
2	xCaCl ₂ ·4HCONH ₂ ·yKCl	0,01	94	3,5	85
		0,02	92	4,0	80
		0,05	85	3,0	75
3	H ₂ O	-	81	3,0	45

Как видно из экспериментальных данных (таблицы 4-7) соединения оказались эффективными стимуляторами роста и развития пшеницы и столовой свеклы. Результаты испытаний свидетельствует о положительном влиянии дихлоридов тетраформамида магния $MgCl_2 \cdot 4HCONH_2$, кальция $CaCl_2 \cdot 4HCONH_2$ и твердых растворов $xMgCl_2 \cdot 2HCONH_2 \cdot yKCl$, $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы и столовой свеклы. 0,01%-ные растворы соединений сти-

мулируют энергию прорастания и ростовые процессы семян пшеницы и столовой свеклы. Энергия прорастания семян пшеницы в случае $xMgCl_2 \cdot 2HCONH_2 \cdot yKCl$ увеличивается на 25%, а всхожесть семян на 14% по сравнению с контролем, а в случае $xCaCl_2 \cdot 4HCONH_2 \cdot yKCl$ увеличивается на 25%, а всхожесть семян на 16% по сравнению с контролем, которым служила вода. Предлагаемые препараты дешевые и не оказывают отрицательного действия на окружающую среду.

Литература

1. А.с. 1561859 СССР А 01 С 1/100, А 01 59/16 Способ предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур / Е.Я. Макеева, В.Т. Орлова и др.; Мордовский гос. ун-т им. Н.П. Огарева. – № 4359404/31-15; заявл. 05.01.88; опубл. 07.05.90. Бюл. № 17. – 4 с.
2. Фролова У.А., Данилов В.П. Изотерма растворимости системы $Zn(NO_3)_2 - HCONH_2 - H_2O$ при 25°C // Журн. неорганической химии. - 2009. Т. 54. №11, -С.1907-1909.
3. А.с. № 843913 СССР М. Кл³ А 01 №59/16 Стимулятор роста хлопчатника /Б.И. Иманакунов, С.И.Чертков, Б.Т. Байдинов и др; Ин-т неорганической и физический химии АН Кирг. ССР. - №2892210/30-15; Заявл. 07.03.80. опубл. 07.07.81 Бюлл. № 25 - 4 с.
4. Сапалова, С.А., Абдрасулова, А.А., Байдинов, Т.Б., Намазова, Б.С., Иманакунов, Б.И. Исследование взаимодействия хлорида магния с амидом муравьиной кислоты // Известия ВУЗов. – 2014. – № 5. – С.70-72.
5. Сапалова, С.А., Байдинов, Т.Б., Намазова, Б.С., Иманакунов, Б.И. Исследование взаимодействия хлорида кальция с амидом муравьиной кислоты в водной среде при 298К // Вестник КНУ им. Ж. Баласагына. Спец. Выпуск. – Бишкек, – 2015. – С. 223-227.
6. Иванов В.М., Рудометкина Т.Ф. Применение этилендиаминтетраацетата натрия в химическом анализе. М.: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, 2019. – 68 с.
7. Величко Н.А., Шанина Е. В. Пищевая химия: учебное пособие. Краснояр. гос. аграр. ун-т, Красноярск. 2010. – 204 с.
8. Лебедева М.И. Аналитическая химия: учебное пособие Тамбов: изд-во. \Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. –160 с.
9. Аносов В.Я., Озерова М.И., Фиалков Ю.Я. Основы физико-химического анализа. М.: Наука. 1976. –504 с.
10. Иманакунов, Б.И., Ким Т.П., Байдинов Т.Б. Реакции формамида и диметилформамида с неорганическими солями. – Фрунзе: Илим, 1986. – 177 с.
11. Партиева, Н.А., Цинцадзе Г.В., Харитонов Ю.Я., Ходжаев О.Ф., Цивадзе А.Ю. Координационные соединения металлов с формамидом. – Ташкент, ФАН, 1980. – 113 с.
12. Цинцадзе М.Г., Харитонов Ю.Я., Цивадзе А.Ю., Кузнецов С.Л., Цертели К.Н. Расчет и интерпретация колебательных спектров формамида, N,N-диметилформамида, ацетамида, N,N-диметилацетамида и комплексов иодида цинка на их основе // Координационная химия. – 1996. – Т. 22. – №2. – С. 524-533.
13. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. / – М.: изд-во стандартов. – 1985. – 57 с.

УДК: 546.02.546.302

Туленбаева Мавлюда Абдыганиевна

*к.х.н., доцент кафедры «Естественнонаучных дисциплин»,
Медицинский факультет, Ошский государственный университет,*

Туленбаева Мавлюда Абдыганиевна

х.и.к., доцент

Табиғый-илимдер дисциплиналар» кафедрасы,

Медицина факультети, Ош мамлекеттик университети

Tulenbaeva Mavlyuda Abdyganyevna

Department of Natural Sciences, Medical faculty, Osh State University

Камалов Жылдызбек Камалович

х.и.д., профессор

Табиғый-илимдер дисциплиналар» кафедрасы, Медицина факультети,

Ош мамлекеттик университети

Камалов Жылдызбек Камалович

д.х.н., профессор

Кафедра Естественно-научных дисциплин, Медицинский факультет

Ошский государственный университет

Kamalov Zhyldyzbek Kamalovich

Department of Natural Sciences, Medical faculty, Osh State University

Алтыбаева Дилбара Тойчиевна

х.и.д., профессор,

География жана табият-таануу факультети, Ош мамлекеттик университети

Алтыбаева Дилбара Тойчиевна

д.х.н., профессор,

Факультет географии и естествознания, Ошский государственный университет

Altybaeva Dilbara Toichuevna

doctor of chemical sciences, professor,

faculty of geography and natural sciences, Osh State University

РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ МОНОКРИСТАЛЛА СОЕДИНЕНИЯ $MnCl_2 \cdot 2(CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O$

Аннотация. В работе препаративным методом получено координационное соединение $[MnCl_2 \cdot (CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O]$, выращен монокристалл и методом рентгеноструктурного анализа установлена его структура.

В данном комплексе катион марганца образует координационный полиэдр, находящийся в центре симметрии – слабо искажённый октаэдр, образованный шестью молекулами воды. Длины связей Mn-O равны от 2,027 до 2,058Å. Валентные углы O-Mn-O лежат в пределах 85,10°–94,90°. Длины связей N-C и C-H в молекуле гексаметилентетрамина меняются соответственно в пределах 1,471-1,481Å и 0,909-0,999Å, валентные углы при атомах азота в гексаметилентетраmine близки к тетраэдрическим, значение углов N-C-N изменяется в преде-

лах от $111,53^\circ$ до $112,12^\circ$. Каждая молекула, входящая в координационную сферу марганца, образует водородные связи типа: $O - H \dots O$; $O - H \dots N$; $C - H \dots O$; $Cl \dots H - O$ – водородные связи которых образуют пространственные сети, связывая аква-катион с молекулами гексаметилентетрамина, аниона и воды. На основании полученных данных определено наличие межмолекулярных водородных связей между структурными единицами координационного соединения - аква-катионом, координированными молекулами воды, хлорид-анионами и молекулами гексаметилентетрамина.

Ключевые слова: Координационное соединение, аква-катион, хлорид-анион, гексаметилентетрамин, координаты атомов, эквивалентные температурные параметры, длина связей, валентные углы, водородная связь.

$MnCl_2 \cdot 2(CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O$ БИРИКМЕСИНИН МОНОКРИСТАЛЛЫНА РЕНТГЕНОСТРУКТУРАЛЫК АНАЛИЗ

Аннотация. Бул жумушта препаративдик жол менен $[MnCl_2 \cdot (CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O]$ координациялык бирикме алынды, монокристалл өстүрүлүп жана анын түзүлүшү рентгеноструктуралык анализдөө методу аркылуу аныкталды. Берилген комплексте марганецтин катиону координациялык полиэдрди-, симметрия борборунда жайланышкан – бир аз бурмаланган октаэдрди пайда кылат, ал алты суунун молекуласынан түзүлгөн. Mn-O байланыштарынын узундугу $2,027\text{Å}$ ден $2,058\text{Å}$ ге барабар. Валенттик бурчтардын O-Mn-O чеги $85,10^\circ$ – $94,90^\circ$ жатат. Гексаметилентетраминдин молекуласында N-C жана C-H байланыштардын узундугу $1,471$ – $1,481\text{Å}$ жана $0,909$ – $0,999\text{Å}$ аралыгында, гексаметилентетраминдеги азоттун атомдорунун валенттик бурчтары тетраэдрге жакын, N-C-N бурчтарынын мааниси $111,53$ ден $112,12^\circ$ га чейинки чекте өзгөрөт.

Марганецтин координациялык сферасына кирген ар бир молекула, төмөнкүдөй типтеги суутектик байланыштарды пайда кылат: $O - H \dots O$; $O - H \dots N$; $C - H \dots O$; $Cl \dots H - O$ – бул суутектик байланыштар мейкиндикте торду пайда кылып, анда аква-катион, гексаметилентетраминдин молекуласы, аниондор жана суу менен байланышат. Алынган маалыматтардын негизинде координациялык бирикменин структуралык бирдиктеринин - аква-катиондун, координацияланган суунун молекуласынын, хлорид-аниондорунун жана гексаметилентетраминдин молекулаларынын ортосунда молекулалар аралык суутектик байланыштын бар экендиги аныкталды.

Негизги сөздөр: Координациялык бирикме, аква-катиону, хлорид-аниону, гексаметилентетрамин, атомдордун координаттары, эквиваленттүү температуралык параметрлер, байланыштын узундугу, валенттик бурчтар, суутектик байланыш.

X-RAY STRUCTURAL ANALYSIS OF SINGLE CRYSTAL COMPOUND $MnCl_2 \cdot 2(CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O$

Abstract. A coordination compound $[MnCl_2 \cdot (CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O]$ was obtained by a preparative method, a monocrystal was grown and its structure was determined using X-ray diffraction analysis. In this complex, manganese cation forms a coordination made of six water molecules, and located in the center of symmetry - a weakly distorted octahedron. The lengths of Mn-O bonds is from $2,027$ to $2,058\text{Å}$. The bond angles are set between $85,10^\circ$ and $94,90^\circ$. The lengths of N-C and C-H bonds in the hexamethylenetetramine molecule vary within $1,471$ – $1,481$ and $0,909$ – $0,999\text{Å}$, bond angles at the nitrogen atom in hexamethylenetetramine are close to tetrahedral, value of N-C-N angles ranges from $111,53$ to $112,12^\circ$. Each molecule within the coordination scope forms following types of hydrogen bonds: $O-H \dots O$; $O-H \dots N$; $C-H \dots O$; $Cl \dots H - O$ - hydrogen bonds, which

form spatial network bonding aqua cations with the molecules of hexamethylenetetramine, anion and water. Based on the data obtained, the presence of intermolecular hydrogen bonds between the structured units of coordination compound - aqua-cation, coordinated water molecules, chloride ions and hexamethylenetetramine molecules was determined.

Key words: coordination compounds, aqueous cation, chloride anion, hexamethylenetetramine, atomic coordinates, equivalent temperature parameters, bond length, bond angles, hydrogen bond.

Актуальность работы. В настоящее время возрос интерес к синтезу комплексных соединений переходных металлов с полигетероциклическими лигандами. Многие комплексы металлов проявляют биологическую активность именно с гетероциклическими лигандами. Определено, что комплексы кобальта Mn^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} с гексаметиленетерамином [1-3] обладают антимикробными свойствами. Также установлено, что в присутствии комплексов ртути, кадмия и серебра с гексаметилентетрамином [4] замедляются процессы роста бактерий и грибов.

Комплексы металлов с гексаметилентетрамином часто используют в качестве прекурсоров для получения наноразмерных перспективных материалов. Комплексы цинка и кобальта с гексаметилентетрамином послужили исходными веществами для получения фотоактивных нанодисков оксида цинка [5]. Термическим разложением комплекса никеля состава $[NiCl_2 \cdot 2(CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O]$ получены наночастицы оксида никеля Ni_3O_4 - шпинельной структуры [6].

Гексаметилентетрамин имея четыре атома азота, который является потенциальным донором электронных пар, имеет возможность координации молекулы гексаметилентетрамина через один или несколько атомов азота, при этом могут формироваться координационные полимеры, кроме того, он может удерживаться в кристаллической решетке комплексного соединения за счет межмолекулярных взаимодействий. Поэтому актуальным является исследование взаимодействия гексаметилентетрамина с галогенидами переходных металлов с целью установления структуры комплексных соединений.

Нами изучена тройная система $MnCl_2 - (CH_2)_6N_4 - H_2O$ при $30^\circ C$. Методом изотермической растворимости, получены комплексные соединения $[MnCl_2 \cdot (CH_2)_6N_4 \cdot 2H_2O]$, $[MnCl_2 \cdot 2(CH_2)_6N_4 \cdot 5H_2O]$, определены их концентрационные пределы кристаллизации из насыщенных водных растворов. При испытании биологической активности выявлено, что дигексаметилентетрамин хлорида марганца обладает выраженной бактерицидной и бактериостатическим действиями [1], также нами препаративным способом получено соединение состава $[MnCl_2 \cdot 2(CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O]$.

Целью данной работы является методом рентгеноструктурного анализа установить структуру координационного соединения $[MnCl_2 \cdot (CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O]$.

Методика эксперимента. Координационное соединение состава $[MnCl_2 \cdot 2(CH_2)_6N_4 \cdot 10H_2O]$ синтезировали препаративным методом. Для синтеза кристаллов готовили насыщенные водные растворы исходных компонентов согласно их стехиометрическому соотношению в образуемых химических соединениях и подвергали изотермическому испарению до выпадения кристаллов.

Процесс кристаллизации длится в зависимости от заданных размеров выращиваемого кристалла от 20 до 30 дней. Затем кристаллы извлекали из кристаллизатора, высушивали в эксикаторе и исследовали.

Для рентгеноструктурного исследования соединения $\text{MnCl}_2 \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ был выбран монокристалл размером $0.40 \times 0.20 \times 0.10$ мм. Эксперимент проведен на автоматическом дифрактометре Bruker SMART APEX II при температуре 296К с использованием MoK_α -излучения ($\lambda = 0.71073 \text{ \AA}$, графитовый монохроматор). Кристаллы ($\text{C}_{12} \text{H}_{44} \text{Cl}_2 \text{Mn N}_4 \text{O}_{10}$, $F_w = 679.08$) триклинны, принадлежат группе P-1, $a = 9.294(5)$, $b = 9.496(3)$, $c = 9.505(3) \text{ \AA}$, $\alpha = 119.43(4)$, $\beta = 94.235(6)^\circ$, $\gamma = 101.108(6)$ $V = 702.8(5) \text{ \AA}^3$, $Z = 1$, $D_{\text{выч}} = 1,385 \text{ г/см}^3$, $\mu(\text{Mo-K}\alpha) = 0.715 \text{ мм}^{-1}$, $F(000) = 311,0$. Адсорбционная коррекция была введена по измерениям интенсивностей эквивалентных отражений (мин./мах. факторы пропускания – 0.763 / 0.932).

Структура расшифрована прямым методом и уточнена полно матричным анизотропном МНК по F^2 для всех не водородных атомов *SHELXTL* [7]. Все водородные атомы были найдены из разностного ряда и их позиционные параметры были уточнены. Окончательное значение факторов расходимости составило $R_1 = 0,0330$ (3147) и $wR_2 = 0,0780$ (3712) по всему массиву данных с использованием 239 параметров уточнения. $\text{GOOF} = 0.996$, $\Delta \rho \text{ min/max} = -0.361 / 0.373$.

Результаты и их обсуждения. Кристаллы соединения $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \cdot 2\text{Cl}^- \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ прозрачные, светло розового цвета, принадлежат триклинной сингонии.

Параметры элементарной ячейки имеют следующее значение: $a = 9.294(5) \text{ \AA}$, $b = 9.496(3) \text{ \AA}$, $c = 9.505(3) \text{ \AA}$, $\alpha = 119,43(4)^\circ$, $\beta = 94,235(6)^\circ$, $\gamma = 101,108(6)^\circ$.

Пространственная группа P-1, $Z = 1$, плотность $\rho = 1,385 \text{ г/см}^3$, а объем $702.9(5) \text{ \AA}^3$. Кристаллоструктурные характеристики и результаты обработки эксперимента даны в таблицах 1-4.

Таблица 1. Кристаллографические данные для соединения



Параметры	Кристаллографические данные
Эмпирическая формула	$\text{C}_{12} \text{H}_{44} \text{Cl}_2 \text{Mn N}_4 \text{O}_{10}$
Молекулярная масса	586.39
Температура	296К
Сингония	триклинная
Пространственная группа	P -1
Параметры элементарной ячейки	$a = 9.294(5)$, $b = 9.496(3)$, $c = 9.505(3) \text{ \AA}$, $\alpha = 119,43(4)^\circ$, $\beta = 94,235(6)^\circ$, $\gamma = 101,108(6)^\circ$
Объем	$702.9(5) \text{ \AA}^3$

Z	1
Плотность (расч.) г·см ³	1,385
Коэффициент абсорбции, мм ⁻¹	0,715
F000	311,0
Размер кристалла, мм ³	0.40 x 0.20 x 0.10
Индексы h, k, lmax	12, 12, 12
Отражение	3712
Независимые отражения	3147
Tmin, Tmax	0.763, 0.932
Z(max)	28.970
GOF	0.996
Конечные R индексы для 3106 I>2σ(I)	R ₁ =0,0330 (3147) wR ₂ = 0,0780 (3712)
S	1.045
Npar	239

Проекция структуры $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \cdot 2\text{Br}^- \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ на плоскость представлена на рис. 1.

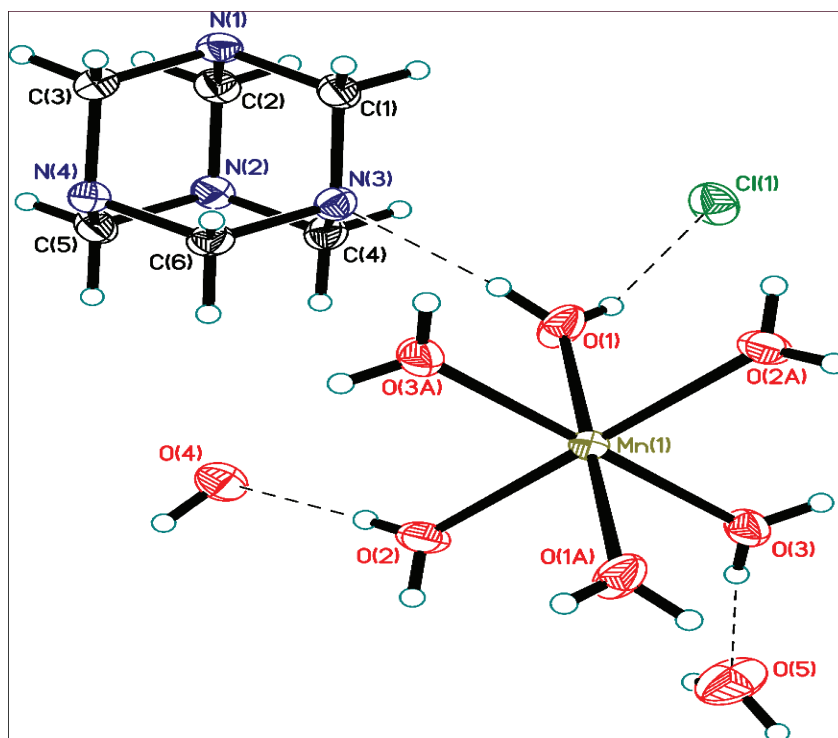


Рис. 1. Проекция структуры координационного соединения $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \cdot 2\text{Cl}^- \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Координационный полиэдр атома марганца, находящийся в центре симметрии – слабо искажённый октаэдр, образованный шестью молекулами воды. Длины связей Mn-O равны от 2,027 до 2,058Å. Углы при атоме марганца близки к 90°. Валентные углы O-Mn-O лежат в пределах 85,10°– 94,90°. Длины связей N-C и C-H в молекуле гексаметилентетрамина меняются соответственно в пределах 1,471-1,481Å и 0,909-0,999Å, валентные углы при атомах азота в гексаметилентетрамина близки к тетраэдрическим, значение углов N-C-N изменяется в пределах от 111,53 до 112,12°.

Упаковка структурных фрагментов стабилизировано ММН-связями, которые образуют трехмерный каркас. Все молекулы воды структуры участвуют в водородных связях (табл.4). Каждая из них, входящая в координационную сферу марганца, образует водородные связи типа: O – H...O; O - H...N; C – H...O; Br...H - O – водородные связи, которые образуют пространственные сети связывая аквакатион магния молекулами гексаметилентетрамина, аниона хлора и воды.

В целом структура исследованного соединения $[\text{MnCl}_2 \cdot (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}]$ аналогична структурам комплексов изученных рентгеноструктурным анализом: $\text{NiCl}_2 \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ [8], $\text{MgCl}_2 \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ [9], $\text{CaBr}_2 \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ [10].

Таблица 2. Координаты атомов и эквивалентные температурные параметры

(Å×10³) в структуре $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \cdot 2\text{Cl}^- \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Атом	x	y	z	U(ед)
Mn (1)	0,500	0,500	0,500	0,022
Cl (1)	0,184	0,683	0,938	0,034
O (1)	0,608	0,481	0,667	0,044
O (2)	0,373	0,262	0,296	0,042
O (3)	0,377	0,640	0,439	0,033
O (4)	0,194	-0,005	0,286	0,024
O (5)	0,151	0,547	0,187	0,038
N(1)	0,337	0,148	0,960	0,027
N(2)	0,116	0,044	0,743	0,023
N(3)	0,339	0,244	0,764	0,026
N(4)	0,344	-0,044	0,672	0,023
C(1)	0,390	0,290	0,935	0,027
C(2)	0,172	0,094	0,915	0,026
C(3)	0,395	0,008	0,846	0,026
C(4)	0,174	0,188	0,723	0,026
C(5)	0,180	-0,094	0,635	0,025
C(6)	0,397	0,102	0,654	0,026

Таблица 3. Длина связей и валентные углы в структуре соединения
 $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \cdot 2\text{Cl}^- \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Связи	Длина связи, в Å	Валентные углы	в градусах
Mn(1)-O(1)	2,174	O(2)- Mn (1)-O(3)	86,06; 93,94
Mn (1)-O(2)	2,143	O(2)- Mn (1)-O(1)	87,60; 92,40
Mn (1)-O(3)	2,116	O(3)- Mn (1)-O(1)	94,90; 85,10
N(1)-C(1)	1,474	C(2)-N(1)-C(3)	108,22
N(1)-C(2)	1,481	C(2)-N(1)-C(1)	108,59
N(1)-C(3)	1,479	C(1)-N(1)-C(3)	108,07
N(2)-C(1)	1,471	C(5)-N(2)-C(4)	107,99
N(2)-C(4)	1,476	C(5)-N(2)-C(2)	107,75
N(2)-C(5)	1,477	C(4)-N(2)-C(2)	108,18
N(3)-C(4)	1,476	C(1)-N(3)-C(4)	108,57
N(3)-C(2)	1,476	C(1)-N(3)-C(6)	108,26
N(3)-C(6)	1,478	C(4)-N(3)-C(6)	107,99
N(4)-C(5)	1,472	C(5)-N(4)-C(6)	108,54
N(4)-C(3)	1,477	C(3)-N(4)-C(5)	108,49
N(4)-C(6)	1,475	C(3)-N(4)-C(6)	107,93
O(1)-H(1)	0,770	N(3)-C(1)-N(1)	111,60
O(1)-H(2)	0,800	N(3)-C(2)-N(1)	112,12
O(2)-H(3)	0,780	N(1)-C(3)-N(4)	112,02
O(2)-H(4)	0,800	N(3)-C(4)-N(2)	111,53
O(3)-H(5)	0,830	N(4)-C(5)-N(2)	111,81
O(3)-H(6)	0,790	N(3)-C(6)-N(4)	111,63
O(4)-H(7)	0,810	H(1)-O(1)-H(2)	100,39
O(4)-H(8)	0,850	H(3)-O(2)-H(4)	113,16
O(5)-H(9)	0,830	H(5)-O(3)-H(6)	104,28
C(1)-H(11)	0,957	H(11)C(1)H(12)	110,52
C(1)-H(12)	0,999		
C(2)-H(21)	0,970	H(21)C(2)H(22)	108,55
C(2)-H(22)	0,930		

C(3)-H(31)	0,952	H(31)C(3)H(32)	107,76
C(3)-H(32)	0,985		
C(4)-H(41)	0,961	H(41)C(4)H(42)	110,24
C(4)-H(42)	0,957		
C(5)-H(51)	0,974	H(51)C(5)H(52)	108,56
C(5)-H(52)	0,909		
C(6)-H(61)	0,959	H(61)C(6)H(62)	113,55
C(6)-H(62)	0,963		

Таблица 4. Длина и углы водородных связей в структуре соединения



Связи	D-H	H...A	D...A	<(DHA)
O(1)-H(1)...Cl(1)	0,77 (2)	2,42 (2)	2,163 (14)	162 (2)
O(1)-H(2)...N(3)	0,80 (2)	2,00 (2)	2,795 (17)	169 (2)
O(2)-H(3)...N(1)_s1	0,78 (2)	2,03 (2)	2,796 (18)	170 (2)
O(2)-H(4)...O(4)	0,80 (2)	1,91 (2)	2,705 (17)	174 (2)
O(3)-H(5)...N(5)_	0,83 (2)	1,89 (3)	2,714 (19)	173 (2)
O(3)-H(6)...N(4)_s2	0,79 (2)	2,03 (2)	2,812 (17)	170 (2)
O(4)-H(7)... Cl (1) s3	0,81 (2)	2,35 (2)	3,156 (14)	172,5 (19)
O(4)-H(8)...N(2)_s4	0,85 (2)	1,96 (2)	2,811 (2)	174,5 (19)
O(5)-H(9)... Cl (1) s1	0,83 (3)	2,39 (2)	3,212 (17)	175 (2)
O(5)-H(10)... Cl (1) s5	0,82 (3)	2,37 (3)	3,1871(2)	174 (2)

Выводы. Рентгеноструктурным исследованием установлено, что в кристалле соединения $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \cdot 2\text{Cl}^- \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ строительными единицами являются: аквакатион магния $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, анионы 2Cl^- , нейтральные молекулы гексаметилентетрамина и молекулы кристаллизационной воды. Катион марганца гексогонально координирован шестью атомами кислорода молекулы воды. Длина связи Mn-O равна от 2,1162 до 2,174(2)Å. Гексаметилентетрамин координирован с атомами водорода воды, который координирован с ионами марганца и водородом кристаллизационной воды. Анион хлора координирован аквакатионом марганца $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ через атом водорода кристаллизационной воды.

Таким образом, определены наличие межмолекулярных водородных связей между структурными единицами координационного соединения $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \cdot 2\text{Cl}^- \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – координированными молекулами воды аквакатиона магния, хлорид-анионами и молекулами гексаметилентетрамина.

Литература

1. Патент №1768. Кыргызская Республика. Антибактериальные и антисептические свойства комплекса $\text{MnCl}_2 \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ или дигексаметилентетрамин хлорида марганца. / Туленбаева М.А., Алтыбаева Д.Т., Маматураимова Н.А., Камалов Ж.К. // Зарегистрирована 2015.31.05.
2. *Mbonu I.J., Okpalaezinne N.P.* Synthesis, characterization and biological activity of mixed ligands complex of Co(II) ions with succinic acid and hexamethylenetetramine // *J. Chem. Mater. Res.* 2015. V. 7. № 2. P. 52–55.
3. *Degagsa B., Faye G., Fernandez N.* Synthesis, characterization and antimicrobial activity of hexamethylenetetramine copper(II) complex // *World J. Pharm. Pharm. Sci.* 2013. V. 2. № 6. P. 6391–6404.
4. *Mohammed S.F., Refat M.S., El-Metwaly N.M.* Synthesis a new series of methenamine complexes with some different metal ions: Spectral, thermal and biological investigations // *J. Life Sci.* 2012. V. 9. № 2. P. 1243–1253.
5. *Kuriakose S., Satpati B., Mohapatra S.* Facile synthesis of Co doped ZnO nanodisks for highly efficient photocatalytic degradation of methyl orange // *Adv. Mater. Lett.* 2015. V. 6. P. 217–223.
6. Эффективный метод образования оксида никеля/ Маматураимова Н.А., Туленбаева М.А., Алтыбаева Д.Т., Камалов Ж.К. // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. Москва, май, 2016. №05 (88) часть.1. стр.31-35.
7. *Sheldrick, G.M.*, (2008). *Acta. Crystallogr.*, A64, № 1, 112-122. <https://doi.org/10.1107/S0108767307043930>
8. *Алтыбаева Д.Т.* Физико-химические свойства комплексов гексаметилентетрамина с галогенидами переходных металлов и продуктов их разложения. ОшГУ и Институт химии и химической технологии НАН КР. –Бишкек: Илим, 2002. 312с. –С. 209-218.
9. *Alessandra L., Kovacs A.L., Mazzarella L.* Structure del complesso $\text{MgCl}_2 \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. // *Ric. Sci.* 2 -1966. –V.36. –N6. –P. 466-471.
10. *De Santis P, Kovacs A.L., Liguori A.M., Mazzarella L.* Structure of the Complex $\text{CaBr}_2 \cdot 2(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. // *J. Ann.Chem.Soc.* -1965. –T.87. –N21. –P.4965-4971.

УДК 613.12 (575.2)(04)

Бообекова Сайнаке Бообековна,
к.х.н., профессор КНУ им. Ж.Баласагына,
Бообекова Сайнаке Бообековна,
х.и.к., профессор Ж.Баласагын атындагы КУУ
Boobekova Sainake Boobekova, professor KNU

Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович,
д.х.н., академик НАН КР,
Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович,
х.и.д., КРнын УИА академиги,
Murzubraimov Bektemir Murzubraimovich,
academic NAS KR

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В МОЛОКЕ И ОВОЩАХ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Аннотация. Пестициды – это химические вещества, которые применяются в сельском, лесном хозяйстве для борьбы с различными вредителями растений и сорняками. Слово пестицид означает «пестис» – зараза + «цидо» – убиваю. В зависимости от области применения пестициды делятся на инсектициды – применяются для борьбы с вредителями растений; гербициды – против сорняков, также для борьбы с грибковыми заболеваниями и различными грызунами растений и т.д. [1]. В нашей исследовательской работе, для определения концентрации пестицидов в молоке фирмы «Белая река», а также в помидорах и огурцах фермерского хозяйства Кантского района, мы использовали метод газожидкостной хроматографии.

Ключевые слова: пестициды, экология, газожидкостная хроматография, концентрация, ПДК.

СҮТТӨГҮ ЖАНА ЖАШЫЛЧАЛАРДАГЫ ПЕСТИЦИДДЕРДИ ГАЗОСУЮКТУК ХРОМАТОГРАФИЯ ЖОЛУ МЕНЕН АНЫКТОО

Аннотация. Пестициддер – булар айыл чарбасында айдоо аянттарына, талаа-токойлорго себилүүчү химиялык каражаттар. Пестицид деген сөз (пестис – зараза + цидо – убиваю) деген сөздөн алынган. Колдонулушуна жараша пестициддер төмөнкүдөй бөлүнөт: зыяндуу курт-кумурскаларды өлтүрүү үчүн инсектициддер, отоо чөптөрдөн тазалоо үчүн гербициддер ж.б. пестициддердин түрлөрү бар [1]. Берилген илимий иште сүттөгү, помидор, бадырандагы пестициддердин концентрациясын аныктадык. Сүттү «Белая река» фирмасынан, помидор, бадыранды Кант районундагы бир фермердик чарбасынан алдык. Аныктоо газосуюктук хроматография методу менен жүргүзүлдү.

Негизги сөздөр: пестициддер, экология, газо – суюктук хроматография, концентрация, ПДК.

DETERMINATION OF THE CONTENT OF PESTICIDES IN MILK AND VEGETABLES BY METHOD OF GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY

Abstract. Pesticides are chemicals that are used in agriculture and forestry to control plant pests and weeds. The word pesticide means pestis - infection + cido - to kill. Depending on the field of using, pesticides are divided into insecticides - they are used to control plant pests; herbicides - against weeds, also for the fight against fungal diseases and various rodents of plants [1]. In our research work, we used the method of gas-liquid chromatography to determine the concentration of pesticides in the milk of the “Belaya reka” company, also in tomatoes and cucumbers of the farm in the Kant region.

Key words: pesticides, ecology, gas-liquid chromatography, concentration, MPC.

Определение содержания пестицидов в молоке и овощах методом газожид- костной хроматографии

В концепции зеленой экономики приведены факты, которые приводят в ужас исследователей. Например, в Кыргызстане за 2010 – 2015 годы число больных с онкологическими болезнями увеличилось на 23%, число женщин с гинекологическими – онкологическими болезнями на 18%, число новорожденных с природными аномалиями (инвалиды) увеличилось на 64% [2]. Таким образом, экологическая проблема стала глобальной проблемой.

По токсичности для человека и животных пестициды разделяют на 4 группы:

- малотоксичные, меньше 50 мг/кг,
- среднетоксичные, 50 – 200 мг/кг,
- высокотоксичные, 200 – 1000 мг/кг,
- сильнодействующие, свыше 1000 мг/кг.

Наименьшая доза ЛД 50 пестицида вызывает смертность животных.

Эти данные условные, потому что токсичность пестицидов зависит не только от абсолютного значения смертельных доз, но и от других свойств: способность накапливаться в организме, стойкости во внешней среде, от влажности, отдаленных последствий пестицидов при систематическом воздействии на организм, мутагенных (влияющих на наследственность, тератогенных (вызывающих уродства), аллергенных и других свойств.

Во время авиаобработок полей, садов листва деревьев задерживает на себе около 50% веществ. Остальные 50% остаются в воздухе или оседают на землю.

Во время орошения полей, из стоков предприятий, во время дождей и воздушной обработки сельхозугодий пестициды попадают в воду.

В процессе обработки наземных участков растений с водой и воздухом, пестициды могут попасть в почву.

Пестициды, природным путем попадая через воздух, воду и почву, могут присутствовать в продуктах питания, люди, использующие такие продукты отравляются. При отравлении пестицидами у людей возникают следующие симптомы: головокружение, общая слабость, потливость, тахикардия.

В более сложных случаях пестициды вызывают судороги, тошноту, рвоту, повышение температуры и наступления состояния комы [3].

Поскольку пестициды токсичны и попадают в окружающую среду, использование их должно быть объектом строгого регулирования и контроля. Также необходим постоянный мониторинг значений остаточных концентраций пестицидов в продуктах питания.

По предложению Всемирной организации здравоохранения, человек каждый день должен употреблять не меньше 400 граммов овощей, фруктов и ягод, но если они загряз-

нены пестицидами, то они становятся причиной тяжелых заболеваний, таких как рак, болезнь Альцгеймера, синдром гиперактивности у детей [4].

Для мониторинга остаточных концентраций пестицидов нами проведены определения их в молоке фирмы “Белая река”, в помидорах и огурцах, выращенных в Кантском районе Чуйской области, по методике газожидкостной хроматографии. По этой методике есть возможность разделить и количественно определить вещества в сложной смеси, даже когда они похожи по химическим свойствам, и температура кипения различаются на десятые доли градуса [5].

В нашем исследовании этот метод использован для анализа содержания остаточных количеств 9 пестицидов:

1. α – ГХЦГ (α - гексахлороциклогексана),
2. β – ГХЦГ (β - гексахлороциклогексана),
3. γ – ГХЦГ (γ - гексахлороциклогексана),
4. 4,4 – ДДЕ (4,4-дихлордифенил-дихлорэтилен),
5. 4,4 – ДДД (4,4-дихлордифенил-дихлорэтан),
6. 4,4 – ДДТ (4,4-дихлордифенил-трихлорэтан),
7. Альдрин,

8. Гексахлорбензол,

9. Гептахлор в составе молока и овощей [6].

Для приготовления пробы молока берется 40 мл молока и до почернения пробы наливается концентрированная серная кислота. Затем этот раствор для охлаждения отправляется в холодильник. Охлаждение проводится до 10° С.

Для экстрагирования n – гексаном раствор переносится в делительную воронку. Экстрагирование проводится 2 раза. Делительную воронку встряхиваем 2 мин и оставляем её на несколько минут для разделения слоёв. Если образуется эмульсия, то можно прибавить 1 – 2 мл этилового спирта.

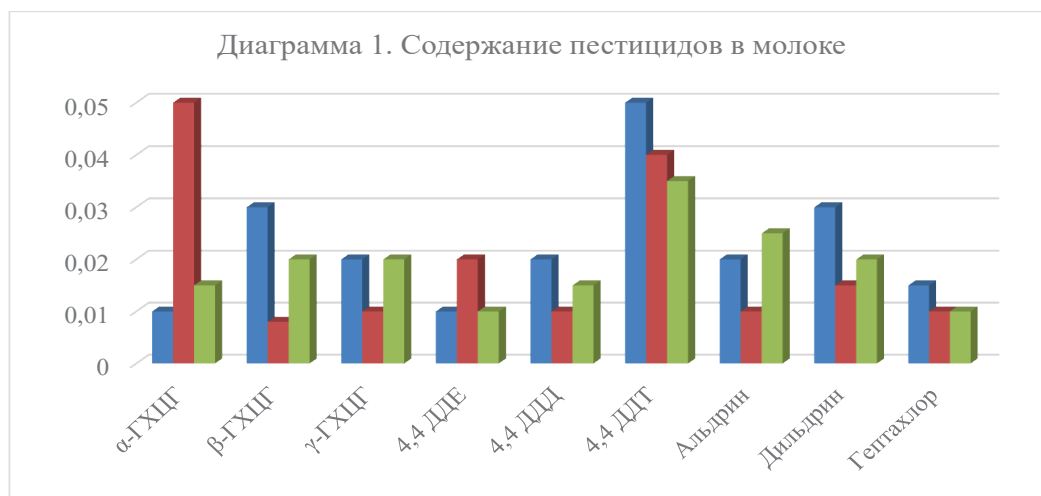
После к экстракту в делительной воронке добавляем 10 мл концентрированной серной кислоты, насыщенной серноокислым натрием и встряхиваем несколько раз.

Такую очистку проводили до получения бесцветной кислоты. Полученный раствор наливали в круглодонную колбу и из нее берем по 10 мл в тигелевую чашку и оставляли в сушильном шкафу до полного испарения. После испарения, посуду промываем 1 – 2 мл n -гексаном и этот раствор берем для пробы.

Экспериментальные данные, полученные при хроматографировании молока приведены в таблице 1, диаграмме 1, градуировочном графике 1.

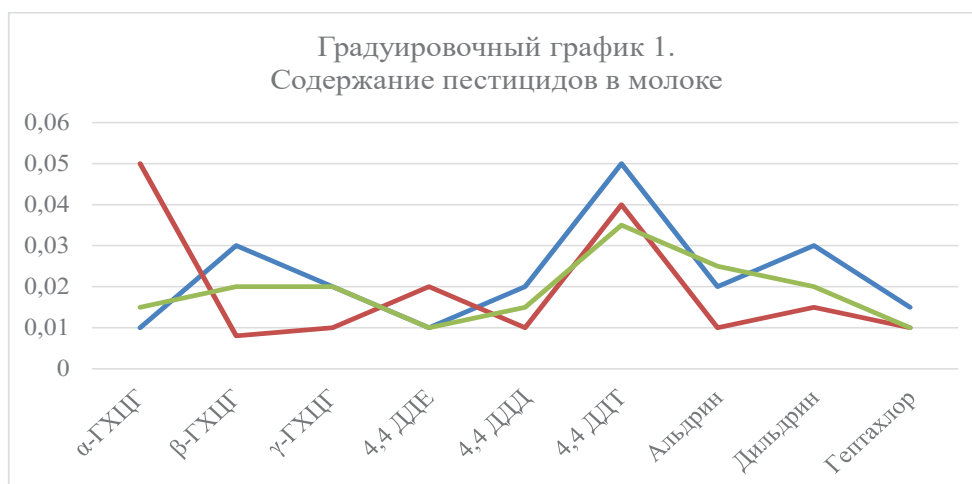
Таблица 1. Содержание пестицидов в молоке

№	Название пестицидов	Точки проб			Ед.изм	ПДК
		1	2	3		
1	α -ГХЦГ	0,01	0,05	0,015	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
2	β -ГХЦГ	0,03	0,008	0,02	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
3	γ -ГХЦГ	0,02	0,01	0,02	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
4	4,4 ДДЕ	0,01	0,02	0,01	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
5	4,4 ДДД	0,02	0,01	0,015	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
6	4,4 ДДТ	0,05	0,04	0,035	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
7	Альдрин	0,02	0,01	0,025	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
8	Дильдрин	0,03	0,015	0,02	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
9	Гептахлор	0,015	0,01	0,01	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг



Для сравнения, содержание пестицидов в молоке приведены в таблице 1. ПДК – предельно-допустимая концентрация

пестицидов $\leq 0,05$ мг/кг. Как видно из таблицы 1, все 9 пестицидов в молоке содержатся менее нормы.



По данным этой таблицы мы построили диаграмму 1 и градуировочный график 1. На этих рисунках по оси абсцисс приведены общее содержание пестицидов в мг/кг, а по оси ординат – пестициды.

Содержание пестицидов в овощах

Из овощей для определения пестицидов нами были взяты помидоры и огурцы.

Приготовление пробы помидора и огурца

Для начала нужно измельчить помидор или огурец до размера 0,5 см. В плоскодонную колбу берем 50 г измельченной массы и заливаем 100 мл ацетона. Путем встряхивания в течении

30 минут экстрагируем этот раствор. Полученный экстракт фильтруем в колбу прибора для отгонки растворителя. Экстракцию ацетоном нужно повторить 2 раза, встряхивая по 15 мин. Далее экстракт концентрируется с помощью ротационного испарителя до объема 15-20 мл, затем фильтруется через пористый фильтр в мерный цилиндр.

Фильтрат далее экстрагируется 20 мл гексаном и этот процесс нужно проводить 3 раза. Гексановый экстракт сушим 5 – 6 г безводным сульфатом натрия и фильтруем, фильтр смываем гексаном. В ротационном испарителе растворитель удаляем полностью. К сухому остатку пипеткой до-

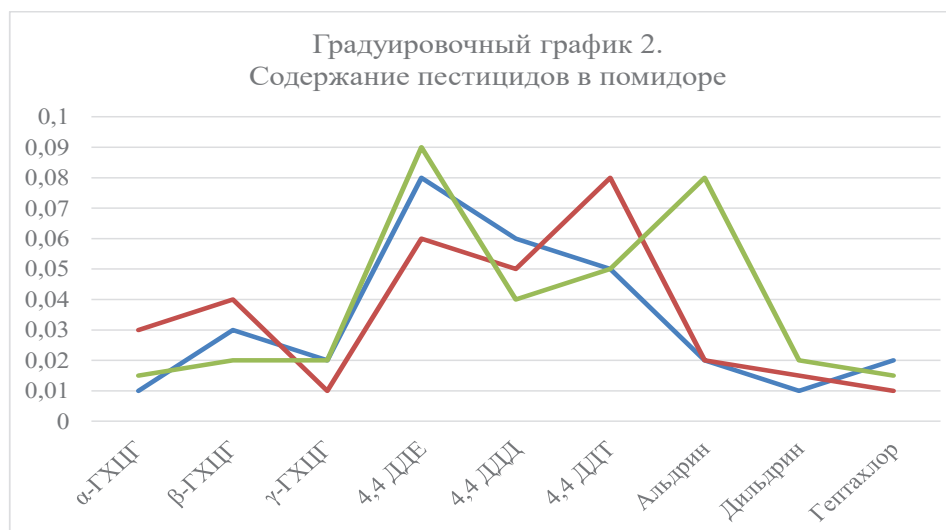
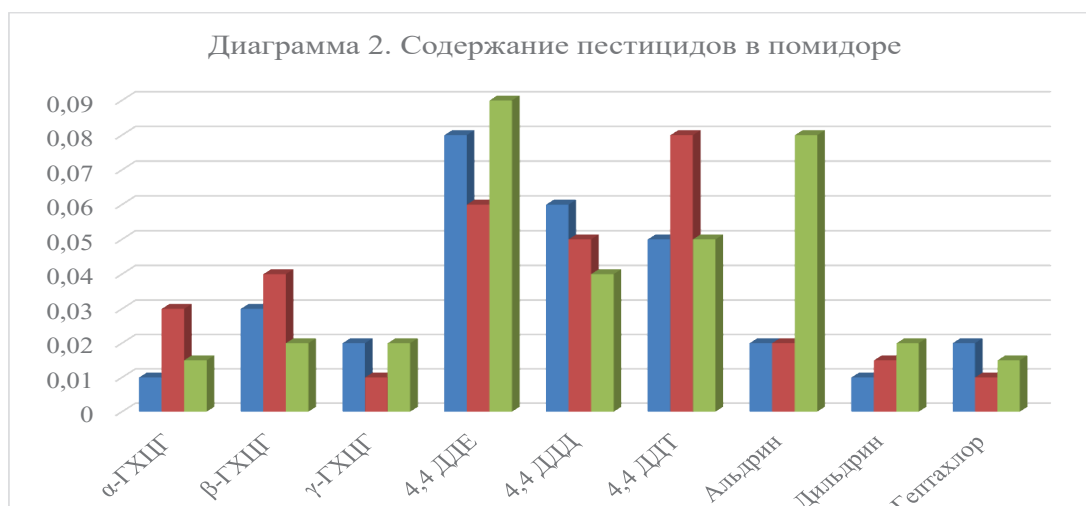
бавляется 5 мл раствор гексана. После этого, раствор можно брать для анализа.

Подготовка пробы огурца делается аналогичным способом, что и помидор, поскольку оба являются овощами.

Экспериментальные данные по определению концентрации пестицидов в помидоре приведены в таблице 2, диаграмме 2 и градуировочном графике 2.

Таблица 2. Содержание пестицидов в помидоре

№	Название пестицидов	Точки проб			Ед.изм	ПДК
		1	2	3		
1	α -ГХЦГ	0,01	0,03	0,015	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
2	β -ГХЦГ	0,03	0,04	0,02	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
3	γ -ГХЦГ	0,02	0,01	0,02	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
4	4,4 ДДЕ	0,08	0,06	0,09	мг/кг	$\leq 0,1$ мг/кг
5	4,4 ДДД	0,06	0,05	0,04	мг/кг	$\leq 0,1$ мг/кг
6	4,4 ДДТ	0,05	0,08	0,05	мг/кг	$\leq 0,1$ мг/кг
7	Альдрин	0,02	0,02	0,08	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
8	Дильдрин	0,01	0,015	0,02	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
9	Гептахлор	0,02	0,01	0,015	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг



В овощах ПДК содержания различных пестицидов разное. Например: α , β , γ –ГХЦГ, а также альдрин, дильдрин, гептахлор $\leq 0,05$ мг/кг, а 4,4 – ДДЕ, 4,4 – ДДД, 4,4 – ДДТ содержание должно быть 0,1 мг/кг.

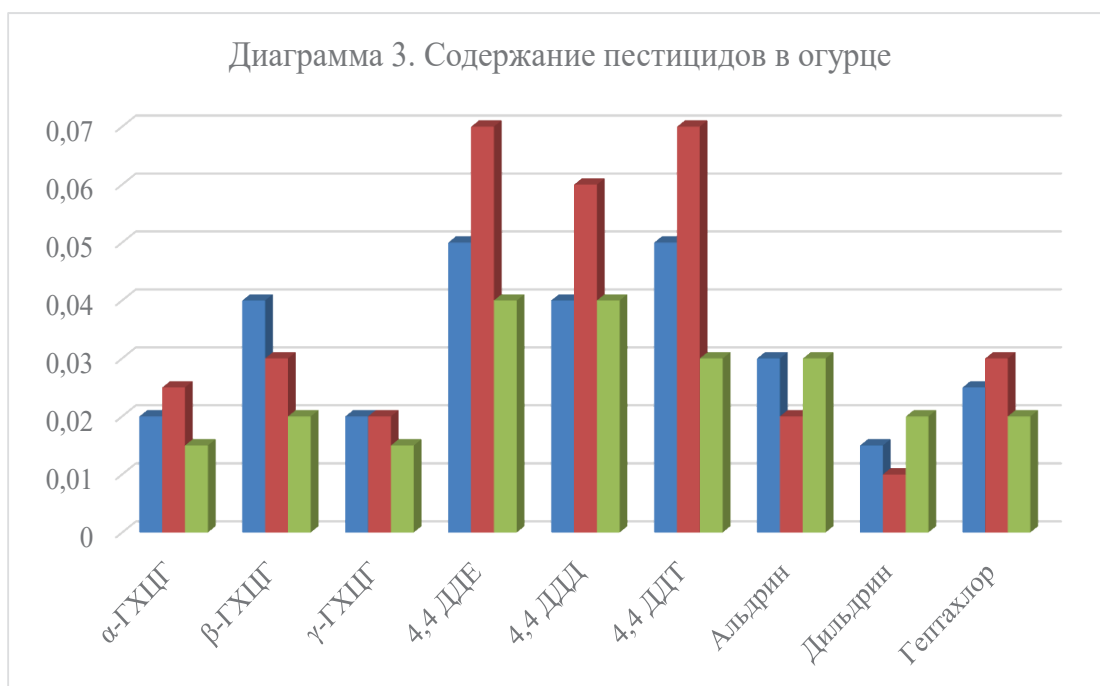
Из таблицы 2, диаграммы 2 и градуировочного графика 2 видно, что помидоры, выращенные на полях Кантского района, не

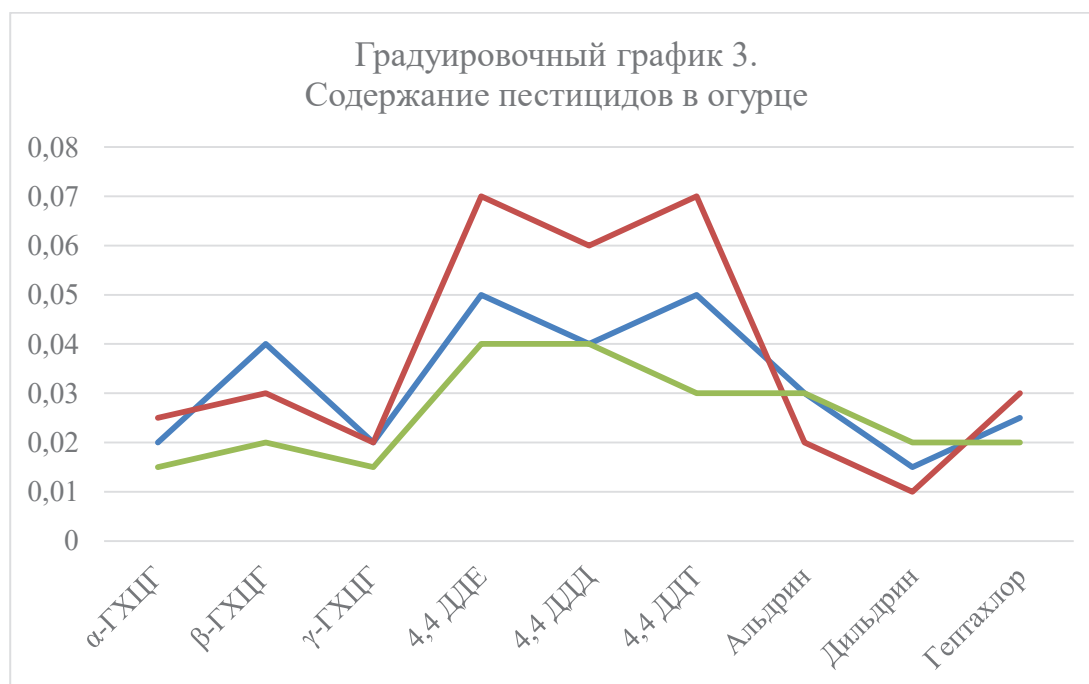
содержат пестицидов выше предельно допустимой концентрации.

Полученные данные содержания пестицидов в огурцах приведены в таблице 3. По этой таблице мы построили диаграмму 3 и градуировочный график 3. Как видно из этих графиков, содержание пестицидов в огурцах тоже менее ПДК.

Таблица 3. Содержание пестицидов в огурце

№	Название пестицидов	Точки проб			Ед.изм	ПДК
		1	2	3		
1	α -ГХЦГ	0,02	0,025	0,015	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
2	β -ГХЦГ	0,04	0,03	0,02	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
3	γ -ГХЦГ	0,02	0,02	0,015	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
4	4,4 ДДЕ	0,05	0,07	0,04	мг/кг	$\leq 0,1$ мг/кг
5	4,4 ДДД	0,04	0,06	0,04	мг/кг	$\leq 0,1$ мг/кг
6	4,4 ДДТ	0,05	0,07	0,03	мг/кг	$\leq 0,1$ мг/кг
7	Альдрин	0,03	0,02	0,03	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
8	Дильдрин	0,015	0,01	0,02	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг
9	Гептахлор	0,025	0,03	0,02	мг/кг	$\leq 0,05$ мг/кг





Выводы

На основании проведенной работы можно сказать, что пестициды, применяемые для борьбы с сорняками и различными вредителями растений, могут навредить всем живым существам – привести к неизлечимым болезням или к летальному исходу, поэтому в пище они должны отсутство-

вать, либо содержаться в ничтожном малом количестве.

В нашем эксперименте все 9 пестицидов содержатся меньше предельно – допустимой концентрации, что является хорошим результатом, дает возможность не бояться употребления этих продуктов.

Литература

1. Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений. М.: Колосс, 2006, 248 с, ISBN 5-9532-0368-3,
2. Кыргыз Республикасындагы жашыл экономика концепциясы «Айлана-чөйрөнүн жана элдин ден соолугунун азыркы абалы». Бишкек, 2020, 5-7 с.,
3. Федоров Л.А. Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку. М.; Наука, 1999,
4. Мельников И.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. М.: Химия, 1987, 712 с.,
5. Тогузбаева К.К., Мейкерман А.С. Современные технологии и методики определения содержания пестицидных препаратов в продуктах питания и объектах окружающей среды. Казахстан: 2015, 204 с.,
6. Белан С.Р. Новые пестициды. Справочник/Белан С.Р., Грапов А.Ф., Мельникова Г.М. М.: Грааль, 2001.

УДК 577.16 + 541.128

Пищугин Ф.В.

член-корреспондент НАН КР,

д.х.н, профессор, заведующий лабораторией «органическая химия» Института химии и фитотехнологии НАН КР

Пищугин Ф.В.

мүчө корр. химия илимдеринин доктору,

*профессор, органикалык химия лабораториясынын башчысы
КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту*

Pishugin F.V.

doctor of chemistry,

professor, Institute of Chemistry and FitoTechnology, NAS KR

Тулебердиев И.Т.

к.х.н., в.н.с.

Института химии и фитотехнологии НАН КР

Тулебердиев И.Т.

х.и.к., ж.и.к.

КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту

Tuleberdiev I.T.

Cand. Chem. Sci.,

Institute of Chemistry and FitoTechnology, NAS KR

Лецкевич А.В.

научный сотрудник

Института химии и фитотехнологии НАН КР

Лецкевич А.В.

илимий кызматкер

КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту

Letskevich A.V.

research associate,

Institute of Chemistry and FitoTechnology, NAS KR

ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ α - И β - АМИНОКИСЛОТ

ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВИТАМИНОВ ГРУППЫ В₆

Аннотация. В работе представлены результаты исследований конденсации пиридоксаль с α - и β -аминокислотами. Показано, что пиридоксаль в процессе конденсации с α -аминокислотами образует анти-изомеры, а с β -аминокислотами – син-изомеры, которые путем перестройки их структуры образуют хиноидную структуру. Синтезированы и идентифицированы геометрические изомеры оснований Шиффа.

Ключевые слова: Витамины В₆, аминокислоты, структуры аминокислот и оснований Шиффа.

В₆ ВИТАМИНДЕРИНИН ТААСИРИ АСТЫНДА α ЖАНА β АМИНОКИСЛОТАЛАРДЫН ХИМИЯЛЫК ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ

Аннотация. Эмгекте пиридоксалдын α жана β -аминокислоталар менен конденсациясы боюнча изилдөөлөрдүн жыйынтыктары келтирилген. Пиридоксал α -аминокислоталары менен конденсация процессинде анти – изомерлерди, ал эми α менен β -аминокислоталары амина-син изомерлерин түзүп, алардын структурасын өзгөртүү менен хиноиддик түзүлүштү пайда кылат. Шифф негиздеринин геометриялык изомерлеринин өзгөчөлүктөрү аныкталды жана синтезделип алынды.

Негизги сөздөр: В₆ витаминдери, аминокислоталар, аминокислоталар жана Шиффтин негиздери.

CHEMICAL TRANSFORMATIONS OF α - AND β -AMINO ACIDS UNDER THE ACTION OF В₆ VITAMINS

Abstract. There are investigation results of pyridoxal condensation with α – and β – amino acids in the work. Indicated, that pyridoxal in the condensation process with α – amino acids forms the anti-isomers, and with β – amino acids – sin-isomers, which by means of reconstruction of their structure form the quinoid structure. Synthesized and identified the geometric isomers of Shiff foundation.

Keywords: Vitamins В₆, Amino acids , Structure of amino acids and bases Шиффа.

Введение: Аминокислоты играют одну из самых важных функций живых организмов: являются структурными фрагментами белков пептидов, ферментов, участвует во многих биохимических процессах. [1]

Например L-триптофан участвует как компонент в синтезе NAD, служит предшественником синтеза многих алкалоидов и других метаболитов. Гидроксилирование триптофана приводит к 5-окси-триптофану, который путем декарбоксилирования превращается в серотонин - важный нейромедиатор.

Аргинин – источник образования NO – мощного сосудорасширяющего фактора и нейромедиатора. Он применяется при сердечно-сосудистых заболеваниях, обеспечивает нормальный уровень артериального давления, замедляет рост доброкачественных и злокачественных опухолей. β -аланин - структурный фрагмент кофермента А, пантотеновой кислоты, ансерина и карнозина.

Глицин – служит предшественником в биосинтезе порфириновых соединений

ипуриновых оснований.

Пиридоксаль, пиридоксаль-5'-фосфат, пиридоксамин выступают в роли коферментов многих химических превращений аминокислот и аминов. Количество таких реакций огромно. Эти ферменты, являются наиболее многосторонне действующими природными катализаторами. Они катализируют процессы элиминирования, реакций β -замещения аминокислот, переаминирования, рацемизации, декарбоксилирования, расщепления боковых цепей аминокислот, реакций трансальдимирования.

Большое количество работ посвящено изучению кинетики химических превращений аминокислот под действием ферментативных систем. Однако, из-за сложности структур ферментативных систем, быстро-му и неоднозначному протеканию реакций, многообразию их химических превращений вопросы о механизме их взаимодействия, влияния условий среды на скорость и пути протекания биохимических процессов остаются открытыми.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследований использовали гидрохлорид пиридоксаля фирмы “Merck”, пиридоксаль-5'-фосфат фирмы “Ferak”, аминокислоты фирмы “Reanal”. Буферные растворы готовили по общепринятой методике. Кинетику реакций конденсации и химических превращений оснований Шиффа измеряли на спектрофотометре “Spectro MOM-204” при заданных параметрах с точностью $\pm 0,02$ ед. Д. Реакционные смеси термостатировали при помощи термостата УН-8 с точностью $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Навески пиридоксаля и пиридоксаль-5'-фосфата, аминокислот и аминов в эквимольных количествах растворяли в водно-спиртовых буферных растворах и выдерживали их при заданных температурах в течение 30 мин. За начало реакции принимали момент смешивания термостатированных растворов пиридоксаля или пиридоксаль-5'-фосфата и аминокислот.

pH реакционных смесей измеряли на универсальном ионметре ЭВ – 74 с точностью отсчета $\pm 0,05$ ед. pH.

Кинетические измерения проводились в термостатированных кюветах толщиной 1,008 мм.

Было установлено, что УФ - спектры растворов гидрохлорида пиридоксаля и пиридоксаль-5'-фосфата, ввиду наличия у них двух протонно-донорных и протонно-акцепторных участков, изменяются в зависимости от растворителя и pH среды. Поэтому в качестве кювет сравнения брали растворители или растворы пиридоксаля или пиридоксаль-5'-фосфата в условиях, аналогичных условиям конденсации.

Оптические плотности аминспиртов определяли экспериментально путем измерения их в момент смешивания растворов пиридоксаля или пиридоксаль-5'-фосфата с аминокислотами в условиях, при которых скорость дегидратации была минимальной. Оптические плотности синтезированных оснований Шиффа определяли путем растворения их в буферных системах при заданных условиях.

Энергия активации реакции рассчитывали путем измерения констант скоростей реакции конденсации аминокислот с пиридоксалем и пиридоксаль-5'-фосфатом при различных температурах.

Основания Шиффа синтезировались по общей методике. Смеси растворов эквимольных количеств гидрохлорида пиридоксаля или пиридоксаль – 5' – фосфата с аминокислотами нагревали при $60-70^{\circ}\text{C}$ в течение 15-30 мин с последующим выделением и перекрестилизацией конечных продуктов.

Для идентификации исходных, промежуточных и конечных продуктов использовали современные физико-химические методы исследования : УФ-спектроскопию (Spektro MOM-204), ИК-спектроскопию (Nicolet Avatar 370DtGS), хроматографию (жидкостной эффективный хроматограф PLC-20, фирмы “Cole Parmer”), элементный анализ; определение молярной массы проводили методом криоскопии и сравнение полученных результатов с литературными данными.

Эксперимент и результаты исследований

Реакционная способность пиридоксаля (PL) и пиридоксаль-5'-фосфата (PLP) с аминокислотами и аминами зависит от многих факторов: 1- структуры аминокислот и аминов, 2- основности их NH_2 - групп, 3-стерических факторов, 4- структуры коферментов, 5- кислотно-основных свойств коферментов, 6- условий взаимодействия (pH среды, температура, растворитель).

Экспериментально установлено, что при смешивании бесцветных эквимольных растворов пиридоксаля и аминокислот раствор смеси мгновенно окрашивается в желтый цвет с появлением новых максимумов поглощения: при значениях pH, близких к нейтральным, λ_{max} 430 нм, при переходе в щелочную среду появляется новый максимум поглощения λ_{max} 450 нм .

Изучение изменения интенсивности поглощения в спектрах реакционных смесей во времени показало, что вначале оптическая плотность растворов мгновенно

падает, после чего начинает медленно возрастать. Затем по истечению некоторого времени интенсивность поглощения снова падает, при этом появляются максимумы поглощения конечных продуктов.

Особый интерес для химиков, биохимиков представляет стереохимические аспекты образования и химических превращений оснований Шиффа в различных условиях эксперимента.

Нами было замечено, что α -аминокислоты (α -аланин (α -Ala), глицин (Gly), DL-триптофан (Tri) и другие) при взаимодействии с пиридоксалем (PL) образуют растворы желтого цвета, из которых после химической обработки можно выделить желтые по цвету основания Шиффа. β - и ϵ -аминокислоты (β -Ala, L-лизин) с PL вначале образуют желтые растворы, которые в дальнейшем постепенно изменяют окраску от желтой до темно-красной. В УФ-спектре растворов λ_{\max} 350 нм со временем уменьшается при этом появляется и увеличивается интенсивность нового максимума поглощения в области 500 нм. Интенсивность λ_{\max} 430 нм практически не меняется.

Для объяснения полученных результатов были проведены кинетические исследования конденсации PL с α -Ala и β -Ala в сопоставимых условиях.

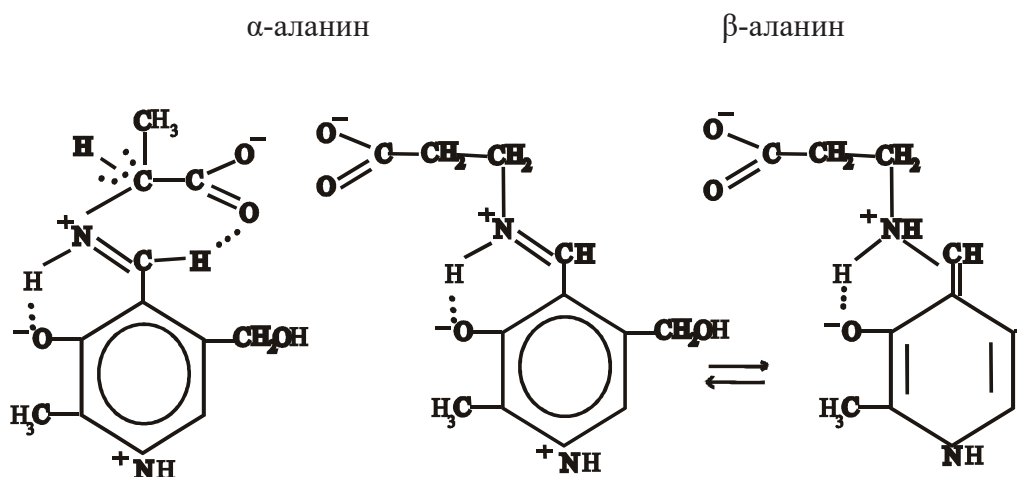
Анализ кинетических данных показал, что скорость химических превращений каждой из трех стадий существенно зависит от структуры аминокислот, pK_a их амино-

групп и условий проведения реакций.

Первая стадия – стадия присоединения аминокислот к PL зависит по-видимому, от pK_a NH_2 – группы. Чем больше pK_a , тем выше скорость присоединения. β -аминокислоты (β -Ala, pK_a 3,55), по-видимому, присоединяется к PL быстрее, чем α -аминокислоты (α -Ala, pK_a 2,35). Однако первая стадия протекает настолько быстро, что снять ее кинетику даже при низких температурах не удалось.

На второй стадии – стадии дегидратации наблюдается обратная зависимость. Карбоксильная группа в α -положении оказывает сильное влияние на отщепление протона, поэтому скорость дегидратации для α -аминокислотного фрагмента будет больше, чем для β -аминокислотного фрагмента.

Критический анализ литературных [2-10] и квантово-химические расчеты наших экспериментальных данных показали, что, по-видимому, при взаимодействии PL с α -аминокислотами образуются преимущественно анти-изомеры, которые стабилизируются за счет образования дополнительной водородной связи между карбонильной группой аминокислоты и атомом водорода иминного фрагмента PL. При взаимодействии PL с β -Ala образование таких стабильных структур не происходит, поскольку семичленные циклы термодинамически неустойчивы, поэтому при конденсации образуются преимущественно синизомеры:



При благоприятном пространственном расположении аминокислотного фрагмента в основании Шиффа и благоприятных внешних условиях анти – изомеры отщепляют протон под действием акцепторной группы COOH , перестраивают свою структуру в хиноидную форму с последующие гидролизом и образованием кетокислот и пиридоксамина (PM). Несколько иная картина наблюдается в продуктах конденсации PL с β -аминокислотами. В этом случае COOH – группа аминокислотного фрагмента удалена от $\text{C}=\text{N}$ – связи, поэтому образуется более стабильная - хиноидная структура, которую можно зафиксировать не только в растворах, но выделить в кристаллическом виде (схема, продукт III).

Критический анализ кинетических кривых, расчеты констант скоростей показали, что при сливании растворов PL с α - и β -Ala вначале бесцветные растворы моментально окрашиваются в желтый цвет с λ_{max} 350 нм и 430 нм, интенсивность которых со временем увеличивается. УФ – спектры PL с α -Ala длительное время не изменяются, что дало возможность выделить конечный продукт – основание Шиффа (продукт I). Растворы смеси PL с β -Ala в аналогичных условиях из желтого переходят в красный, затем в темно-красный цвет, при этом в УФ - спектре наряду с λ_{max} 350 нм и 430 нм, появляется новый максимум поглощения в области 500 нм, интенсивность которого постепенно возрастает. Подбирая соответствующие условия, нам удалось выделить и идентифицировать конечный темно-красный продукт (III).

Сделано предположение, что при конденсации PL с β -Ala вначале образуется син – изомер(II), который после перестройки своей структуры переходит в хиноидную форму (III), что соответствует гипотезе Иванова-Карпейского.

Доказательством в пользу нашего предположения служат данные по элементному анализу, УФ - (рис.1) и ИК – спектроскопии.

Элементный анализ продуктов конденсации PL с α -Ala и PL с β -Ala показал их идентичность.

Вычислено (%): C - 42,18; H – 4,92; N – 9,87 ;

Найдено (%): C – 41,71; H – 4,78; N – 9,77.

В ИК спектрах обоих соединений имеется широкая интенсивная полоса поглощения в области $3440 - 3444 \text{ см}^{-1}$, которая характерна для солей аминокислот, $\text{C}=\text{N}^+\text{H}$ – связи и структуры пиррола (продукт II).

Полосы поглощения в области 2361 см^{-1} характерны для $\text{C}=\text{NH}^+$, а полосы поглощения в области $1531-1635 \text{ см}^{-1}$ характерны для $\text{C}=\text{N}$ связей и COO^- групп. В ИК – спектре продукта конденсации PL с β -Ala появляется новая полоса поглощения в области 1577 см^{-1} , отсутствующая в продуктах взаимодействия PL с α -Ala. Эту полосу поглощения можно отнести согласно литературным данным к хиноидной структуре (продукт III).

Выводы. Таким образом, на основании экспериментальных данных установлено, что при взаимодействии PL с различными по структуре аминокислотами образуются различные геометрические изомеры.

C α -аминокислотами образует устойчивые анти – изомеры, которые после перестройки структуры и последующего гидролиза образуют кето-кислоты и пиридоксамин. β - и ϵ -аминокислоты, образуют син – изомеры, которые при определенной ориентации и определенных условиях (pH, температура, растворитель) перестраивают свою структуру в хиноидную форму.

Литература

1. *Мецлер Д.* Биохимия. М. : Мир, 1980, т.2.
2. *Layer R.M.* Chemistry of imines. // Chem. Rev. , 1963, v. 63, p. 489-510.
3. *Kabayasbi M., Yoshida M., Minato H.* Configuration of the photo isomers of benrylidenenani-lines.// J.Org. Chem., 1976, v. 41, p. 3322-3324.
4. *Buchanan G.M., Dawson B.A.* Sing reversal of gaminal $^{13}\text{CH}_3 - \text{C} - ^{15}\text{N}$ coupling in configurationally isomeril fragments. // Can. J. Chem., 1977, v. 55, p. 1437-1439.
5. *Kamf A., Dimant E.* Syn and anti oxime isomers of on aldehydo sugar derivative. // Carb. Res., 1971, v. 16, № 16, p. 212-214.
6. *Curtin D. Y., McCarty G.C.* Configurational stability at the carbon-nitrogen double bond.// Tetrahedron letters, 1962, p. 1269-1274.
7. *Scott F.L.* In Organik reaction mechanism , 60- ed, A. R. Butler, M.J. Perkins, interachience, New York, 1973, Chapter 13 , p. 470-474.
8. *Hall G.E., Middleton M.J., Roberts J.D.* Nuclear magnetic resonance spectroscopy. Kinetics of isomeri-sation of parasubstituted hexafluoroacetone N-pheny-limines. // J. Am. Chem. Soc., 1971, v. 93, p. 4778-4787.
9. *Collins J.H., Jaffe H.H.* The structures of the conjugate acids of cis- and trans- azobenzenes. // J. Am. Chem. Soc., 1962, v. 84, p. 4708-4712.
10. *Пицугин Ф.В., Тулебердиев И.Т.* Кинетика и механизм конденсации пиридоксаля с аминокислотами. // Журнал общая химия, 2005, Т. 75, вып 9 , с. 1538-1541.

УДК 577.16+541.128

Шапакова Чынара Кубанычбековна¹

С.Н.С., К.Х.Н.

Шапакова Чынара Кубанычбековна

х.и.к., улук илимий кызматкер

Shapakova Chynara Kubanychbekovna

Senior researcher, candidate of chemical sciences

Пищугин Федор Васильевич¹

д.х.н., чл.-корр. НАН КР.

Пищугин Федор Васильевич

х.и.д., УИАнын мүчө-корреспонденти.

Pishugin Fedor Vasilievich

doctor of chemical sciences, corresponding member of the

National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Мойдунова А.А.²

преподаватель кафедры биотехнологии КНАУ им.Скрябина

Мойдунова А.А.

К.И. Скрябин атындагы

КУАУнин биотехнология жана химия кафедрасынын окутуучусу

Moydunova A.A.

Lecturer of the Department of Biotechnology and Chemistry

of the Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Scriabin

1- *Институт химии и фитотехнологий НАН КР, г. Бишкек.*

2- *КНАУ им. К. И. Скрябина, г. Бишкек.*

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ D-ГЛЮКОЗЫ С АМИНОКИСЛОТАМИ

Аннотация. В настоящей работе синтезированы соединения D – глюкозы с аминокислотами. Соединения получены в кристаллическом виде, определены их элементный состав, физико-химические свойства, строение подтверждено данными ИК – спектроскопии.

Ключевые слова: α-аминокислоты, углеводы, ИК-спектроскопия.

D - ГЛЮКОЗАНЫН АМИН КИСЛОТАЛАРЫ МЕНЕН АРАКЕТТЕНИШҮҮСҮ

Аннотация. Бул иште D – глюкоза менен амин кислоталарынын жаңы кошулмалары синтезделген. Кошулмалар катуу абалында бөлүнүп алынып, элементтик составы, физика-химиялык касиеттери анализделген, алардын түзүлүшү ИК-спектроскопиялык ыкмалар менен такталган.

Негизги сөздөр: α-амин кислоталары, углеводдор, ИК-спектроскопия.

INTERACTION OF THE D-GLUKOSES WITH AMINOACIDS

Annotation. In the work of the compound of D- Glukose with aminoacids was synthesized. The compounds were isolated in solid state, elemental composition and physical-chemical properties were determined.

Key words: α -aminoacids ,carbohydrates, IR-spectroscopy.

В настоящее время с появлением различных болезней медицина и сельское хозяйство расширяется с применением биологически активных веществ в качестве лекарственных препаратов. Такие лекарственные препараты применяются в качестве стимуляторов роста и развития растений животных, а также для выяснения природы и особенностей биохимических процессов, которая обеспечивает жизнедеятельность организмов и может устанавливать зависимость биохимических реакций от различных факторов. Естественно, к таким биологически активным веществам относятся углеводы, аминокислоты и продукты их конденсации.

Для животного организма углеводы не только играют роль в накоплении, хранении и транспорте энергии, но они используются для создания прочных опорных и защитных структур, таких как древесина растений и панцири членистоногих [1]. С этим процессом непосредственно связано решение проблемы внутриклеточного транспорта различных соединений, в том числе адресная доставка лекарственных препаратов [1]. Многие вещества, регулирующие ответственные жизненные процессы, являются производными углеводов [2]. Моносахариды по многообразию реакций и весьма существенным различиям в реакционной способности в зависимости от структуры, стереохимии и конформации превосходят другие компоненты природных биополимеров [2].

Аминокислоты – исключительно особые органические соединения, которые являются структурными элементами белковой молекулы и играют неопределимую роль в биохимических процессах обмена веществ

живого организма [3]. Фенилаланин, глутаминовая кислота, глицин являются исходными веществами для синтеза антител, гормонов, ферментов и других веществ[3,4]. Если аланин участвует в метаболизме сахаров и органических кислот, то триптофан способствует снижению уровня холестерина в крови [3], а валин является источником энергии на клеточном уровне [3]. На основе литературных данных синтез новых биологически активных соединений на основе углеводов и аминокислот являются актуальной. В связи с этим целью данного исследования является изучения взаимодействия глюкозы с некоторыми α -аминокислотами.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования было использовано D-глюкоза марки «х.ч.», также такие аминокислоты как глицин, L-аланин, L-валин, L-фенилаланин, L-триптофан, L-глутаминовая кислота марки «х.ч.».

Для идентификации полученных соединений было проведено элементный анализ и определено некоторые физико-химические константы.

ИК-спектры были сняты на инфракрасном спектрометре (FT-IR) с Фурье преобразованием (4000-400 cm^{-1}).

Результаты исследования

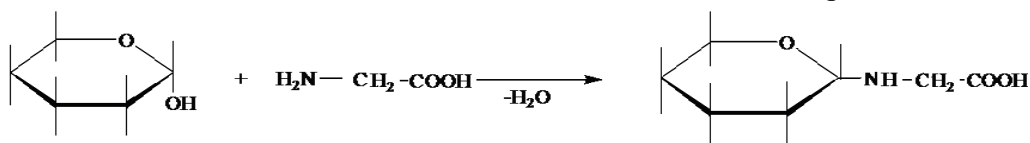
и обсуждение

Для идентификации полученных соединений проведено химический анализ на содержание углерода, водорода, азота [5] (табл.1). Определены температуры плавления, удельные углы вращения, рассчитано молярное вращение синтезированных

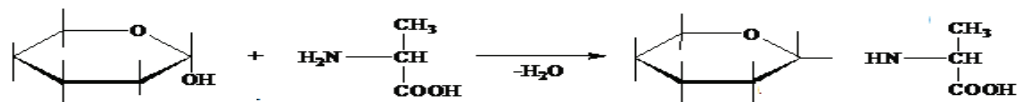
соединений [5-8]. Изучение процесса взаимодействия D-глюкозы с аминокислотами проводилось следующим образом: в коническую колбу наливали водно-спиртовый раствор D-глюкозы, затем добавляли к нему второй компонент в соотношениях 1:1. D-глюкоза было растворено в 10 мл воды, и потом добавляли 15мл спирта [8], затем перемешивали на магнитной мешалке и добавляли 1г глицина. Смесь перемешивался

в течение 3 дней, при температуре 20°C и при pH=7. После перемешивания раствор выливали в чашку Петри и оставляли до образования кристаллов. Продукт перекристаллизовывали в этиловом спирте.

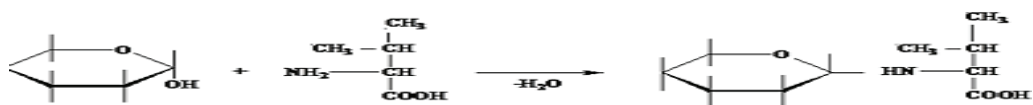
Синтез глюкозы с аланином, валином, фенилаланином, триптофаном, глутаминовой кислотой проводили аналогично, как описано в предыдущем синтезе (схема 1-6). Схема синтеза предоставлена ниже:



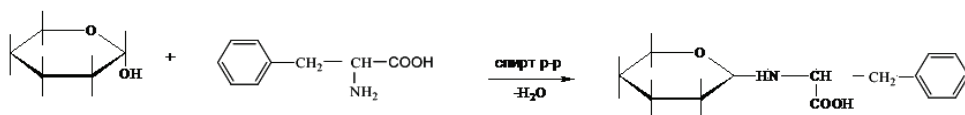
Реакция взаимодействия D-глюкозы и глицина



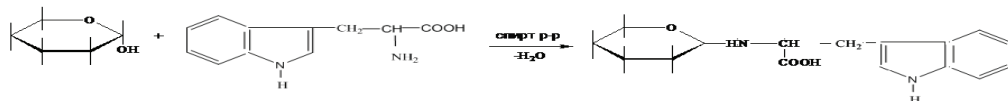
Реакция взаимодействия D-глюкозы и аланина



Реакция взаимодействия D-глюкозы и валина



Реакция взаимодействия D-глюкозы и фенилаланина



Реакция взаимодействия D-глюкозы и триптофана



Реакция взаимодействия D-глюкозы и глутаминовой кислоты

Таблица 1.- Элементный анализ синтезированных соединений

Соединение	Вычислено, %			Найдено, %		
	С	Н	N	С	Н	N
D-гликозилглицин	40,51	6,32	5,90	39,89	6,01	5,97
D-гликозилаланин	43,52	6,77	5,57	43,02	6,58	5,24
D-гликозилвалин	47,31	7,53	5,01	46,82	5,30	5,22
D-Гликозилфенилаланин	55,06	6,42	4,28	49,37	6,80	4,16
D-Гликозилтриптофан	55,78	6,01	7,65	51,90	6,76	6,69
D-Гликозилглутаминовая кислота	41,88	5,71	4,44	39,52	5,80	4,33

Из таблицы 1. видно, что найденные значения элементного анализа не отличаются от вычисленных значений, а полученные значения доказывают степень чистоту синтезированных соединений.

Таблица 2.- Физико-химические параметры синтезированных соединений

Соединение	Выход продукта, %	$T_{пл}, ^\circ C$	Удельные углы вращения, $[\alpha]_D^{20}$, H_2O	Молярное вращение, $[\Phi]_D^{20}$
D-гликозилглицин	67,6	128-132	+69,57	+164,88
D-гликозилаланин	86,6	122-124	+65,14	+163,5
D-гликозилвалин	83	154-156	+38,70	+107,97
D-гликозилфенилаланин	63,39	142-144	+76,30	+249,65
D-Гликозилтриптофан	80,35	151-155	-81,65	-299,02
D-Гликозилглутаминовая кислота	79,95	155-157	-45,05	-141,97

В таблице 2 приведены выходы продуктов, определены температуры плавления и удельные углы вращения полученных соединений. На таблице показано, что полученные соединения имеют свои индивидуальные константы, которые отличаются от исходных компонентов. С целью установления структуры N-(β-глюкопиранозил) аминокислот сняты ИК-спектры поглощения синтезированных соединений (рис. 1-4).

ИК-спектры были сняты на инфракрасном спектрометре (FT-IR) с Фурье преобразованием (4000-400 см⁻¹). Из литературных данных известно, что аминокислоты существуют в виде цвиттер-иона [9]. Вследствие этого, в ИК-спектрах аминокислот в области 2900-3100см⁻¹ наблюдается широкая полоса валентного колебания, характерная для протонированной аминогруппы, полоса деформационных колебаний аминогруппы наблюдается в области 1560-1600 см⁻¹[9], а также полосы вблизи 1590 и 1410 см⁻¹, которые относятся соответственно к $\nu_{as}(\text{COO}^-)$ и $\nu_{s(\text{COO}^-)}$ ионизированной карбоксильной группы [9].

Сравнивая ИК – спектры исходных и синтезированных можно наблюдать, что деформационные колебания протонированной аминогруппы (NH₃⁺) при 1560-1597 см⁻¹ в спектрах соединений отсутствует [10]. В ИК-спектрах соединений наблюдается смещение валентных колебаний NH₂-группы в сторону меньших частот [10]. Наличие углеводных фрагментов у чистого моносахарида подтверждается широкой полосой поглощения в области 3300 см⁻¹ при первом атоме углерода, а также наличием полос поглощения пиранозного кольца в области 915 см⁻¹ (асимметрические колебания кольца) и 772 см⁻¹ (симметрические колебания кольца) [11,12]. На ИК-спектрах синтезированных соединений наблюдаются отсутствие валентных и деформационных колебаний ОН группы первого атома углерода глюкозы, а также изменения валентных и деформационных колебаний аминной группы в молекулах аминокислот [8-12]. Все эти изменения свидетельствуют о том, что при взаимодействии аминокислот с глюкозой связь осуществляется через азот аминной группы аминокислот [8,12] и через первого атома углерода глюкозы.

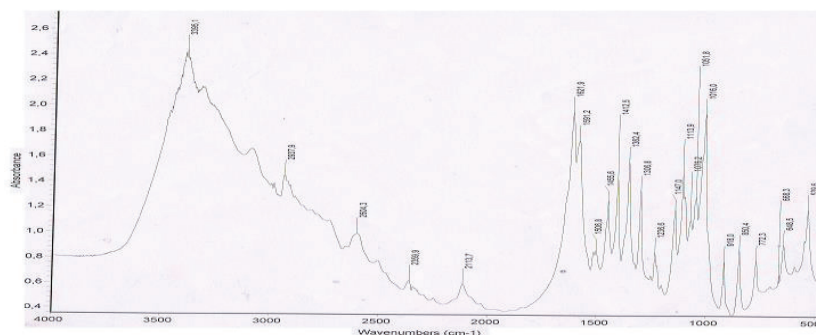


Рис.1. ИК-спектр глюкозилаланина (FT-IR, KBr)

Рис.1 ИК-спектр N-(β-D-глюкопиранозил) глицина (FT-IR, KBr)

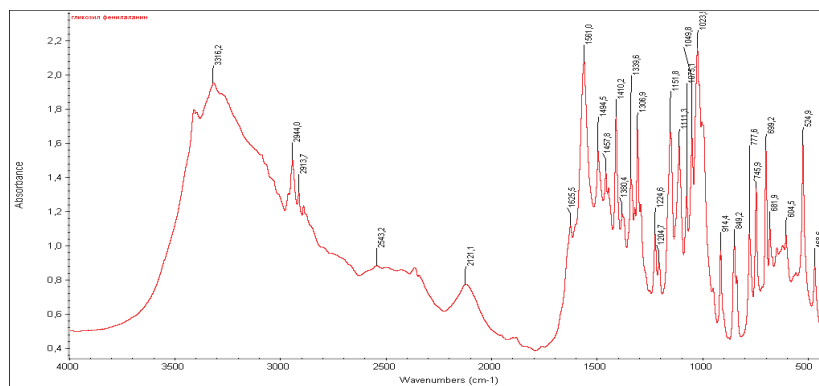


Рис. 2. ИК-спектр гликозилфенилаланина (FT-IR, KBr)

Рис 2. ИК-спектр N-(β-D-глюкопиранозил)фенилаланина (FT-IR, KBr)

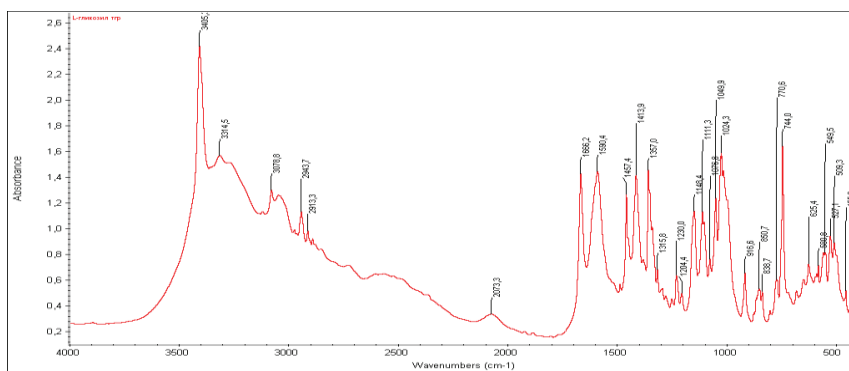


Рис. 3. D-гликозилтриптофана (FT-IR, KBr)

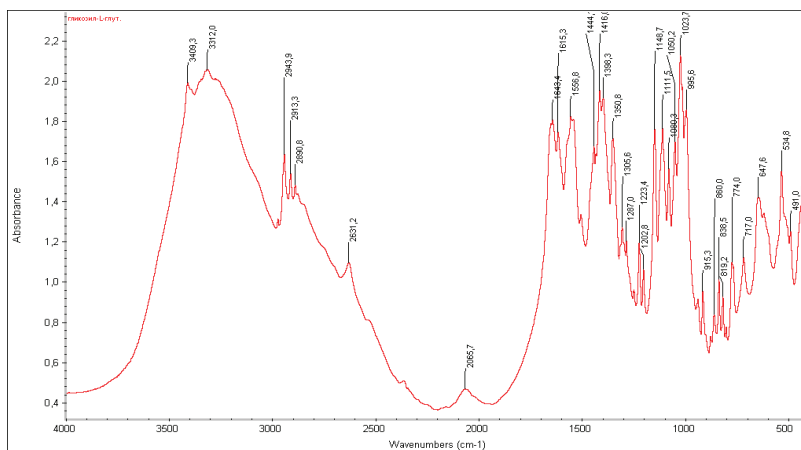


Рис. 4. ИК-спектр гликозилглутаминовой кислоты (FT-IR, KBr)

Литература

1. Шабаров Ю.С., Орецкая Т.С., Сергиев П.В. Моно- и дисахариды. Часть I. Учебное пособие -2010.-92с
2. Кочетков Н.К., Торгов И.В. и др. Химия природных соединений. М.: Химия, 1961. С.7-9.
3. Миняева О.А. Аминокислоты, как биологические объекты, в водных растворах // Научное обозрение. Биологические науки. – 2016. – № 6. – С. 43-47;
4. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ. М.: Химия, 1973. -534с.
5. Климова В.А. Основные микрометоды анализа органических соединений, М.:Химия, 1975. - С.75-100.
6. Гордон А., Форд Р. Спутник химика, М.: Мир. С.355.
7. Синтез и изучение физико-химических свойств продуктов взаимодействия углеводов и витамина С с аминокислотами /Шапакова Ч.К. Ф.В. Пищугин, Сарыбаева Б.Д. // Известия ВУЗов, 2017. - № 3. - С.50-54.
8. Синтез и физико-химические свойства D- гликозиламинокислот / Шапакова Ч.К. Ф.В. Пищугин, Д.С. Касымова, С.М. Касымова. // Наука и новые технологии. - 2016. - № 10 . –С.59-61.
9. Гидратация нейтральных аминокислот в разных ионных формах. З.Я.Зяблов, Т.В.Елисеев, В.Ф.Селеменев, Н.Н.Самойлова Журнал физической химии, 2001, том 75, №3. –С.545-548
10. Инфракрасная спектроскопия ионообменных материалов./ В.А.Углянская, Г. А. Чикин, В. Ф. Селеменев, Т. А. Завьялова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та , 1989.- 205с.
11. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.; ИЛ, 1963. -С. 345-348.
12. Кинетика и механизм взаимодействия анестезина с пиридоксаль гидроклоридом и глюкозой./ Шапакова Ч.К. Ф.В. Пищугин, Тулебердиев И.Т. // Известия НАН КР, 2021. - № 1. - С.6-10.

UDC 544.22

Матаев Мухаметкали Мусагалиевич*доктор химических наук, профессор***¹Mataev Mukhametkali Musagalievich***¹Doctor of chemical sciences, professor***²Нурбекова Маржан Абдужапаровна***кандидат химических наук, старший преподаватель***²Nurbekova Marzhan Abdyzharovna***²Candidate of Chemical Sciences, Senior Lecturer***³Сарсенбаева Замира Беркбайкызы***³ докторантка 1-курса**Казахский национальный женский педагогический университет***³Sarsenbayeva Zamira Berikbaykyzy***³ 1st course doctoral student**of the Kazakh National Women's Teacher Training University*

SYNTHESIS AND ELEMENTAL COMPOSITION ANALYSIS OF DOUBLE-PEROVSKITE $\text{FeMnO}_3\text{-LaMnO}_3$

Abstract. This article states that the synthesis and structure of two-phase iron and lanthanum manganites in the double perovskite structure, which have high magnetic and catalytic properties, have been studied. The structure and phase structure of the compound were determined by X-ray phase analysis (XRD). The microstructure of the nanomanganite and the quantitative composition of the contained elements were analyzed using a scanning electron microscope (SEM).

Keywords: nanomanganite, Pechini method, double-perovskite, SEM, X-ray.

КОШ ПЕРОВСКИТТИН ЭЛЕМЕНТАРДЫК КУРАМЫН СИНТЕЗДӨӨ ЖАНА ТАЛДОО $\text{FeMnO}_3\text{-LaMnO}_3$

Аннотация. Бул макалада жогорку магниттик жана каталитикалык касиеттерге ээ болгон кош перовскиттин структурасындагы эки фазалуу темир жана лантан манганиттеринин синтези жана түзүлүшү изилденгени айтылат. Кошулманын түзүлүшү жана фазалык курамы рентгенфазалык анализдин жардамы менен аныкталды. Наноманганиттин микроструктурасы жана андагы элементтердин сандык курамы сканерлөөчү электрондук микроскоптун (СЭМ) жардамы менен талданды.

Негизи сөздөр: наноманганит, Печини ыкмасы, кош перовскит, СЭМ, рентгендик нурлануу.

СИНТЕЗ И АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ДВОЙНОГО ПЕРОВСКИТА $\text{FeMnO}_3\text{-LaMnO}_3$

Аннотация. В этой статье утверждается, что были изучены синтез и структура двухфазных манганитов железа и лантана в структуре двойного перовскита, которые обладают высокими магнитными и каталитическими свойствами. Структура и фазовый состав соединения были определены с помощью рентгенофазового анализа (XRD).

Микроструктуру наноманганита и количественный состав содержащихся в нем элементов анализировали с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).

Ключевые слова: наноманганит, метод Печини, двойной перовскит, СЭМ, рентгеновское излучение.

Introduction. Manganites are a complex transition metal oxide with interesting prospects for various technological applications [1]. Due to its semi-metallism and large magnetic resistance, it is also used in spintronics applications. Oxygen gaps in ABO_3 perovskite oxides directly affect their crystal structure, electronic properties, and chemical composition of the phase surface. Bi-metallic oxide nanomaterials have attracted a lot of attention due to their interesting properties and possibilities due to the synergy between the two metals. They produce a compound that has a different structure (eg spinel, perovskite, mixed metal oxide) and morphology (eg particles, film) whose properties are much superior to those of monometals from several combinations of metals. The properties of these materials are being intensively studied for many nanotechnology applications such as catalysis, supercapacitors, solar cells and sensors. It can be noted that simple or doped iron and manganese oxides have high catalytic properties for some gases, such as hydrogen and carbon monoxide [2-5].

The perovskite structure is the most versatile ceramic substrate in which various combinations of A and B center cations and their substitution can lead to improvements in important properties such as ferroelectric, superconducting and magnetic properties [6]. In addition to composition, the synthesis method plays an important role in determining the structure and properties of perovskite. To overcome the disadvantages of solid phase reactions, a number of dissolution methods have been developed, including sol-gel methods, hydrothermal synthesis, and coprecipitation. In the field of perovskite production, the traditional sol-gel method is rarely used due to the limited number of elements that form stable alkoxides and the high reactivity of these compounds. Therefore, the Pechini method based on sol-gel chemistry is very often used to obtain perovskite. This method involves dissolving metal ion sources (oxides, nitrates, carbonates) and adding a small molecule of chelating ligand (citric acid) to achieve the formation of metal/citrate complexes. The next step is the addition of ethylene glycol and its interesterification reaction with citric acid. The result of this reaction is a covalent polymer network with trapped metal ions. Heating this mixture leads to the formation of a gel, and at the final stage, the burn of the organic matrix and the formation of the final ceramic product [7].

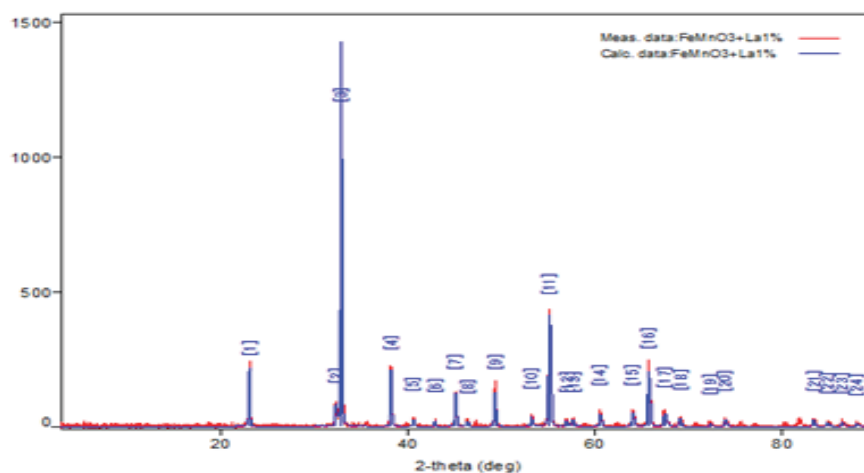
The coexistence of Fe and Mn cations in the same crystal structure has resulted in multiple valences resulting in a synergistic effect that increases electrical conductivity and electrochemical surface area [8]. Their composite oxide $FeMnO_3$ belongs to the class of perovskites of the ABO_3 type. The excellent electron transfer kinetics, biocompatibility, variable bandwidth and increased electrical conductivity of $FeMnO_3$ make it an ideal material. For the synthesis of $FeMnO_3$, traditional methods are used, such as freeze drying, spontaneous combustion, sol-gel, thermal coprecipitation, ultrasonic irradiation, the reverse micellization procedure, and mechanochemical synthesis methods [9-11].

In recent years, more and more attention has been paid to new energy conversion and storage devices [12-14]. Perovskite oxides are often used in energy conversion and storage devices, and some of them have been found to exhibit significant activity in the oxygen reduction reaction (ORR), which is now of great interest as a future energy source [15]. Double-perovskite manganites have been found to have complex interactions in charge, orbital and spin space, which is mainly caused by the mixed valence state of manganese ions and the strong correlation between the Mn-3d and O-2p orbitals [16,17]. Inside such a compound, due to the difference in the atomic radii of Fe and La, these materials can cause magnetoresistive and magnetocaloric effects, as well as magnetic phase transitions.

Experimental. Femno3-LaMnO3 double perovskite manganites were synthesized by the Pechini method [18] by reacting nitrates of lanthanum, manganese, and iron in an amount of 1% containing lanthanum. In the course of the work, metal nitrates were measured in stoichiometric quantities and treated in the presence of citric acid and ethylene glycol (gelling agent) at 120°C for 12 hours, ceramic perovskite was obtained with firing at 1300° for 6 hours. The elemental composition and micrometers of the obtained iron manganite were determined by SEM and X-ray of the phase structure.

The identification of the isolated two-phase nanomanganite and the determination of the phase composition were carried out using the method of X-ray. The analysis was carried out on a Mini-flex 600 RIGAKU device. The result of the method of X-ray is shown in (Fig.1).

Figure 1. Diffraction pattern of two-phase nanomanganite $\text{FeMnO}_3\text{-LaMnO}_3$
Table 1. Crystal structure analysis results



№	Samples	Syngony type	a, Å	b, Å	c, Å	$V_{\text{cell}}, \text{Å}^3$	Z
	FeMnO_3	Cubic	9.419	9.419	9.419	835.877	16
	LaMnO_3	Hexagonal	5.547	5.547	13.519	360.267	6

The data presented in (Fig.1) and Table 1 confirm that perovskites with a double content of manganite were synthesized by the Pechini method. The phase structure of the resulting nanomanganite was determined by X-ray. The results of the analysis of the study are presented in the form of a table.

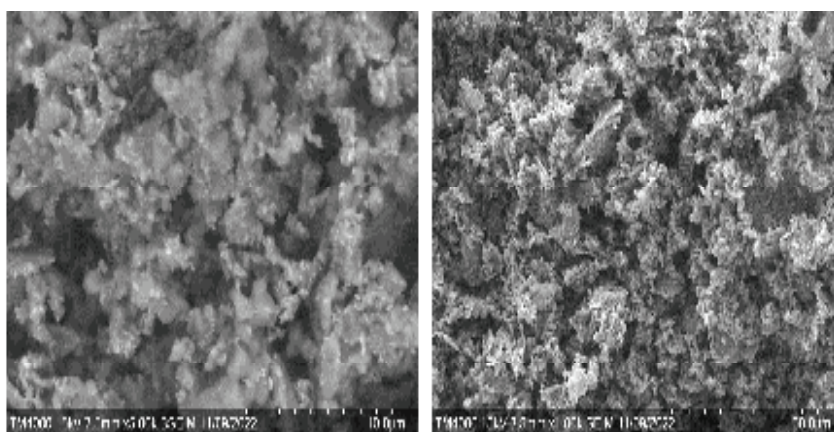


Figure 2 (a,b). Scanned dimensions of 10 μm and 50 μm double nanomanganite $\text{FeMnO}_3\text{-LaMnO}_3$

In the microdiffraction image (Fig.2 a,b), a light glow described on a dark base indicates that these are complex heavy metal oxides.

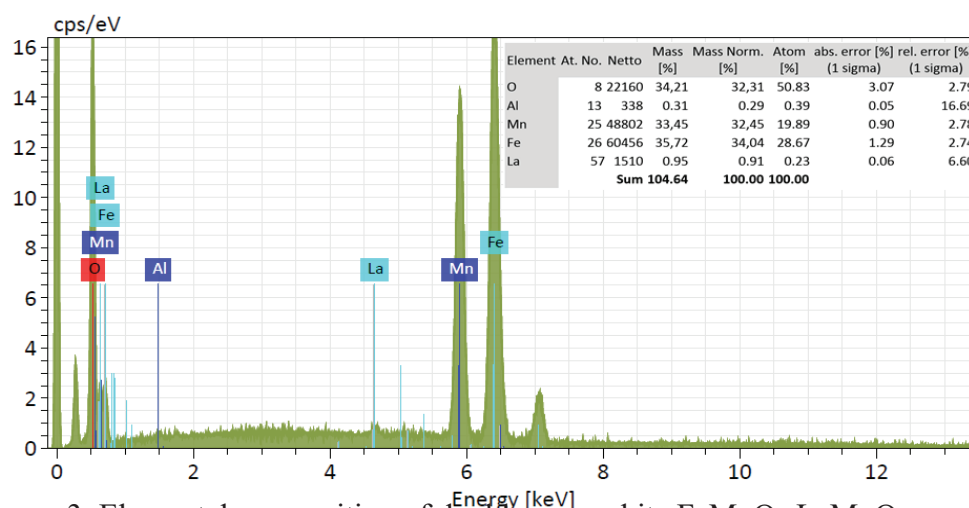


Figure 3. Elemental composition of double-perovskite $\text{FeMnO}_3\text{-LaMnO}_3$

The elemental composition and micrometers of double perovskite were determined by SEM of the TM4000Plus grade. Perovskite content mass measurements of lanthanum, iron, manganese, and oxygen account for quantities as shown in Figure 3.

Conclusion. The analysis of the phase structure and elemental composition of the resulting two-phase nanomanganite has been carried out. According to the results of the analysis, it was proved that the syngonistic types of polycrystals of double-manganite are cubic and hexagonal.

References

1. Rohokale, M.S., Dhablya, D., Sathish, T., Vijayan, V., Senthilkumar, N. A novel two-step co-precipitation approach of $\text{CuS/NiMn}_2\text{O}_4$ heterostructured nanocatalyst for enhanced visible light driven photocatalytic activity via efficient photo-induced charge separation properties (2021) *Physica B: Condensed Matter*, 610, 412902
2. Ji Q., Xu X., Liu X., Bi L. Improvement of the catalytic properties of porous lanthanum manganite for the oxygen reduction reaction by partial substitution of strontium for lanthanum (2021) *Electrochemistry Communications*, 124, 106964

1. Acharyya Sh. Sh., Ghosh Sh., Tiwari R., Sarkar B., Singha R. K., Pendem Ch., Sasaki T., Bal R. Preparation of the CuCr₂O₄ spinel nanoparticles catalyst for selective oxidation of toluene to benzaldehyde (2014) *Green Chemistry*, 16(5), 2500-2508
2. Doroftei C., Popa P., Dorin R., Elena R., Nicolae R. Structural and catalytic characterization of nanostructured iron manganite (2014) *Composites Part B: Engineering*, 67, 179-182
3. Cetin A., Önal A. M. Esenturk, E. N. Nanowires assembled from iron manganite nanoparticles: Synthesis, characterization, and investigation of electrocatalytic properties for water oxidation reaction (2019) *Journal of Materials Research* 34(18), 3231-3239
4. Patrin, G.S., Mataev, M.M., Seitbekova, K.Z., Shiyan, Y.G., Yarikov, S.A., Zharkov, S.M. Magnetic and Resonance Properties of the Y_{0.5}Sr_{0.5}Cr_{0.5}Mn_{0.5}O₃ Polycrystal (2020) *Physics of the Solid State*, 62 (8), 1350-1354
5. Žužić A., Ressler A., Macan J. Perovskite oxides as active materials in novel alternatives to well-known technologies: A review (2022) *Ceramics International* 48(19) 27240-27261
6. Shad, N.A., Jameel, A., Sajid, M.M., Afzal, A.M., Javed, Y., Ullah, A., Asghar, A., Mehmood, Z., Kiran, I., Munawar, A., Qayyum, M.A., Sarwar, M. Fabrication of Spike-Like Spherical Iron Manganite Nanoparticles for the Augmented Photocatalytic Degradation of Methylene Blue Dye (2022) *Journal of Electronic Materials*, 51 (2), 900-909
7. Li, M., Xu, W., Wang, W., Liu, Y., Cui, B., Guo, X. Facile synthesis of specific FeMnO₃ hollow sphere/graphene composites and their superior electrochemical energy storage performances for supercapacitor (2014) *Journal of Power Sources*, 248, 465-473
8. M. Li, W. Xu, W. Wang, Y. Liu, B. Cui, X. Guo, Facile synthesis of specific FeMnO₃ hollow sphere/graphene composites and their superior electrochemical energy storage performances for supercapacitor, *J. Power Sources* 248 (2014) 465–473.
9. S. Gowreesan, A. Ruban Kumar, Structural, magnetic, and electrical property of nanocrystalline perovskite structure of iron manganite (FeMnO₃), *Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.* 123 (11) (2017) 1–8.
10. Li, J., Lv, C., Liu, X., Jiao, Z., Liu, N. Highly Durable Ag-CuO Heterostructure-Decorated Mesh for Efficient Oil/Water Separation and In Situ Photocatalytic Dye Degradation (2021) *Energy and Environmental Materials*, 4 (4), 611-619
11. Tarutin, A.P., Lyagaeva, J.G., Medvedev, D.A., Bi, L., Yaremchenko, A.A. Recent advances in layered Ln₂NiO₄⁺: δnickelates: Fundamentals and prospects of their applications in protonic ceramic fuel and electrolysis cells (2021) *Journal of Materials Chemistry A*, 9 (1), 154-195
12. Ji, Q., Xu, X., Liu, X., Bi, L. Improvement of the catalytic properties of porous lanthanum manganite for the oxygen reduction reaction by partial substitution of strontium for lanthanum (2021) *Electrochemistry Communications*, 124, article № 106964
13. Li, J., Wang, C., Wang, X., Bi, L. Sintering aids for proton-conducting oxides – A double-edged sword? A mini review (2020) *Electrochemistry Communications*, 112, article № 106672
14. Blasco, J., Subías, G., García-Muñoz, J.L., Fauth, F., García, J. Determination of the Crystal Structures in the A-Site-Ordered YBaMn₂O₆ Perovskite (2021) *Journal of Physical Chemistry C*, 125 (35), pp. 19467-19480
15. Streltsov, S.V., Ryltsev, R.E., Chitchev, N.M. Ground-state structure, orbital ordering and metal-insulator transition in double-perovskite PrBaMn₂O₆ (2022) *Journal of Alloys and Compounds*, 912, article № 165150
16. Danks, A.E., Hall, S.R., Schnepf, Z. The evolution of ‘sol-gel’ chemistry as a technique for materials synthesis (2016) *Materials Horizons*, 3 (2), 91-112

UDC 544.22

Матаев М.М.*доктор химических наук, профессор***Mataev M.M.***Doctor of Chemical Sciences, Professor***Дүрменбаева Ж.Д.***PhD докторант 3 курса***Durmenbaeva Zh.D.***PhD 3rd course doctoral student***Патрин Г.С.²***доктор физ.мат.наук, профессор***Patrin G.S.²***Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor***Турсынова Ж.И.,***PhD., старший преподаватель***Tursynova Zh.I.***PhD., Senior lecturer*¹*Казахский Национальный Женский**Педагогический Университет, Алматы, Казахстан*²*Сибирский Федеральный Университет Красноярск, Россия**E-mail: durmenbayeva@mail.ru*

СИНТЕЗ И ФИЗИКО – ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАЗЫ



Аннотация. В настоящей работе золь – гель методом был синтезирован твердый раствор хромита – манганита состава $\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$. Структура и фазовый состав соединения определены рентгенофазовым анализом (РФА). Микроструктура наномангита и количественный состав содержащиеся элементы были проанализированы с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).

Ключевые слова: хромито – манганит, тип сингонии, золь – гель синтез, рентгенографическое исследование, легирование, параметры элементарных ячеек.

$\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$ ФАЗАСЫНЫН СИНТЕЗИ ЖАНА ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫК МҮНӨЗДӨМӨЛӨРҮ

Аннотация. Бул эмгекте курамы $\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$ турган хромито-манганиттин катуу эритмеси золь-гель ыкмасы менен синтезделди. Кошулманын түзүлүшү жана фазалык курамы рентген-фазалык анализ (РФА) менен аныкталды. Наномангиттин микроструктурасы жана элементтердин сандык курамы сканерлөөчү электрондук микроскоптун (СЭМ) жардамы менен талданды.

Негизги сөздөр: хромито-манганит, сингониянын түрү; золь-гель синтези, рентгенографиялык изилдөө, легирлөө, элементардык бирдиктердин параметрлери.

SYNTHESIS AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE PHASE



Abstract. In this work, a solid solution of chromite-manganite of the composition $\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$ was synthesized by the sol-gel method. The structure and phase composition of the compound were determined by X-ray phase analysis (XFA). The microstructure of the nanomagnet and the quantitative composition of the contained elements were analyzed using a scanning electron microscope (SEM).

Keywords: chromite-manganite, type of syngony; sol-gel synthesis, X-ray examination, alloying, parameters of elementary cells.

Введение. В последние годы интенсивно изучаются соединения класса материалов, относящихся к сложным оксидам [1]. Создавая композиционные материалы на основе различных оксидов, можно получать как чисто магнитные соединения, так и относящиеся к классу мультиферроиков [2]. Большой интерес представляют неоднородные среды с развитыми границами раздела мезоскопических структурных элементов, такие как фазово-разделенные системы, пленочные структуры и наноразмерные композиты [3]. В этом направлении широко изучались соединения класса манганитов с общей формулой $\text{AxBy}_1\text{-xMnyMe}_1\text{-yO}_3$, где А — редкоземельный элемент, В — как правило, щелочноземельный элемент, Me — 3d-метал [4]. Базовым соединением является LaMnO_3 . В частности, легирование этого соединения ионами Sr^{2+} в зависимости от концентрации примеси приводит к богатому разнообразию свойств и множественности переходов между различными магнитными фазами, в частности, при $x = 0.5$ образец находится в антиферромагнитной фазе и имеет полупроводниковый тип проводимости [5]. В общем случае в таких системах магнитные и электрические свойства определяются соотношением ионов марганца $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$ [6]. В некоторых случаях материалы могут находиться в контакте с сильно окисляющими и/или восстановительными средами. Возможные изменения стехиометрии материалов в этих условиях могут также приводить к изменению параметров их решетки [7]. С другой стороны, в смешанных хромито-манганитах возникают эффект обменного смещения из-за конкуренции обменных

взаимодействий между одной разноименными ионами Cr и Mn с разной валентностью [8] и эффект версии знака намагниченности [9]. Ситуация еще больше усложняется при переходе на наноразмерный масштаб. В этом случае появляется дополнительный фактор (размер частиц) управления свойствами, например, в соединении $\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}$ обнаружено заметное изменение диэлектрической проницаемости от размеров наночастиц [10]. При внесении примесей иттрия вместо лантана наблюдаются аномальное изменение относительного объема, изменение обратной восприимчивости [11], а также релаксационные процессы намагниченности [12], характерные для спиновых стекол. Вышеизложенное демонстрирует заметное влияние ионов иттрия на магнитные свойства кристаллов манганитов. В поликристаллическом лантан-стронциевом манганите, легированном хромом в малых концентрациях ($< 8\%$), наблюдается возвратное спин-стекольное поведение [13]. При этом сильное влияние на набор свойств поликристаллов оказывает технология получения образцов. При переходе на наноразмерный масштаб возникает как пространственная неоднородность внутри частиц, так и добавляются межчастичные взаимодействия. Благодаря эффекту сопротивления манганитов появилась возможность использовать их в спинтронике [14].

В литературе практически отсутствуют данные по свойствам манганитов на основе индия, а внедрение ионов хрома вместо ионов марганца расширяет многообразие возможных обменных взаимодействий.

Поэтому мы решили исследовать магнитные свойства поликристаллических индий-стронциевых хромито-манганитов.

Экспериментальная часть. Твердая смесь $\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$ была впервые синтезирована золь-гель методом [15]. В качестве реакционноспособных соединений использовали оксид хрома, оксид марганца, оксид индия, карбонат стронция, лимонная кислота и глицерин «х.ч.» марки. Показано, что использование в качестве осадителей лимонной кислоты и глицерина положительно влияет на монофазность образцов. Стехиометрическое количество оксидов смешивают и измельчают в агатовой ступке до получения однородной смеси. К полученной смеси добавляют 2 мл дистиллированной воды, 2 мл глицерина и 2 г лимонной кислоты. Для получения геля массу подогревают в электрической печи. После этого их подвергали повторному отжигу в муфельной печи в интервале температур 600 – 1100°С с повышением температуры каждые 100°С в час.

Отжиг проводили в шесть этапа. 1 – этап – 600°С, 2 – этап – 700°С, 3 – этап – 800°С, 4 – этап – 900°С, 5 – этап – 1000°С, 6 – этап – 1100°С общей продолжительностью 37 часов. Промежуточное измельчение производилось после каждой стадии синтеза.

Результаты и обсуждение. Образование новой фазы исследовано методом рентгенофазового анализа, который проводился на рентгеновском дифрактометре Miniflex 600 (Rigaku). На рис. 1 представлено рентгеновское дифракционное изображение образца. Отсутствие каких – либо дополнительных отражений указывает на фазовую чистоту образца. Применение золь – гель метода синтеза дает наилучший результат. На основании индицирования рентнограмм синтезированного хромито – манганита установлена, что хромито – манганит кристаллизуется в орторомбической сингонии со следующими параметрами элементарных ячеек: $\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$ – $a=5.47$, $b=5.47$, $c=7.23$ Å, $V_{\text{эл.яч.}}=230.73$ Å³, $Z=4$.

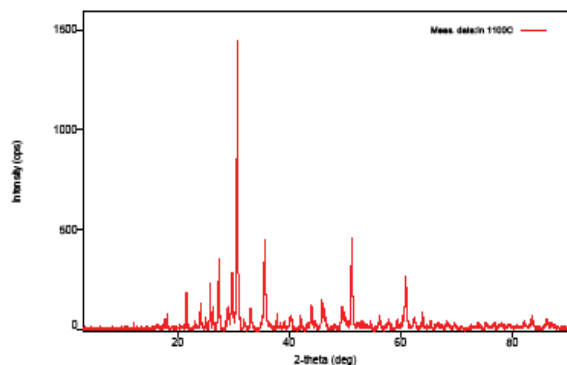


Рис. 1. – РФА – снимок хромито – манганита состава $\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$ полученной золь – гель методом

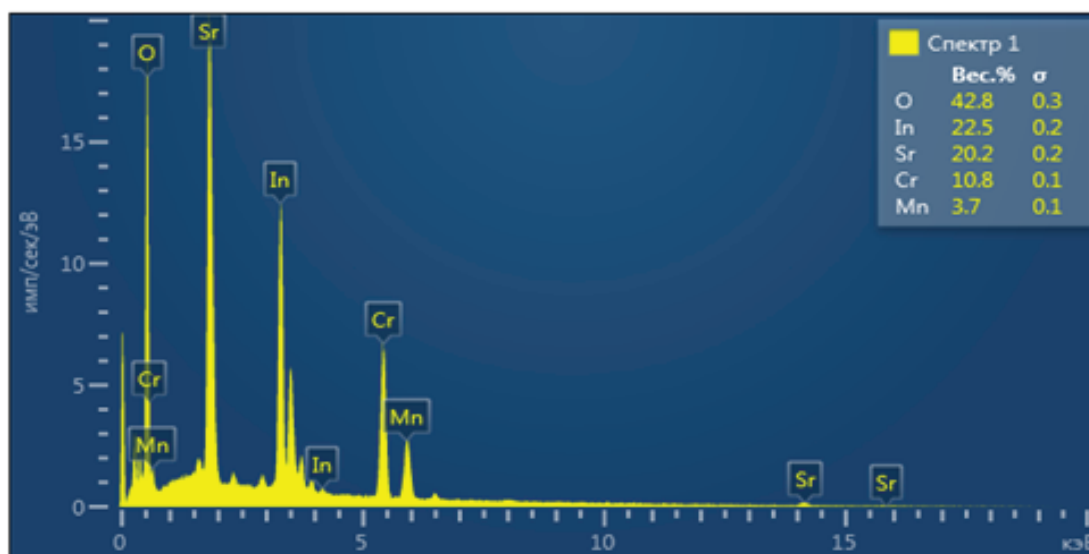
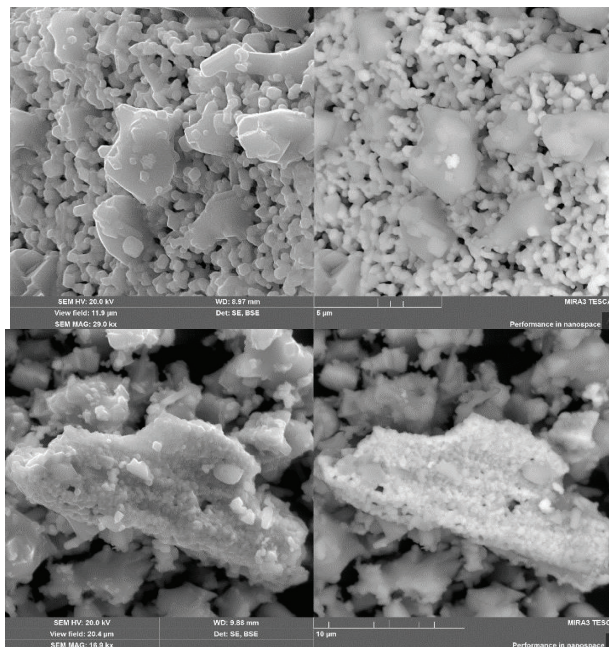
Таблица 1. Тип симметрии и параметры элементарных ячеек $\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$

Образцы	$\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$
Параметры ячейки (Å)	
a =	5.47 Å
b =	5.47 Å
c =	7.23 Å
$V_{\text{эл.яч.}}$ =	230.73 Å ³

Морфология и объем порошка хромито – манганита исследованы методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) JEOL JED – 2100 с размером 10 мкм и 50

мкм и возможностью проведения элементного анализа. СЭМ – изображения порошка $In_{0,5}Sr_{0,5}Cr_{0,5}Mn_{0,5}O_3$ показаны на рисунке 2.

Рис. 2. – СЭМ микрофотографии $In_{0,5}Sr_{0,5}Cr_{0,5}Mn_{0,5}O_3$ а) в размере 6 мкм,; б) в размере на 20 мкм



Элементный анализ проводился методом сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) (команда Application Note, BRUKER, Германия) для изучения наличия элементов и их процентного состава. На рисунке 3 показаны спектры образцов $In_{0,5}Sr_{0,5}Cr_{0,5}Mn_{0,5}O_3$.

Заключение. В данной работе впервые рассмотрены проблемы синтеза, структурного анализа и морфологии кристаллов синтезированных порошков. Рентгенографическим методом определяли тип симметрии и параметры элементарных ячеек. Установлено, что хромит – манганиты, полученные золь – гель

кристаллизацией, имеют орторомбическую структуру и соответствуют формуле $\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$. С помощью сканирующего электронного микроскопа из различных частей кристаллита типа $\text{In}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$ были извлечены микрососуды и проведен анализ элементного состава кристаллов. Частицы образующихся

соединений имеют большой размер (от 5 до 20 мкм).

Результаты элементного анализа представлены в виде таблицы. Калориметрические исследования доказывают стабильность внутренней структуры и отсутствие полиморфных превращений в исследуемом образце.

Литература

- [1] N.A. Spaldin, S.-W. Cheong, R. Ramesh. *Phys. Today*, 63, 38 (2010).
- [2] Г.С. Патрин, М.М. Матаев, М.Р. Абдраимова, Ж.И. Турсинова, А.Т. Кездикбаева, Я.Г. Шиян, В.Г. Плеханов Магнитные свойства композита частиц $\text{DyMn}_2\text{O}_5\text{-Mn}_3\text{O}$ Журнал технической физики, 2021, том 91, вып. 4
- [3] Eds M. Alguero, J.M. Gregg, L. Mitoseriu. John Wiley & Sons Ltd Why Nanoscale Ferroelectrics and Multiferroics? In book: Nanoscale Ferroelectrics and Multiferroics. V. 1. / United Kingdom (2016). P. 26.
- [4] E. Dagotto. Nanoscale phase separation and colossal magnetoresistance. The physics of manganites and related compounds. Ch. 13. Springer. Berlin (2003).
- [5] С. Moure, O. Pena. *JMMM* 337–338, 1 (2013).
- [6] Г.С. Патрин, М.М. Матаев, К.Ж. Сейтбекова, Я.Г. Шиян, С.А. Яриков, С.М. Жарков Магнитные и резонансные свойства поликристалла $\text{Y}_0.5\text{Sr}_0.5\text{Cr}_0.5\text{Mn}_0.5\text{O}_3$ Физика твердого тела, 2020, том 62, вып. 8
- [7] CHEMICAL EXPANSION IN MANGANITES Şeren, Mehmet Hazar M.S., Department of Metallurgical and Materials Engineering June 2015.
- [8] N. Kallel, M. Hazzez, N. Ihzaz. *J. Supercond. Nov. Magn.* 32, 2623 (2019).
- [9] A. Kumar, S.M. Yusuf. *Phys. Rep.* 556, 1 (2015).
- [10] N.A. Shah. *Appl.Nanosci.* 4, 889 (2014).
- [11] M.R. Ibarra, P.A. Algarabel, C. Marquina, J. Blasco, J. Garc'ia. *Phys. Rev. Lett.* 75, 3541 (1995).
- [12] R.S. Freitas, L. Ghivelder, F. Damay, F. Dias, L.F. Cohen. *Phys. Rev. B* 64, 144404 (2001).
- [13] J. Dho, W.S. Kim, N.H. Hur. *Phys. Rev. Lett.* 89, 027202 (4) (2002).
- [14]. Волкова Зоя Насимьяновна ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В СЛАБОДОПИРОВАННЫХ МАНГАНИТАХ Екатеринбург - 2013
- [15] М.М. Матаев, G.S. Patrin, K.Zh. Seitbekova, Zh.Y. Tursinova, M.R. Abdraimova. *Orient. J. Chem.* 35, 1162 (2019).

UDC_544.22

Матаев М.М.¹.*доктор химических наук, профессор***Mataev M.M.***doctor of chemical sciences, professor***Абдраймова М.Р.¹.***кандидат хим. наук.,***Abramova M.R.,***candidate of chemical sciences,***Мадиярова А.М.¹.***PhD докторант 2 курса***Madiyarova A.M.***PhD 2nd course doctoral student***Патрин Г.С.².***доктор физ.мат. наук, профессор***Patrin G.S.²***doctor of physical and mathematical sciences, professor*

¹*Казахский Национальный Женский Педагогический Университет,
Алматы, Казахстан*

²*Сибирский Федеральный Университет Красноярск, Россия*

СИНТЕЗ СЛОЖНОГО ФЕРРИТА CrLiFe₂O₅, РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ И ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Аннотация. Статья посвящена синтезу сложного феррита CrLiFe₂O₅, рентгенографическому и электронно-микроскопическому исследованию. Фаза комплексных ферритов была синтезирована методом высокотемпературного золь-гель синтеза. Впервые структура композитного феррита CrLiFe₂O₅ была изучена методами рентгенофазового анализа и сканирующего электронного микроскопа, определены тип сингонии, параметры элементарных ячеек, рентгенографические и пикнометрические плотности и элементный анализ: CrLiFe₂O₅ -a=8,3001, b= 8,3001, c=8,3001 Å, ρ_{рент.}= 4,745 г/см³, ρ_{пик.}=4,748 г/см³, был проведен сравнительный анализ взаимосвязи между параметрами кристаллической ячейки исходных веществ и параметрами кристаллической ячейки полученных комплексных ферритов. С помощью сканирующего электронного микроскопа были взяты микросистемы из разных частей кристаллитов типа CrLiFe₂O₅, проанализирован элементный состав кристаллов и показан общий тип поверхностного слоя сложного феррита. В результате тот факт, что соединение состоит из одной фазы, четкость его конструкции определялась топографией и химическим составом соединения. В результате было обнаружено, что вновь синтезированные комплексные ферриты соответствуют формуле CrLiFe₂O₅. Частицы образовавшихся соединений имеют большой размер (между 500 мкм, 10,0 мкм и 50,0 мкм). Результаты элементного анализа показывают, что соединение совместимо.

Ключевые слова: феррит; сингония; рентгенография; метод Золь - Геля; параметры элементарных ячеек.

SYNTHESIS OF COMPLEX FERRITE CrLiFe₂O₅, X-RAY AND ELECTRON MICROSCOPIC EXAMINATION

Annotation. The article is devoted to the synthesis of complex ferrite CrLiFe₂O₅, X-ray and electron microscopic examination. The phase of complex ferrites was synthesized by high-temperature sol-gel synthesis. For the first time, the structure of CrLiFe₂O₅ composite ferrite was studied by X-ray phase analysis and scanning electron microscope, the type of syngony, the parameters of elementary cells, radiographic and pycnometric densities and elemental analysis were determined: CrLiFe₂O₅ -a=8,3001, b= 8,3001, c=8,3001 Å, rrent.= 4,745 g/cm³, rpic.=4,748 g/cm³, a comparative analysis of the relationship between the parameters of the crystal cell of the starting substances and the parameters of the crystal cell of the obtained complex ferrites was carried out. Microsystems from different parts of CrLiFe₂O₅ type crystallites were taken using a scanning electron microscope, the elemental composition of crystals was analyzed and the general type of the surface layer of complex ferrite was shown. As a result, the fact that the compound consists of a single phase, the clarity of its design was determined by the topography and chemical composition of the compound. As a result, it was found that the newly synthesized complex ferrites correspond to the formula CrLiFe₂O₅. The particles of the formed compounds have a large size (between 500 microns, 10.0 microns and 50.0 microns). The results of the elemental analysis show that the compound is compatible.

Keywords: ferrite; syngony; radiography; Sol - Gel method; parameters of elementary cells.

Введение. В современной электронике используется полупроводниковые материалы, функционирование которых обеспечивается зарядом электрона. Возрастающие требования к характеристикам приборов электроники ставят задачу поиска и внедрения в практику альтернативных материалов, работающих на неклассических принципах. Основой электроники будущего могут стать приборы спинтроники, в работе которых помимо заряда электрона участвует его спин [1-2]. В последние годы были обнаружены ферротоммагнетики — материалы с магнитными и электрическими последовательностями, которые широко используются в области спиновой электроники [3].

В связи с синтезом новых веществ и изучением их физико-химических свойств, современная неорганическая химия занимает особое место в нашей жизни и развитии. Несмотря на бурный подъем в последнее время материаловедческой направленности, вопросов, которые не решены, достаточно. К ним относятся перовскит, шпинель, феррогранаты, гранатообразующие ферриты [4,5,6]. Анализ литературных данных показывает, что наиболее исследованными из ферритов является ортоферриты CrFeO₃,

так называемые мультиферройки, обладающие одновременно как электрической поляризацией, так и магнитным упорядочением. В последнее время значительно вырос интерес в связи с перспективами их применения в качестве рабочей среды в устройствах хранения и обработки информации [7]. На основе мультиферройки проводится широкий поиск новых материалов с сегнетоэлектрическими свойствами специфической электронной и магнитной структурами. Замещенные перовскиты на основе феррита висмута нередко сочетают сегнетоэлектрические и слабоферромагнитные свойства при доминирующем антиферромагнитном упорядочении [8,9].

В данной работе изучены условия получения и рентгенографические характеристики новых классов сложных смешанных ферритов висмута, в которых Cr⁺³ частично замещается на ионы лития.

Экспериментальная часть. Метод Золь –геля использовался для синтеза нового ранее неизученного сложного феррита CrLiFe₂O₅. В качестве исходных компонентов использовали оксид хром (III) марки («х.ч»), карбонаты лития («хч»), оксид железа (III) марки («х.ч»). Стехиометрически

рассчитанные образцы взвешивали на аналитических Весах с максимальной точностью, перемешивали, измельчали в Агате, помещали в тигель алунда и нагревали в электрической печи 100*С с добавлением 2 мл глицерина и 2 мл дистиллированной воды.

Обжиг первичных предметов происходит в два и три этапа. На первой стадии образцы выдерживают в атмосферной среде в муфельной печи при температуре 600°С в течение 10 часов для полного разложения карбонатов, а на второй стадии при температуре 800°С в течение 24 часов. После процесса отжига образцы охлаждали в муфельной печи [10].

Результат и обсуждение. Образование новой фазы контролировали методом рент

генофазового анализа, который проводили на рентгеновском дифрактометре Miniflex 600 (Rigaku). Условия съемки: CuK_α - излучение, Ni – фильтр, $U=30$ кВ, $I=10$ мА, скорость вращения 1000 имп/с, постоянная времени $\tau=5$ с, $2\theta=10^\circ-90^\circ$. Дифракционные максимумы оценивали по стобальной шкале. Рентгенограммы синтезированных поликристаллических порошков индцировали методом гомологии (гомолог – искаженный структурный тип перовскита) [11,12]. Пикнометрическую плотность ферритов определяли по методике [13]. Индифферентной жидкостью служил толуол. Плотность каждого феррита измеряли 4 – 5 раз и данные усредняли. В таблице 1 приведены результаты индцирования рентгенограмм ферритов.

Таблица 1- Индцирование рентгенограмм синтезированной фазы $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$.

[°2Th.]	d[Å]	Int. [%]	$\frac{4}{10} \frac{2}{d}$ эксп.	hkl	$\frac{4}{10} \frac{2}{d}$ теор.
18,78	4,78647	6,1	436	1 1 1	434
24,17	2,93110	34,5	1163	2 2 0	1160
26,48	2,49965	100,0	1600	3 1 1	1605
30,71	2,39323	3,3	1745	2 2 2	1750
36,05	2,07260	20,9	2327	4 0 0	2330
43,90	1,90195	0,1	2764	3 3 1	2765
54,21	1,69227	9,6	3491	4 2 2	3493
57,803	1,59549	27,9	3928	5 1 1	3929
63,45	1,59549	0,0	3928	3 3 3	3929
71,94	1,40133	36,9	4655	4 0 0	4655
75,05	1,40133	0,4	5092	5 3 1	5095
80,15	1,38173	0,1	5237	4 4 2	5240
87,99	1,31083	2,9	5819	6 2 0	5815
88,05	1,26427	6,2	6256	5 3 3	6255
90,01	1,24983	1,5	6401	6 2 2	6400
92,25	1,19662	1,9	6983	4 4 4	6985
93,58	1,16089	0,0	7420	5 5 1	7422
95,60	1,16089	0,3	7420	7 1 1	7422
97,25	1,10785	2,9	8147	6 4 2	8150

На основании индирования рентгенограмм синтезированного феррита установлено, что данный феррит кристаллизуются в орторомбической структуре со следующими параметрами элементарных ячеек: $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$ - $a=8,3001$, $b=8,3001$, $c=8,3001 \text{ \AA}$, $\rho_{\text{рент.}}=4,745 \text{ г/см}^3$, $\rho_{\text{пик.}}=4,748 \text{ г/}$

см^3 . Корректность результатов индирования феррита подтверждается хорошим соответствием экспериментальных и расчетных значений обратных величин квадратов межплоскостных расстояний ($10^4/d^2$), согласованностью величин рентгеновской и пикнометрической плотностей.

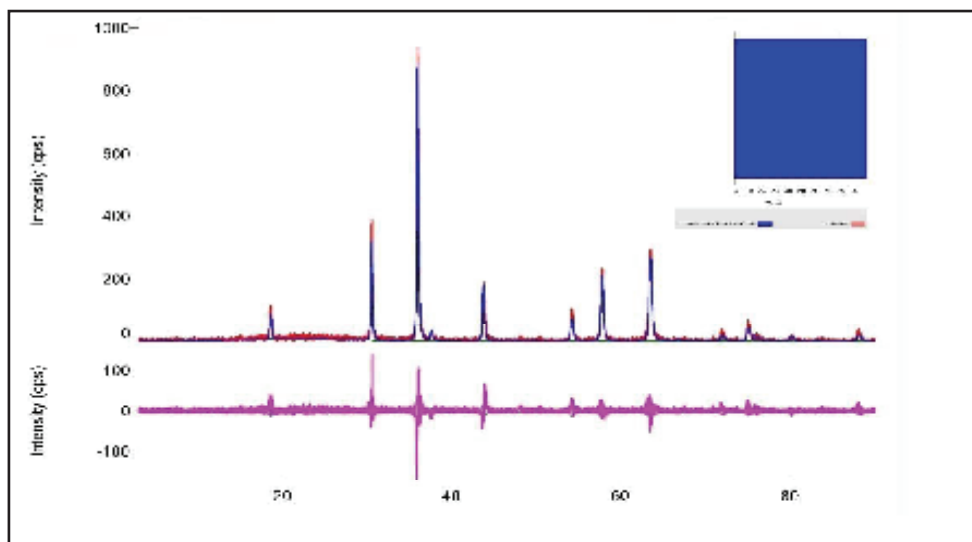


Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма сложного феррита $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$. Вставка: диаграмма соотношения фаз

Сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) предназначен для получения увеличенного изображения объекта путем сканирования электронным лучом, направленным на объект, и регистрации детектора сигнала, генерируемого электронными взаимодействиями. СЭМ широко используется в исследованиях в таких областях, как исследования и анализ наноструктур, металлургия, горнодобывающая промышленность, производство полупроводников, биология и разработка новых материалов, а также в различных промышленных технологиях. Небольшой диаметр зонда, даже при низких ускоряющих напряжениях и высоких токах, позволяет проводить элементный анализ образцов с размерами анализируемой об-

ласти в несколько десятков нанометров. Де-детектор тока луча расположен в колонке микроскопа ниже отверстия объектива, что позволяет отслеживать ток луча в любое время во время анализа. Для изучения морфологии поверхностного слоя новых хромит-ферритовых образцов, синтезированных методом Золя-геля, изображение электрической дифракции было получено под электронным микроскопом, сканирующим микроstructures осветителя. С помощью сканирующего электронного микроскопа был проведен элементный анализ образцов, приближенный к точности размеров 5-кратного, 10-кратного и 50-кратного микрометров. Вы можете попробовать изображение 2, которое вы измерили с точностью до трех различных микрометров.

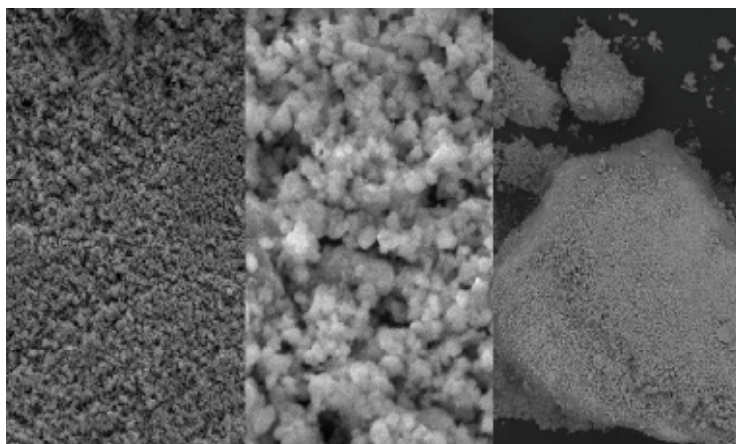


Рис. 2. Изображение наночастиц $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$, сделанное с точностью до трех различных микрометров

Элементный анализ проводился методом сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) (команда Application Note, BRUKER, Германия) для изучения наличия элементов

и их процентного состава. На рисунке 3 показаны спектры образцов $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$ и результаты элементного анализа соединения $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$.

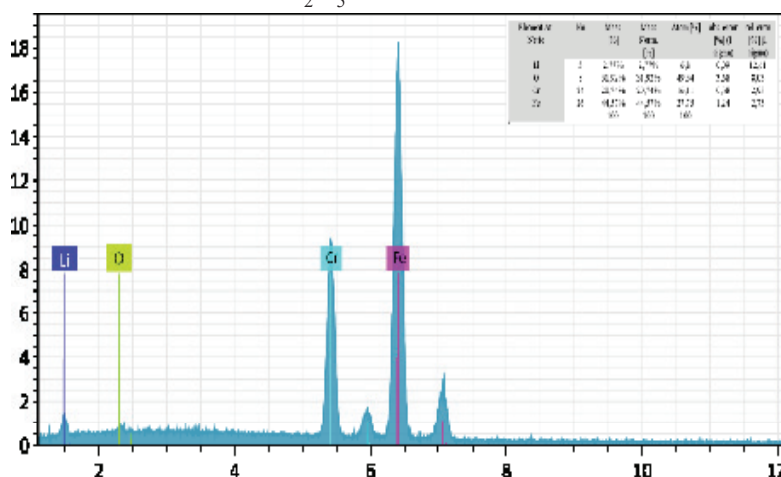


Рис.3. Образцы спектра соединения $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$. Результаты элементного анализа являются встроенными.

Заключение. Подводя итоги исследования, методом Золя-геля впервые был синтезирован новый смешанный сложный феррит с содержанием $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$. С целью определения состава полученного нового сложного смешанного феррита было проведено рентгенофазное исследование, а с целью проведения количественного и качественного анализа-исследование под сканирующим электронным микроскопом.

Впервые были выявлены сингонические типы и параметры элементарных клеток сложного смешанного ферритера, синтезированные методом рентгенофазного анализа. $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$ (кубический, $a=8,3001$, $b=8,3001$, $c=8,3001$ Å, $Z=4$, $\rho_{\text{рент.}}=4,745$ г/см³, $\rho_{\text{пик.}}=4,748$ г/см³); результаты рентгено-

графического исследования показали, что синтезированное соединение поликристаллическое. Точность кристаллохимических данных подтверждается удовлетворительным соответствием рентгеновских и пикнометрических плотностей.

С помощью сканирующего электронного микроскопа из различных частей кристалита типа $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$ были извлечены микрососуды и проведен анализ элементного состава кристаллов. В результате было обнаружено, что новые синтезированные сложные ферриты соответствуют Формуле $\text{CrLiFe}_2\text{O}_5$. Частицы образующихся соединений имеют большой размер (от 5 до 50 мкм). Результаты элементного анализа представлены в виде таблицы.

Литература

1. Матаев М.М., Абдраймова М.Р.*, Атабай А. Синтез и рентгенографическое исследование феррита состава $\text{YbBiNaFe}_2\text{O}_{6,5}$ // Вестник КазНУ. Серия химическая. – 2017. – №2(85), стр.14-17.
2. Матаев М.М., Абдраймова.М.Р., Саксена М.С., Кездикбаева А.Т. Синтез и рентгенографическое исследование сложных ферритовсостава $\text{BiMe}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ($\text{M}^{\text{II}} = \text{Mg, Ca, Ba}$) // Вестник КарГУ. – 2017. – № 2(86). –С.73 – 78
3. S. Valencia, Z. Konstantinovic, D. Schmitz, A. Gaupp, Ll. Balcells, and B. Martínez Interfacial effects in manganite thin films with different capping layers of interest for spintronic applications// Phys. Rev. B 84, 024413 – Published 8 July 2011.
4. Sang-Wook Cheong, Maxim Mostovoy//»Multiferroics: a magnetic twist for ferroelectricity», Nature Materials 6, 13 (2007).
5. Матаев М.М., Patrin G.S., Tursinova Zh.Y., Abdraimova M.R., Yurkin G. Yu. Synthesis and Magnetic Properties of Crystals $\text{Bi}_2\text{BaFe}_4\text{O}_{10}$ // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics 2018, 11(4), p.411–415
6. Е.С.Мустафин, М.М. Матаев, Р.З.Касенов, А.М.Пудов, Д.А.Кайкенов, Ж.К.Богжанова// Рентгенографическое исследование ферритов $\text{YbM}^{\text{II}}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ($\text{M}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr}$) Журнал «Неорганические материалы» 2014.т.50.№5.с.672-675
7. S. Mattepranavar, S. Rayaprol, K. Singh, V. Raghavendra Reddy, B. Angadi// Evidence for magneto electric and spin lattice coupling in $\text{PbFe}_{0,5}\text{Nb}_{0,5}\text{O}_3$ through structural and magnetoelectric studies, J. Mater. Sci. 50 (2015) 4980–4993.
8. J. Patel, A. Singh, D. Pandey// Nature of ferroelectric to paraelectric phase transition in multiferroic $0.8\text{BiFeO}_3-0.2\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ ceramics, J. Appl. Phys. 107 (2010) 104115(1)–104115(7).
9. D.P. Kozlenko, S.E. Kichanov, E.V. Lukin, N.T. Dang, L.S. Dubrovinsky, H. P. Lierman, W. Morgenroth, A.A. Kamynin, S.A. Grindev, B.N. Savenko// Pressure induced polar phases in relaxor multiferroic $\text{Pb}(\text{Fe}_{0,5}\text{Nb}_{0,5})\text{O}_3$, Phys. Rev. B 89 (2014) 174107(1)–174107(7).
10. Y. Wang, X. Yang, L. Lu, X. Wang, Thermochim. Acta 443 (2006) 225–230.
11. S. Li, L. Jing, W. Fu, L. Yang, B. Xin, H. Fu, Mater. Res. Bull. 42 (2007) 203–212.
12. M.A. Ahmed, A.A. Azab, E.H. El-Khawas, Mater Electron 26 (2015) 8765–8773.
13. E. Christiansen, M. Nord, I. Hallsteinsen, P.E. Vullum, T. Tybell, R. Holmestad, J. Phys. Conf. 644 (2015), 012002.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Сарымзакова Роза Копбаевна,
д.х.н, профессор,

Сарымзакова Роза Копбаевна,
х.и.д, профессор,

Sarymzakova Roza Kopbayevna
doctor of chemical sciences, professor

Байдинов Туратбек Байдинович,
к.х.н., доцент,

Байдинов Туратбек Байдинович,
х.и.к., доцент

Baidinov Turatbek Baidinovich
candidate of chemical sciences, associate professor

Карабаев Султан Осконович,
д.х.н, профессор,

Карабаев Султан Осконович,
х.и.д, профессор

Karabaev Sultan Oskonovich,
doctor of chemical sciences, professor

Дуйшөнбаева Астра Такыбаевна,
к.х.н., доцент,

Дуйшөнбаева Астра Такыбаевна,
х.и.к., доцент

Duyshebaeva Astra Takubaevna
candidate of chemical sciences, associate professor

Локшина Ирина Михайловна,
к.х.н., доцент

Локшина Ирина Михайловна,
х.и.к., доцент

Lokshina Irina Mikhailovna,
candidate of chemical sciences, associate professor

Ж. Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университети
Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына
Kyrgyz National University named after Jusup Balasagyn

Факультет химии и химической технологии КНУ им Ж. Баласагына
Ж. Баласагын атындагы КУУнин химия жана химиялык технология факультети
Faculty of chemistry and chemical technology KNU named after J. Balasagyn

ВЕДУЩИЕ ХИМИКИ КЫРГЫЗСТАНА, ОКОНЧИВШИЕ И РАБОТАЮЩИЕ В КНУ

Аннотация. Химия жана химиялык технология факультети – табигый илимдер факультеттеринин бири, чынында эле Ж.Баласагын атындагы КУУнун чыныгы пайдубалы. Химия жана химиялык технология факультети иштегенден бери андан ондогон көрүнүктүү окумуштуулар, жүздөгөн илимий эмгектер, миндеген бүтүрүүчүлөр чыккан жана он миндеген илимий макалалар жарык көргөн. Мунун баары факультетти кыргыз илиминин прогрессинин кыймылдаткычынын бири катарында жана Кыргыз Республикасынын эл аралык деңгээлде татыктуу көрсөтөт.

Негизги сөздөр: Ж.Баласагын атындагы КУУ, тарыхы, химия жана химиялык технология факультети, түзүлгөндүгүнүн 90 жылдыгына карата.

КУУну АЯКТАГАН ЖАНА ИШТЕГЕН КЫРГЫЗСТАНДАГЫ БЕЛГИЛҮҮ ХИМИКТЕР

Аннотация. Факультет химии и химической технологии – один из факультетов естественных наук, действительно является настоящим фундаментом КНУ им. Ж. Баласагына. Десятки выдающихся ученых, сотни исследовательских работ, тысячи выпускников и десятки тысяч научных статей, выпущенных за все время существования факультета химии и химической технологии – все это делает факультет двигателем прогресса кыргызской науки и позволяет достойно представлять Кыргызскую Республику на международном поле.

Ключевые слова: КНУ им. Ж. Баласагына, История, Факультет химии и химической технологии, 90 лет со дня основания.

LEADING CHEMISTS OF KYRGYZSTAN WHO GRADUATED AND WORK AT KNU

Abstract. Department of Chemistry and Chemical Technology is the one of essential sciences departments that can be rightfully named as one of pillars of KNU named after J. Balasagyn. Dozens of outstanding scientists, hundreds of research projects, thousands of graduates and tens of thousands of scientific articles are released during the entire existence of the Department of Chemistry and Chemical Technology – all of this makes the Department the engine of the progress of Kyrgyz science and allows you to adequately represent the Kyrgyz Republic among the international researchers.

Keywords: KNU named after J. Balasagyn, History, Department of Chemistry and Chemical Technology, 90 years since foundation.

Химия жана химиялык технология факультети Ж.Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университетинин негизги факультеттеринин бири болуп, Республикада кеңири профилдеги жогорку квалификациядагы адис-химиктерди даярдаган жалгыз илимий - окуу бөлүмү болуп саналат. Химия факультети 1963-жылдын октябрында ачылып, анын биринчи деканы Кыргызстанда химия илиминин өсүп - өнүгүшүнө өзүнүн энергиясын жана уюштуруучулук талантын ая-

бастан чоң салым кошкон доцент Султан Арбаевич Арбаев болгон. Ал 1938-жылы эле «Органикалык эмес химия» адистиги боюнча доценттик наам алган биринчи кыргыз химик окумуштуусу эле. Арбаев С.А. кыргыз тилине бир нече китептерди: «Колхозчулар жана осовиахимиктер үчүн химия», «ФЗУ лар үчүн химия», «Мектептеги химия боюнча маселелер жана көнүгүүлөр», «Органикалык химия», «7-класс үчүн химия», «ЖОЖ дор үчүн жалпы химия», «Химия-

ны окутуунун негиздери-тажырыйбалар», «Химиялык маселелерди чыгаруунун методикасы», «Д.И. Менделеевдин законун жана химиялык элементтердин системасын окутуунун методикасы» которгон. Арбаев С.А. көптөгөн илимий эмгектерди жазган, алардын ичинде «Сахарозанын натрий, калий, кальций жана магний менен өз ара аракеттенишүүсү» (И.Г.Дружинин менен бирдикте) монографиясы да бар.

Арбаев С.А. 1940-1944 жылдары Кыргыз педагогикалык институтунун (азыркы Ж.Баласагын атындагы КУУ) директору болуп иштеген. Өнөр-жайга, айыл-чарбасына жана маданияттын өнүгүүсүнө кошкон чоң салымы үчүн С.А. Арбаевге «Кыргыз ССР нин мектептерине эмгек сиңирген мугалим» деген ардактуу наам 1941-жылы ыйгарылган, ал эми 1961-жылы Ленин ордени менен сыйланган. Ал бир нече жолу Кыргыз ССР Жогорку Советинин Ардак грамоталарына татыктуу болгон.

196-жылы Арбаев С.А. пенсияга чыккандан кийин факультетти х.и.к., доцент Рысмендеев К.Р. жетектеген. Кийинчерээк доцент Рысмендеев К.Р. химия илимдеринин доктору, профессор, Кыргыз Республикасынын Мамлекеттик сыйлыгынын, Ж. Баласагын атындагы сыйлыктын лауреаты, Кыргыз Республикасынын илимине эмгек сиңирген ишмер наамдарына ээ болгон. Ал 1975-жылга чейин, анадан кийин 1987-1992 жылдары факультеттин деканы болуп иштеп, факультеттин калыптанышына, бутуна туруусуна, өнүгүүсүнө чоң салым кошкон.

Өз учурунда химия факультетин жетектеп келишкен Утиров Б.У. (1975-1979-ж.ж.), Исмаилов С.И.(1980-1986-ж.ж.), Жоробекова Ш.Ж. (1992-1994-ж.ж.), Байдинов Т.Б.(1994-1997-ж.ж., 2010-2016-ж.ж.), Карабаев С.О. (1997-1998-ж.), Сарымзакова Р.К.(1999-2010 ж.ж.), Зарипова А.А. (2016-2020-ж.ж.) окуу процессин уюштурууга, илимий иштердин өнүгүшүнө чоң салымдарын кошушкан. 2021-жылдын сентябрынан бери факультетти профессор Сарымзакова Р.К. жетектеп келүүдө.

Факультет 1964-жылы биринчи 25 бүтүрүүчүлөрдү чыгарган. Факультеттин биринчи бүтүрүүчүлөрү химия илимдеринин кандидаттары, доценттер: Джумашев А.Дж., Жумалиев С.Ж., Бообекова С.Б., Токушева Г.Т., Эшимбеков С.Э. болушуп, алардын ичинен профессор Бообекова С.Б., ушул күнгө чейин факультетте талыкпастан эмгектенип келе жатат.

Факультет 1964-жылдан бери 3000 ашык бүтүрүүчүлөргө «Химик», «Химия окутуучусу» квалификациясын берип чыгарды. Факультеттин бүтүрүүчүлөрү Республиканын, башка өлкөлөрдүн мектептеринде гана эмес, ошондой эле ар түрдүү өнөр жайларында, илимий институттарында эмгектенишет.

Факультеттин бүтүрүүчүлөрүнүн арасынан Кыргыз улуттук илимдер академиясынын экс-президенти, КУИА академиги, химия илимдеринин доктору, профессор Жоробекова Ш.Ж., Кыргыз улуттук илимдер академиясынын корреспондент-мүчөсү, химия илимдеринин доктору, профессор Пицугин В.Ф., химия илимдеринин доктору, профессор Жаманбаев Ж.А., химия илимдеринин доктору, профессор Сарымзакова Р.К., техникалык илимдердин доктору, профессор Маймеков З.К., Кыргыз Республикасынын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты, химия илимдеринин доктору, профессор Жуманазарова А.З., химия илимдеринин доктору Токтоматов Т.А., химия илимдеринин доктору Аденов Ж.А., химия илимдеринин доктору Турдумамбетов К.Т., химия илимдеринин доктору Шыйтиева Н., Кыргыз Республикасынын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты, химия илимдеринин кандидаты, профессор, Кудайбергенов Т.Т., Кыргыз Республикасынын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты, химия илимдеринин кандидаты, доцент Байдинов Т.Б. жана 100 ашык химия илимдеринин кандидаттары, доценттер, ага илимий кызматкерлер чыгышкан.

Эл чарбасынын талабына жараша факультет өнүгүп, өсүп аны менен бирге профессордук-окутуучулар курамы жана

кафедралардын саны да көбөйүп отурган. 1970-жылдан баштап факультетте органикалык эмес химия, аналитикалык химия, органикалык химия, химиялык технология, физикалык жана коллоиддик химия кафедралары өз иштерин жүргүзүп турду. Бир аз убакыт (1986-жылдан 1989 -жылга чейин) химияны окутуунун методикасы кафедрасы өз ишин алып барып, анын кафедра башчысы х.и.к., доцент Байчалова С.Б. болгон.

Аналитикалык химия кафедрасы (кафедра башчылары: х.и.к., профессор Молдобаев С.М., х.и.к., доцент Токушева Г.Т.) жана химиялык технология кафедралары (кафедра башчылары: х.и.к., доцент Утиров Б.У., х.и.д., профессор Сатывалдиев А.С., т.и.к., доцент Боркочев Б.М.) 1997-жылга чейин иш жүргүзүп келишкен.

Факультеттин сапаттуу иш жүргүзүшүнө Республиканын көрүнүктүү окумуштуулары Кыргыз улуттук илимдер академиясынын академиктери И.Г.Дружинин, К.С.Сулайманкулов, Б.И.Иманкунов, К.Ш.Шатемиров, У.А.Асанов, Жоробекова Ш.Ж., мүчө-корреспонденти Усубакунов М.У., ардактуу академиги Кыдынов М.К., х.и.д., профессор Я.Д.Фридман ж.б. чоң салым кошушкан жана кошуп келишүүдө.

Азыркы учурда факультетте билим берүү жана илим изилдөө иштери үч кафедрада жүргүзүлүп келүүдө: органикалык эмес химия жана химиялык технология кафедрасы, жетекчиси доцент Дүйшөнбаева А.Т., органикалык химия жана билим берүүнүн технологиялары кафедрасы, жетекчиси доцент Локшина И.М., ЮНЕСКОнун физикалык жана коллоиддик химия кафедрасы, жетекчиси химия илимдеринин доктору, профессор Карабаев С.Ө.

Факультет жогорку билим берүүнүн көп баскычтуу системасынын алкагында химия, химиялык технология багыттарында бакалаврларды, магистерлерди, ошондой эле органикалык эмес химия, органикалык химия, физикалык химия адистиктери боюнча аспиранттарды даярдайт. Химия сабактарын окутуу профессордук-окутуучулар жамааты тарабынан иш жүзүнө ашырылып,

алардын саны 24 адам, алардын ичинде 4 химия илимдеринин доктору, профессорлор, 13 химия илимдеринин кандидатары, доценттер, 2 профессор бар. Алар КУУнун башка факультеттерине да химия боюнча сабактарды өтүшөт (биология, география, физика факультеттери, бизнес башкаруу факультетти).

Химия илимдеринин докторлору, профессорлор Карабаев С.Ө., Сарымзакова Р.К., Зарипова А.А., Ли С.П., х.и.к., профессорлор Шерова М.А., Бообекова С.Б., х.и.к., доценттер Байдинов Т.Б., Медетбекова Ж.М., Хаперская Л.С., Локшина И.М., Гайнуллина И.П., Мусабекова З.Р., Субанкулова Д.А., Дүйшөнбаева А.Т., Саркелов Ж.С., Дубанева К.Дж., Осмонова С.С. жана башкалар сабактарды жогорку илимий-методикалык деңгээлде өткөрүшөт.

Химия жана химиялык технология факультети жогорку окуу жайларынын ичинен химия боюнча илимий-изилдөө иштеринин борбору болуп саналат. Факультеттин окумуштуулары теориялык жактан гана эмес практикалык да мааниси зор болгон азыркы учурдагы химия илиминин бир нече өзөктүү проблемаларынын үстүндө иштеп жатышат. Факультеттин кызматкерлери тарабынан аткарылып жаткан илимий-изилдөөлөрдүн теориялык мааниси жаңы бирикмелерди синтездөөнүн ыкмаларын, алардын түзүлүшүн, касиеттерин окуп үйрөнүүдө, органикалык бирикмелердин реакцияга жөндөмдүүлүгүн окуп үйрөнүүдө, биологиялык жана экологиялык системаларда металлдардын иондорунун жашап жүрүүсүн изилдөөдө, органикалык эмес заттарды изилдөөнүн жаңы ыкмаларын иштеп чыгууда жатат.

Факультеттин кафедраларында органикалык эмес химия, органикалык эмес заттардын технологиясы, координациялык химия, органикалык химия, беттик кубулуштардын жана дисперстик системалардын физикалык химиясы, нанобиотехнология, термодинамика, эритмелердин электрохимиясы, экологиялык химия боюнча илимий темалар иштелүүдө. Илимий-изилдөөлөр чет мамлекеттик университеттер жана институттар

менен: М. В. Ломоносов атындагы ММУ (Москва ш.), СПбМУ (Санкт-Петербург ш.), Аль Фараби атындагы КазМУ (Алма-Ата ш.), КХТУ (Казань ш.), Б. Ельцина атындагы КРСУ (Бишкек ш.) Кыргыз улуттук илимдер академиясынын Химия жана химиялык технология институту. Норвегия табигый илимдер университети (ш. Осло, координатор профессор Харша Ратнавира), Украина Мамлекеттик химиялык технология университети (Днепропетровск ш.), Украина Улуттук технологиялык университети (Киев ш), Черкасск мамлекеттик технологиялык университети, Түштүк Казахстан мамлекеттик университети (Чымкент ш), Молдова технологиялык университети, Тажик технологиялык университети, Беларусь мамлекеттик технологиялык университети менен тыгыз байланышта өткөрүлөт. Суу ресурстарын сактоо сферасында жогорку билим берүүнүн гармонизациясын өнүктүрүүчү жана 10 кызматташ университеттердин педагогдорунун эл аралык байланышынан чыңдоочу «Суу Гармониясы- 2» (2015-2022ж.ж.) келишими түзүлгөн. Эл аралык команданын ишинин натыйжасында «Сууну тазалоонун методдору. Суу ресурстарын башкаруу» окуу китеби 5 тилинде жарыка чыгып, факультеттин окутуучулары тарабынан (2019-2020-ж.ж.) кыргыз тилинде которулган.

Органикалык эмес химия жана химиялык технология кафедрасынын профессордук-окутуучулар курамынын жетекчилиги астында 15 кандидаттык диссертациялар (Мурзубраимов Б.М., Өтөмбаев А., Бообекова С.Б., Жумалиев С.Ж., Ташкенбаев К.Т., Молдобаева У.К., Муксумова З.С., Штремплер Г., Жумалиева Ч.И., Саркелов Ж.С., Жоробекова Ш.Ж., Исаева Ш.И., Дүйшөнбаева А.Т., Дубанаева К.Дж. Алмакучукова Г.М.) жана бир докторлук диссертация (Рысмендеев К.Р.) корголгон.

ЮНЕСКОнун физикалык жана коллоиддик химия кафедрасында химия илиминин 10 кандидаты Сатывалдиев А.С., Бибик И., Семенец О., Кыдыралиева К., Ли С.П., Зарипова А.А., Десятниченко Л.Н., Гайнулли-на И.П., Мамашева З.Ю., Субанкулова Д.А.),

химия илиминин 6 доктору (Жоробекова Ш.Ж., Сатывалдиев А.С., Карабаев С.О., Кыдыралиева К. Зарипова А.А. Ли С.П.), философия илиминин 1 доктору (Алиева К.М.) даярдалган.

Органикалык химия кафедрасында 13 кандидаттык диссертациялар (Шерова М.А., Эсенгулов Т, Мажиева В, Замай А, Пурикова В.П., Эшимбеков С., Айнекенова Р., Медетбекова Ж., Мальцева Г., Хаперская Л.С., Локшина И.М., Мусабекова З.Р., Абдурашитова Ю.А. жана бир докторлук диссертация (Сарымзакова Р.К.) жакталган. Факультеттин кызматкерлеринин илимий-изилдөөлөрүнүн натыйжалары көптөгөн Эл аралык, Республикалык симпозиумдарда конференцияларда жыйындарда белгиленип, 10 монографияларда, 1000 ашык макалаларда жарык көрүп, ойлоп табуулары 30 автордук күбөлүк, Кыргыз Республикасынын 6 патенти менен корголгон.

Факультеттин профессордук-окутуучу курамы кыргыз тилинде органикалык эмес химия, органикалык химия, физикалык химия, кинетика жана катализ, коллоиддик химия, электрохимия, химиялык термодинамика, заттардын түзүлүшү боюнча китептерди, окуу-методикалык куралдарды жазууга көп көңүл бөлөт. Алар тарабынан кыргыз тилинде төмөнкү китептер жана окуу-куралдары басылып чыгарылган: ЖОЖ дор үчүн басмадан «Жалпы химия» авторлор: Асанов У.А., Кудайбергенов Т.Т., Рысмендеев К.Р., «Жалпы химиянын теориялык негиздери» автор Рысмендеев К.Р., «Химия боюнча лабораториялык иштер» авторлор: Бообекова С.Б., Маймекер З.К., «Химия боюнча маселелер жана көнүгүүлөр» авторлор: Бообекова С.Б., Жумалиев С.Ж., «Химия илиминин кыскача тарыхы» авторлор: Молдобаев С.М., Адылов С.А., Байдинов Т.Б., Асанов Б.У., «Химиялык технология боюнча лабораториялык иштерге методикалык колдонмо» авторлор: Байдинов Т.Б., Дубанаева К.Дж., Осмонова С.С.

Профессор Адылов С.А., академик Асанов У.А. тарабынан химия факультетинин

студенттери үчүн мамлекеттик тилде “Органикалык химия” боюнча (I, II бөлүк) окуу китеби, (1991, 1997-ж.ж.) жогорку окуу жайларынын студенттери үчүн окуу китеби (2003-ж) чыгарылган.

«Кинетика жана катализ» I, II, бөлүк авторлор: Ш.Ж. Жоробекова, К.Т. Ташкенбаев, «Молекулалардын түзүлүшү жана химиялык байланыш» авторлор: А.С. Сатыбалдиев, У.А. Асанов, «Аналитикалык химия» авторлор: С.М. Молдобаев, Э.К. Кыдырмышев, «Аналитикалык химия» авторлор: У.А. Асанов, С.М. Молдобаев, Г.Т. Токушева, «Химиялык термодинамика боюнча маселелер жыйнагы» авторлор: К.М. Алиева, Л.Н. Десятниченко, С.О. Карабаев, «Заттардын түзүлүшү боюнча маселелер жыйнагы» авторлор: З.С. Муксумова, И.П. Гайнуллина, «Эл аралык химиялык олимпиадалар. Жалпы химия боюнча тапшырмалар» авторлор: З.С. Муксумова, С.О. Карабаев.

Жогорку окуу жайлары үчүн жазылган окуу китептеринин топтому үчүн факультеттин окутуучулары Адылов С.А., Асанов У.А., Кыдырмышев Э.К., Молдобаев С.М., Рысмендеев К.Р., Сатывалдиев А.С. 2000-жылы Кыргыз Республикасынын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты болушкан.

Доцент Байдинов Т.Б. авторлоштору Мурзубраимов Б.М., Иманакунов Б.И., Токтомаматов А.Т., Алтыбаева Д.Т. менен “Ме-

талламиддик (аминдик) комплекстерди синтездөө, алардын касиеттери жана түзүлүшү” аттуу иштердин топтому үчүн 2012-жылы Кыргыз Республикасынын илим жана техника жаатындагы Мамлекеттик сыйлыгына татыктуу болушкан.

Мындан сырткары факультеттин окутуучулары химия боюнча “Кыскача энциклопедия” (1997-ж.), химия боюнча энциклопедиялык окуу куралын (2004 ж.) жарыка чыгарууга активдүү катышышты.

Кыргыз Республикасынын билим берүү жана илим министрлигинин сунушу менен “Химия 8 класс. Жалпы билим берүүчү мектептери үчүн окуу китеби” 2021 -жылы жарыка чыкты, авторлор: Рыспаева Б.С., Молдогазиева С., Байдинов Т.

Химия жана химиялык технология факультетинин профессордук-окутуучулар курамы жумуш берүүчүлөр жана алардын кызматын талап кылуучулар менен бирдикте иш алып барышат. Илимдин, билимдин жана жаңы ишмердүүлүктүн айкалышы, жумуш берүүчүлөргө окутуунун программасын түзүгө, жабдууга катышууга, адистештирүүдө өздөрүн талаптарын коюуга, келечектеги бүтүрүүчүлөрдү практика алууга жана өзүлөрүнүн проблемалары боюнча долбоорлоого катыштырууга мүмкүндүк берет. Буга жумуш берүүчүлөр менен түзүлгөн келишимдер күбө боло алат.

КЫРГЫЗСТАНДЫН КӨРҮНҮКТҮҮ ХИМИКТЕР, КУУну БҮТКӨН жана ЭМГЕКТЕНГЕН ОКУМУШТУУЛАР



Арбаев Султан

Казак мамлекеттик университетин 1932-ж. бүтүргөн, доцент (1938), Кыргыз мамлекеттик педагогикалык институтунун директору (1940-1944), Кыргыз мамлекеттик университетинин химия факультетинин биринчи деканы (1963-1964)



Шатемиров Кадыр

Кыргызпединститутту 1934-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1968), профессор (1970), Кыргыз ССР ИА академиги (1984). Физикалык химия жана дисперстик системалардын физикалык-химиялык механикасы боюнча көрүнүктүү адис. Анын жетекчилиги астында 3 докторлук жана 16 кандидаттык диссертациялар корголгон.

Аймухамедова Гульсым Мария Бурановна

Кыргызпединститутту 1945-ж. бүтүргөн, т.и.д. (1965), профессор (1967), Кыргыз улуттук илимдер академиясынын ардактуу академиги (1995). Жаратылыштагы биологиялык активдүү бирикмелердин химиясы жана технологиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 3 докторлук жана 16 кандидаттык диссертациялар корголгон.



Акбаев Абди Алимкожоевич

Кыргызпединститутту 1948-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1996), Кыргыз Республикасынын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (1972). Органикалык эмес химия боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 4 кандидаттык диссертациялар корголгон.

Кыдынов Молдокерим Кыдынович

Кыргызпединститутту 1951-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1972), профессор (1973), Кыргыз улуттук илимдер академиясынын ардактуу академиги (1998). Органикалык эмес химия, физикалык-химиялык анализ жана органикалык эмес заттардын технологиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 14 кандидаттык диссертациялар корголгон.

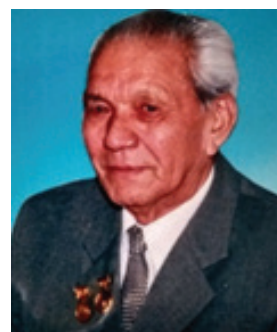


Бакасова Зарыл Бакасовна

Кыргыз мамлекеттик университетин 1952-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1977), профессор (1992), Кыргыз ССР нин ИАнын мүчө-корреспонденти (1984). Физиологиялык активдүү бирикмелердин химиясы жана технологиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 1 докторлук жана 18 кандидаттык диссертациялар корголгон.

Усубакунов Мамыт Усубакунович

Кыргыз мамлекеттик университетин 1952-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1983), профессор (1985), Кыргыз ССР нин ИАнын мүчө-корреспонденти (1984). Түстүү металлдардын химиясы жана технологиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 1 докторлук жана 9 кандидаттык диссертациялар корголгон.



Иманакунов Бейшен Иманакунович

Кыргыз мамлекеттик университетин 1953-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1973), профессор (1974), КР УИА академиги (1997), КР мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2012). Физикалык-химиялык анализ жана биогеотехнология боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 3 докторлук жана 30 кандидаттык диссертациялар корголгон.

Рысмендеев Кадыракун

Кыргыз мамлекеттик университетин 1953-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1982), профессор (1982), КРнын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2000). Физикалык-химиялык анализ жана комплекстик бирикмелердин химиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 1 докторлук жана 13 кандидаттык диссертациялар корголгон.



Сулайманкулов Какин

Кыргыз мамлекеттик университетин 1953-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1967), профессор (1968), Кыргыз ССРнин ИАсынын академиги (1984), КР мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (1995). Химия жана химиялык технология боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 6 докторлук жана 42 кандидаттык диссертациялар корголгон.

Батырчаев Ибраим Естебесович

Кыргыз мамлекеттик университетин 1953-ж. бүтүргөн, т.и.д. (1973), профессор (1981). Органикалык эмес материалдардын технологиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 3 кандидаттык диссертациялар корголгон.



Асанов Үсөн Асанович

Д.И.Менделеев атындагы Москва химиялык технологиялык институтун 1956-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1977), профессор (1980). Кыргыз ССРнин ИАсынын академиги (1993), КРнын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2000). Химия жана химиялык технология боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 4 докторлук жана 21 кандидаттык диссертациялар корголгон. СССРдин 50 жылдыгы атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин ректору болгон (1983-1988).



Молдобаев Совет Молдобаевич

Кыргыз мамлекеттик университетин 1956-ж. бүтүргөн, х.и.к. (1964), профессор (2001), КРнын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2000). Аналитикалык химия боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 1 кандидаттык диссертация корголгон. КУУнун аналитикалык химия кафедрасынын башчысы болгон (1970 -1996).

Адылов Султан Адылович

Д.И.Менделеев атындагы Москва химиялык технологиялык институтун 1957-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1964), профессор (1991), КР мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2000). Органикалык заттарды синтездөө жана изилдөө боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 3 кандидаттык диссертация корголгон. КУУнун органикалык химия кафедрасынын башчысы болгон (1992 -2012).



Усенбаев Качкынбай

Кыргыз мамлекеттик университетин 1956-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1991), профессор (1992). Көмүртектин бири-бирине өтүү формаларынын түзүлүшү, термодинамикасы жана казылып алынуучу көмүр боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 4 кандидаттык диссертациялар корголгон.

Кыдырмышев Эсен Кыдырмышевич

Кыргыз мамлекеттик университетин 1959-ж. бүтүргөн, х.и.к. (1963), КРнын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2000). Аналитикалык химия боюнча адис.



Шерова Мирра Аттокуровна

Кыргыз мамлекеттик университетин 1959-ж. бүтүргөн, х.и.к. (1966), профессор (2005). Органикалык химия жана жаратылышта кездешкен бирикмелердин химиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 1 кандидаттык диссертация корголгон. ЮНЕСКО нун физикалык жана коллоиддик химия кафедрасынын профессору.



Жорбекова Шарипа

Кыргыз мамлекеттик университетин 1967-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1988), профессор (1990). КР УИАнын академиги (2000), КР УИАнын президенти (2006), КР мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (1995). Физикалык химия жана биотехнология боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 4 докторлук жана 13 кандидаттык диссертация корголгон.

Морозов Алексей Алексеевич

Кыргыз мамлекеттик университетин 1967-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1994). Синтетикалык углеводдордун химиясы боюнча адис.



Джаманбаев Женис Анаркулович

Кыргыз мамлекеттик университетин 1967-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1991), профессор (2000). Углеводдордун жана жаратылышта кездешкен бирикмелердин химиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 1 докторлук жана 2 кандидаттык диссертация корголгон.



Пищугин Фёдор Васильевич

Кыргыз мамлекеттик университетин 1967 ж. бүтүргөн, х.и.д. (1991), профессор (1996). КР УИА мүчө-корреспонденти (2000). Физикалык химия жана жаратылышта кездешкен бирикмелердин химиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 5 кандидаттык диссертация корголгон.

Сатывалдиев Абдураим Сатывалдиевич

Ленинград техноогиялык институтун 1970-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1996), профессор (1998), КР УИАнын мүчө-корреспонденти (2021), КР мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2000). Электрохимия жана электрдик эрозия процесстери, органикалык эмес заттардын технологиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 9 кандидаттык диссертация корголгон. Кыргыз мамлекеттик университетинде 1972-1996-жж. эмгектенген.



Аденов Жумабай Аликеевич

Кыргыз мамлекеттик университетин 1971-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1999), профессор (2001). Химия жана химиялык технология боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 2 кандидаттык диссертация корголгон.



Байдинов Туратбек

Кыргыз мамлекеттик университетин 1972-ж. бүтүргөн, х.и.к. (1981), КР мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2012). Органикалык эмес химия, комплекстик бирикмелердин химиясы, физика-химиялык анализ боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 1 кандидаттык диссертация корголгон. Органикалык эмес химия жана химиялык технология кафедрасынын профессору.



Кудайбергенов Төрөбай Тургунбекович

Кыргыз мамлекеттик университетин 1972-ж. бүтүргөн, х.и.к. (1985), профессор (2001), КР мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2000). Химия, химиялык технология жана химияны окутуунун методикасы боюнча адис.

Токтомагов Талант Асельевич

Кыргыз мамлекеттик университетин 1973-ж. бүтүргөн, х.и.д. (1995). Физикалык-химиялык анализ жана биогеотехнология боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 2 кандидаттык диссертация корголгон.



Джуманазарова Асылкан Зулпукаровна

Кыргыз мамлекеттик университетин 1974-ж. бүтүргөн, х.и.д. (2005), профессор (2002). КРнын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2000). Физикалык жана органикалык химия боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 1 докторлук 1 кандидаттык диссертация корголгон.

Сарымзакова Роза Копбаевна

Кыргыз мамлекеттик университетин 1974-ж. бүтүргөн, х.и.д. (2007), профессор (2008). Органикалык бирикмелерди структуралык-химиялык модификациялоо боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 2 кандидаттык диссертация корголгон. Ж. Баласагын атындагы КУУнун проректору болгон (2010-2015). Химия жана химиялык технология факультетинин деканы.



**Шыйтиева Назира Кыдырмаевна**

Кыргыз мамлекеттик университетин 1975-ж. бүтүргөн, х.и.д. (2015). Химия жана химиялык технология боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 2 кандидаттык диссертация корголгон.

Карабаев Султан Өскөнович

Ленинград мамлекеттик университетин 1976-ж. бүтүргөн, х.и.д. (2001), профессор (2002). Физикалык химия жана эритмелердин электрохимиясы боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 4 кандидаттык диссертация корголгон. ЮНЕСКОнун физикалык жана коллоиддик химия кафедрасынын башчысы.

**Кыдыралиева Камила Асылбековна**

Кыргыз мамлекеттик университетин 1985-ж. бүтүргөн, х.и.д. (2005). КРнын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты (2006). Физикалык химия жана биотехнология боюнча адис. Анын жетекчилиги астында 3 кандидаттык диссертация корголгон.

Ли Сергей Павлович

Кыргыз мамлекеттик университетин 1985- ж. бүтүргөн, х.и.д. (2018). Гумус заттарынын химиясы боюнча адис.

**Зарипова Анар Аскарбековна**

Кыргыз мамлекеттик университетин 1988-ж. бүтүргөн, х.и.д. (2016). Физикалык химия жана биотехнология боюнча адис.

УДК: 53,044 (5752).

Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович
академик НАН КР,

Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович
КР УИАнын академиги

Murzubraimov Bektemir Murzubraimovich
academician of the National Academy of Sciences of the KR

Абдулазизов Тилебалды Адилевич

химия илимдеринин кандидаты, доцент,

Абдулазизов Тилебалды Адилевич

кандидат химических наук, доцент

Abdulazizov Tilebaldi Adilovich

candidate of chemical sciences, associate professor

Молдалиев Жоомарт Тумакович

биология илимдеринин кандидаты, доцент

Молдалиев Джоомарт Тумакович

кандидат биологических наук, доцент

Moldaliev Djoomart Tumakovich

candidate of biological sciences, associate professor

Маматураимова Гулмира Абдулмиталиповна,

магистрант

Mamaturaimova Gulmira Abdulmitalipovna,

undergraduate

Кабылова Барчынай Жунусовна,

магистрант

Kabylova Barchynay Zhunusovna,

undergraduate

Ош мамлекеттик университети

ЖАЛАЛ-АБАД ШААРЫНДАГЫ ШОР-БУЛАКТЫН ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫК КӨРСӨТКҮЧТӨРҮН ИЗИЛДӨӨ

Аннотация. Жалал-Абад шаарындагы Шор-Булактын физико-химиялык көрсөткүчтөрүн жыл мезгилинен көз карандылыгы изилденди. Иондордун сандык көрсөткүчү нитрат иондору күз мезгилинде, хлорид, сульфат иондору жай мезгилинде максималдык чекке жеткен. Суусунун курамындагы иондордун сандык көрсөткүчү көптөгөн факторлордон көз каранды.

Негизги сөздөр: суу, комплексонометрия, аргентометрия, рН, кальций, хлор, сульфат, нитрат, шордуулук.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ШОР-БУЛАК В ГОРОДЕ ДЖАЛАЛ-АБАД

Аннотация. Изучены сезонные физико-химические показатели воды Шор-Булак, количественный показатель нитрат-ионов осенью, хлоридов, сульфат-ионов летом достигали максимального предела. Количественный состав ионов вод зависит от многих факторов.

Ключевые слова: вода, комплексометрия, аргентометрия, рН, кальций, хлор, сульфат, нитрат, жесткость.

STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF SHOR-BULAK IN JALAL-ABAD CITY

Abstract. The seasonal physical and chemical indicators of Shor-Bulak water were studied, the quantitative indicator of nitrate ions in autumn, chlorides, sulfate ions reached the maximum limit in summer. The quantitative composition of water ions depends on many factors.

Key words: water, complexometry, argentometry, pH, calcium, chlorine, sulfate, nitrate, hardness.

Минералдык суу - бул өтө кең түшүнүк, так аныктамасы жок. Гидрогеологдор жана бальнеологдор кандайдыр бир минералдык, органикалык компоненттердин же газдардын концентрациясынын жогору болгон жана өзгөчө физикалык касиеттери (радиоактивдүүлүк, термалдык ж.б.) бар сууларды минералдык суулар деп эсептешет. Минералдык суулар курамына жараша хлориддик, гидрокарбонаттык, сульфаттык, натрийлүү, кальцийдүү, магнийлүү, гидрокарбонат-хлориддик, магний-кальцийдүү, темирлүү ж.б. болуп бөлүнөт. Минералдык суулардын курамы татаал, колдонуу максатында үч категорияга ашкана суусу (минералдык 1г/л), ал эч кандай чектөөлөрсүз ичүүгө болот, дарылык-ашкана суусу (1-10 г/л минералдар), дарылык суулар (10 г/л ашык минералдар) болуп бөлүнөт [1].

Кыргыз Республикасынын аймагында 250дөн ашуун минералдуу суулар бар. Дүйнөлүк курортологияда колдонулуп жүргөн 40 типтеги минералдуу суунун 30 тиби Кыргызстандын аймагында табылган. Кыргыз Республикасынын аймагындагы минералдык жана арашан сууларын изилдөөдө В.Вебер, Н. Прокопенко, А. Ромах, Н.Б. Данияров ж.б. эмгектери чоң. Гидрогеологдор минералдык суулардын түрлөрү жана сапаты боюнча ажыратып,

алардын пайда болуу дооруна ылайык ар кандай геологиялык жана экономикалык алты топко бөлүшөт: Кара-Балта жана Чүй сууларынын ортосуна жайгашкан, Ысык-Көл аймагында жер астынан чыккан, Соң-Көл аймагындагы, Борбордук Тянь-Шандагы, Фергана өрөөнүндөгү, Заралды, Кызыл-Суу минералдык жана арашан суулары. Бул минералдык жана арашан суулары курамы боюнча айырмаланып турат [2].

Фергана өрөөнүндөгү минералдык жана арашан суулар: Фергана өрөөнүн курчап турган аймакта минералдык жана арашан суулардын кени чыккан жерлердин бири Жалал-Абад.

Жалал-Абад курортуна 1912-жылы жергиликтүү бай Мурзакул тарабынан Айып булакка имарат салынган. 1918-жылы Советтик эл комиссариатынын курамына өтүп, элдик курорт статусу берилген. 1972-жылы Жалал-Абад курорту- Бүткүл союздук курорт деген статуска ээ болгон. 2021-жылдын январь-октябрь айларында Республиканын аймагынан өндүрүлгөн 748,2 миң тонна минералдык суу жакынкы жана алыскы чет өлкөлөргө экспорттолгон [3].

Жер астынан чыккан суулардын кургак массасынын курамындагы оор металлдарды аныктоо актуалдуу [4]. Кыргыз республикасы дүйнөдөгү 20 таза сууга мол мамлекет-

тердин катарына кирет. 2030-жылга чейинки туруктуу өнүгүүнүн жаңы максаттары кабыл алынган. Анын негизинде таза сууну сарамжалдуу пайдалануунун натыйжалуулугун жогорулатуу жана сууга байланыштуу экосистемаларды коргоо каралган [5].

Изилдөөнүн негизги максаты: Жалал-Абад шафрындагы Шор-Булак суусунун химиялык курамын жыл мезгилинен көз карандылыгын аныктоо.

Изилдөө объектиси жана аныктоонун методдору

Шор-Булак суусунун физикалык жана химиялык көрсөткүчтөрүн аныктоодо химиялык жана физико-химиялык методдор кол-

донулду. Химиялык методдордон көлөмдүк (шордуулукту, кальцийди, магнийди жана хлордун иондорун аныктоодо) жана салмактык (сульфат иондорун аныктоодо) методдор колдонулду. рН-150 прибору менен суунун рН мааниси аныкталды [6-7]. Кургак массадагы оор металлдар спектралдык анализ менен аныкталган [8].

Изилденүүчү объект катары Жалал-Абад шаарындагы Шор-булак алынган. Жалал-Абад шаарынын 4км алыстыкта Чыгыш тарапта, деңиз деңгээлинен 975 м би йиктикте жайгашкан. Анализ үчүн алынган үлгүлөрдүн күнү, айы, жылы жана анализдин жыйынтыгы 1-таблицада келтирилген.

1-Таблица. Шор-Булактын жыл мезгилиндеги физико-химиялык көрсөткүчтөрү

№	Аныкталуучу көрсөткүчтөр	Үлгү алынган күнү, айы жана жылы			
		02.11.2021	26.02.2022	28.05.2022	30.08.2022
1.	Жыты	5 балл	5 балл	5 балл	5 балл
2.	рН	7,37	7,34	6,98	7,47
3.	Шордуулугу	109,88 °Ж	100,05 °Ж	210,05 °Ж	111,0 °Ж
4.	Нитраттар	62,02 мг/л	44,30 мг/л	0 мг/л	13,9 мг/л
5.	Хлориддер	13500 мг/л	13500 мг/л	4000 мг/л	17000 мг/л
6.	Аммиак	3,0 мг/л	3,0 мг/л	4,0 мг/л	34,0 мг/л
7.	Нитриттер	0,35мг/л	0,75мг/л	0	0,04
8.	Сульфаттар	550,5мг/л	559,23мг/л	44,32 мг/л	582,0 мг/л
9.	Темир	0,1мг/л аз	0,1мг/л аз	0,1мг/л аз	0,1мг/л аз
10.	Кургак масса	26520мг/л	26130мг/л	26170мг/л	26130мг/л

1-таблицада көрүнүп тургандай суунун физикалык жана химиялык көрсөткүчтөрү ичилүүчү сууга тиешелүү болгон ГОСТ боюнча аныкталган.

Суунун жыты ГОСТ Р57164-2016 салыштырганда 1,5 эсе, шордуулук ГОСТ 31954-2012 салыштырганда 15,5 эсе, нитрат ГОСТ 33045-2014 салыштырганда 1,3 эсе, хлорид ГОСТ 4245-72 салыштырганда 54 эсе, аммиак ГОСТ 33045-2014 салыштырганда 1,5 эсе, кургак масса ГОСТ 18164-72 салыштырганда 26,5 эсеге жогору. Жыл мез-

гилдерин салыштырып караганда суунун курамы анча дале өзгөрүүлөр болгон жок шордуулук жазда, нитраттар иондорунун сандык көрсөткүчү күзүндө, хлориддер, аммиак жана сульфат иондорунун сандык көрсөткүчтөрү жайында максималдык чекке жеткен. Шор-Булактын суусунун курамындагы иондордун сандык көрсөткүчү көптөгөн факторлордон көз каранды.

Шор-Булактын кургак массасындагы оор металлдарды аныктоо спектралдык анализдин жыйынтыгы 2-таблицада келтирилген.

2-Таблица. Шор-Булактын кургак массасынын химиялык курамы

Үлгү алынган жыл	Көрсөткүчтөр, % менен						
	Cu	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
2021	1,2×10 ⁻³	0,5	0,2	0,15	5	> 30	0,15
2022	1,2×10 ⁻³	0,3	0,15	0	3	> 30	0,15

2- таблицада Шор-Булактын кургак массасына 35 металлга спектралдык анализ жасалган, бирок жезден башкасынын концентрациясы аныктоо чегинен төмөн болгон. Кургак массанын курамынын негизги бөлүгүн натрийдин, кальцийдин, магнийдин, теминдин, калийдин жана кремнийдин бирикмелери түзөт.

Жогорудагы маалыматтарга таянып Жалал-Абад шаарындагы Шор-Булак суусу жогорку минералдашкан суу, ичүүгө жараксыз, бирок дарылык суулардын катарына кирет. Кургак массасынын курамында оор металлдардан жездин сандык көрсөткүчү 1,2×10⁻³% ды түзөт, калган металлдардын концентрациясы аныктоо чегинен төмөн болгон.

Адабияттар

1. Александр Лидин. Минеральные воды. «Феникс», 2009., с-256
2. Кыргызстандын дары суулары. <https://ky.wikipedia.org>
3. Жалал- Абад курорту. <https://ky.wikipedia.org/wiki>
4. Иматали кызы Калыскан. Анализ содержания ртути в водах города Айдаркен. Экологический вестник Северного Кавказа 2021. Т.17. №4. С.59-63
5. Дефицит водных ресурсов <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
6. Уильямс У.Дж. Определение анионов. М.: «Химия» 1982., с-624.
7. Крешков А.П. Основы аналитической химии. М.: «Химия» 1970., с-456.
8. Русанова А.К. Основы количественного спектрального анализа руд и металлов. М.: «Недра», 1978., с-400.

УДК 546.185

Асабина Елена Анатольевна

*Кандидат химических наук, доцент, доцент
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского, химический факультет,
кафедра химии твердого тела, Нижний Новгород, Россия*

Asabina Elena Anatolievna

*candidate of chemical sciences, associate professor,
associate professor
National Research Nizhny Novgorod state university. N.I. Lobachevsky, faculty of chemistry,
department of solid state chemistry, Nizhny Novgorod, Russia*

Петьков Владимир Ильич

*Кандидат химических наук, доцент, доцент
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского, химический факультет,
кафедра химии твердого тела, Нижний Новгород, Россия*

Petkov Vladimir Ilyich

*candidate of chemical sciences, associate professor, associate professor
National Research Nizhny Novgorod State University. N.I. Lobachevsky, Faculty of Chemistry,
Department of Solid State Chemistry, Nizhny Novgorod, Russia*

Ковальский Андрей Михайлович

*Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник
Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
Москва, Россия*

Kovalsky Andrey Mikhailovich

*candidate of geological and mineralogical sciences, senior researcher
institute of geochemistry and analytical chemistry.
in and. Vernadsky RAS, Moscow, Russia*

Азаметс Анна Андреевна

*студент
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского, химический факультет, кафедра химии твердого тела, Нижний Нов-
город, Россия*

Azamets Anna Andreevna

*student
national research Nizhny Novgorod state university. N.I. Lobachevsky, faculty of chemistry,
department of solid state chemistry, Nizhny Novgorod, Russia*

¹ Университет Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

² Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И. Вернадского РАН, Москва, Россия

Asabina E.A.¹, Pet'kov V.I.¹, Kovalsky A.M.², Azamets A.A.¹

¹ Lobachevsky University, Nizhni Novgorod, Russia

² Vernadsky Institute, Moscow, Russia

ТЕМПЕРАТУРО- И ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ НАСИКОНОПОДОБНЫХ КЕРАМИК, СОДЕРЖАЩИХ ЦИРКОНИЙ И МЕТАЛЛЫ В СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ +2

Аннотация. Фосфаты состава $M_{0,5+x}Mg_xZr_{2-x}(PO_4)_3$ ($M - Cd, Sr, Pb; x = 0, 0,5$) синтезированы методом соосаждения солей из водных растворов реагентов с последующей термообработкой. Полученные образцы охарактеризованы методами рентгенографии, ИК спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии. Показано, что они кристаллизуются в структурном типе NASICON. Исследование температуропроводности выполнено на керамических образцах фосфатов методом лазерной вспышки в температурном интервале 298–473 К. Температуропроводность (0.18–0.65 мм²/с) и теплопроводность (0.44–1.05 Вт/(м·К) при 473 К) изученных керамик была ниже, чем у промышленного стабилизированного диоксида циркония ZrO_2 .

Ключевые слова: фосфатная керамика, NASICON, теплофизические характеристики, рентгенография, ИК спектроскопия

КЫЧКЫЛДАНУУ ДАРАЖАСЫ +2 БОЛГОН ЦИРКОНИЙ ЖАНА МЕТАЛЛДАРДЫ КАМТЫГАН НАСИКОН СЫМАЛ КЕРАМИКАНЫН ТЕМПЕРАТУРАСЫ ЖАНА ЖЫЛУУЛУК ӨТКӨРҮМДҮҮЛҮГҮ

Аннотация. Курамында $M_{0,5+x}Mg_xZr_{2-x}(PO_4)_3$ ($M - Cd, Sr, Pb; x = 0, 0,5$) болгон фосфаттар, суудагы эритмелерден жылуулук аркылуу туздарды чөктүрүү методу менен синтезделип алынды. Алынган үлгүлөр рентгенография, ИК спектроскопия жана сканерлөөчү электрондук микроскопиясы менен мүнөздөлдү. Алар NASICON структурасында кристаллдашат. Температура өткөрүмдүүлүгүн изилдөө, фосфаттардын керамикалык үлгүлөрүн 298–473К температуралык интервалында лазердик жаркыроо ыкмасы менен ишке ашырылды. Изилденген керамиканын температура өткөрүмдүүлүгү (0.18–0.65мм²/с) жана жылуулук өткөрүмдүүлүгү (0.44–1.05Вт/(м·К) при 473К) өнөр жайлык стабилдештирилген ZrO_2 цирконий диоксидине караганда төмөн болгон.

Негизги сөздөр: фосфаттуу керамика, NASICON, термофизикалык мүнөздөмөлөр, рентгенограмма, ИК спектроскопиясы.

THERMAL DIFFUSIVITY AND THERMAL CONDUCTIVITY OF NASICON-LIKE CERAMICS, CONTAINING ZIRCONIUM AND METALS IN OXIDATION STATE +2

Abstract. Phosphates of the composition $M_{0,5+x}Mg_xZr_{2-x}(PO_4)_3$ ($M - Cd, Sr, Pb; x = 0, 0,5$) were synthesized by co-precipitation of salts from aqueous solutions with subsequent heat treatment. The samples were characterized by X-ray diffraction, IR spectroscopy and scanning electron microscopy. They have been shown to crystallize in NASICON structural type. Thermal diffusivity measurements were performed on the ceramic samples by laser flash method in the temperature interval of 298–473 K. Thermal diffusivity (0.18–0.65 mm²/s) and thermal conductivity (0.44–1.05 W/(m·K) at 473 K) of the studied ceramics was lower than the corresponding values for the industrial stabilized ZrO_2 .

Keywords: phosphate ceramic, NASICON, thermophysical properties, X-ray diffraction, IR spectroscopy.

ВВЕДЕНИЕ

Неорганические фосфаты структурного типа NASICON (Na Super Ionic CONductor) привлекают внимание исследователей как перспективные твердые электролиты, способные работать в условиях повышенных температур и перепадов температур, агрессивных химических сред [1-4]. Устойчивость насиконоподобных керамик к разрушающим факторам окружающей среды объясняется их структурой, базирующейся на каркасе состава $\{[L_2(PO_4)_3]^{P^+}\}_{3\infty}$ из тетраэдров PO_4 и октаэдров LO_6 (L – катион) (рис. 1, [5]). Классический NASICON представляет собой твердый раствор $NaZr_2(PO_4)_3$ и $Na_4Zr_2(SiO_4)_3$, однако в состав известных насиконоподобных керамик могут входить ионы широкого диапазона степеней окисления (от +1 до +5 для известных фосфатов), радиусов (от 0.54 до 1.67 Å) и электроотрицательностей (от 0.8 до 2.0 по шкале Полинга).

Сопrotивление керамик термоудару напрямую связано с их тепловым расширением, температуро- и теплопроводностью. Для разработки материалов с низким тепловым расширением представляют значительный интерес сложные фосфаты циркония и металлов в степени окисления +2 [5, 6]. Исследования методом терморентгенографии показали, что средние значения коэффициентов линейного теплового расширения фосфатов $CdMg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$ (298–1073 К), $PbMg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$ (298–1073 К), $Sr_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$ (173–473 К) и $SrMg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$ (173–473 К) составляют $(2.2–3.5) \cdot 10^{-6} K^{-1}$ при анизотропии расширения $(0.7–4.8) \cdot 10^{-6} K^{-1}$. Как правило, увеличение размера катиона, занимающего полости структуры, приводит к уменьшению теплового расширения керамики.

В целом, тепловому расширению насиконоподобных керамик различных составов посвящено значительное количество работ, однако данные по их теплопроводности ограничены публикациями [7-12]. Среди фосфатов, включающих металлы в степени окисления +2, исследованы $Ca_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$, $Ca_{0.5-x}Mg_xZr_2(PO_4)_3$, $Sr_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$, $Ba_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$.

Целью настоящего исследования является изучение температуро- и теплопроводности керамик состава $M_{0.5+x}Mg_xZr_{2-x}(PO_4)_3$ (M – Cd, Sr, Pb; $x = 0, 0.5$).

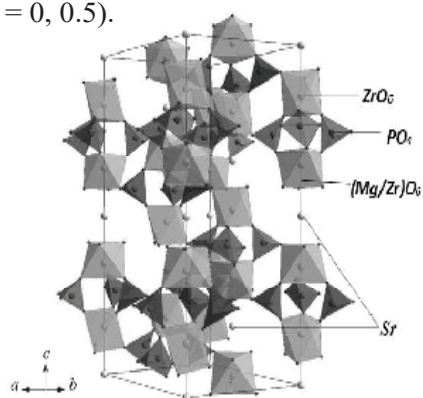


Рис. 1. Кристаллическая структура $SrMg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$. Каркас $\{[Mg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3]^{2-}\}_{3\infty}$, ионы стронция занимают полости структуры

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Образцы синтезированы методом совместного осаждения солей из водных растворов с последующей термообработкой. Исходными реагентами служили реактивы (х.ч.): $\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, MgO (предварительно растворяли в HCl), $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, ZrOCl_2 и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. При синтезе водные растворы солей металлов сливали при перемешивании, затем постепенно добавляли раствор гидрофосфата аммония. Образцы высушивали при 363 К и подвергали ступенчатому обжигу до завершения синтеза при 873–1123 К.

Синтезированные фосфаты охарактеризованы методом рентгенографии на дифрактометре Shimadzu XRD-6000 в CuK_α ($\lambda = 1.54178 \text{ \AA}$) фильтрованном излучении, в диапазоне углов 2θ от 10 до 60° с шагом сканирования 0.02° . Съемки рентгенограмм порошков для расчета кристаллографических параметров элементарных ячеек проводили со скоростью $0.5^\circ/\text{мин}$, расчет проводили в программе UnitCell.

Инфракрасные (ИК) спектры поглощения образцов, приготовленных прессованием в форме цилиндров с KBr , записаны на спектрофотометре FTIR-8400S с приставкой ATR в диапазоне волновых чисел $400\text{--}1400 \text{ см}^{-1}$.

Для подтверждения гомогенности и химического состава синтезированные образцы исследованы на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JEOL JSM-7600F с термополевой электронной пушкой (катод Шоттки), оснащенном системой микроанализа – энергодисперсионным спектрометром OXFORD X-Max 80 (Premium) с полупроводниковым кремний-дрейфовым детектором с беззотным охлаждением. Образцы для съемки запрессовывали в шашки из полимерного материала и полировали, анализу подвергалась горизонтальная запрессованная поверхность образца. Для расчета составов использовался алгоритм PAP коррекции. Погрешность определения содержания элементов составляла 0.5–2.5%.

Исследование температуропроводности выполнено на керамических образцах фосфатов, полученных путем прессования порошков с последующим отжигом при 873–973 К. Керамики для исследований представляли собой диски толщиной $\sim 12.7 \text{ мм}$ и высотой 1–2 мм.

Плотность образцов оценивали в % от теоретической плотности (рентгенографической), рассчитанной по формуле: $\rho_{\text{теор}} = \frac{1.66 \cdot Z \cdot M}{V}$ (г/см³), где Z – число формульных единиц в элементарной ячейке, M – молярная масса вещества (г/моль), V – объем элементарной ячейки (Å³).

Измерения температуропроводности (α) проведены методом лазерной вспышки на приборе LFA447 NanoFlash в температурном интервале 298–473 К. Погрешность измерения не превышала 2%.

Теплопроводность образцов (λ) рассчитывали по формуле: $\lambda = \alpha \cdot \rho \cdot C_p^0$, где α – температуропроводность, $\rho = m/V$ – плотность керамики, C_p^0 – удельная теплоемкость. Для проведения расчетов теплоемкость свинецсодержащих фосфатов взята из [13], теплоемкость образцов с М – Cd и Sr оценена по правилу Дюлонга и Пти, которое по данным [13] описывает экспериментальные значения C_p^0 с отклонением не более 7%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно результатам рентгенографии (рис. 2а), образцы состава $M_{0.5+x}Mg_xZr_{2-x}(PO_4)_3$ (М – Cd, Sr, Pb; $x = 0, 0.5$) кристаллизовались в структурном типе NASICON [5, 6]. На рентгенограммах образцов, отожженных при низких температурах, помимо рефлексов целевой фазы, присутствовали рефлексы пирофосфата циркония, который при дальнейшем отжиге полностью реагировал. Температура синтеза кадмийсодержащих образцов составила 1123 К (при термической устойчивости не ниже 1273 К), стронций содержащих – 1073 К (устойчивы до 1473 К), свинецсодержащих фосфатов – 873–973 К (стабильны до температур не ниже 1473 К).

Данные ИК спектроскопии подтверждают принадлежность исследованных образцов к классу ортофосфатов насиконоподобной структуры (рис. 2б, [5, 6]). В ИК-спектрах проявилось по 4-6 полос асимметричных (1270–1050 см⁻¹) и 1-2 полосы симметричных (1050–950 см⁻¹) валентных колебаний, 2–3 полосы деформационных асимметричных (660–500 см⁻¹) колебаний фосфатных тетраэдров. Полосы в области 450–400 см⁻¹ относятся к деформационным симметричным колебаниям.

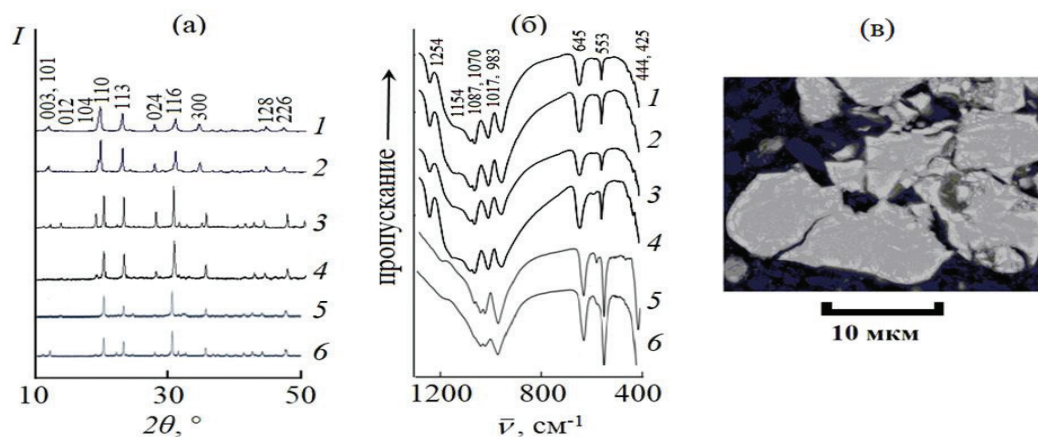


Рис. 2. Рентгенограммы (а) и ИК спектры (б) фосфатов: $\text{Cd}_{0.5}\text{Zr}_2(\text{PO}_4)_3$ (1), $\text{CdMg}_{0.5}\text{Zr}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$ (2), $\text{Sr}_{0.5}\text{Zr}_2(\text{PO}_4)_3$ (3), $\text{SrMg}_{0.5}\text{Zr}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$ (4), $\text{Pb}_{0.5}\text{Zr}_2(\text{PO}_4)_3$ (5), $\text{PbMg}_{0.5}\text{Zr}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$ (6). Фотография СЭМ образца $\text{Sr}_{0.5}\text{Zr}_2(\text{PO}_4)_3$ (состав по данным анализа: $\text{Sr}_{0.49(1)}\text{Zr}_{2.02(3)}\text{P}_{2.97(3)}\text{O}_{12}$).

Согласно результатам СЭМ (рис. 2в), синтезированные образцы были гомогенны, а их химический состав соответствовал теоретическим значениям.

Рассчитанные по рентгенографическим данным параметры гексагональных ячеек изученных фосфатов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Кристаллографические характеристики фосфатов

$\text{M}_{0.5+x}\text{Mg}_x\text{Zr}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ с М – Cd, Sr, Pb; $x = 0, 0.5$ (структурный тип NASICON)

Состав	$a, \text{Å}$	$c, \text{Å}$	$V, \text{Å}^3$
$\text{Cd}_{0.5}\text{Zr}_2(\text{PO}_4)_3$	8.857(4)	22.23(3)	1510
$\text{CdMg}_{0.5}\text{Zr}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$	8.833(4)	22.24(4)	1503
$\text{Sr}_{0.5}\text{Zr}_2(\text{PO}_4)_3$	8.692(5)	23.51(3)	1538
$\text{SrMg}_{0.5}\text{Zr}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$	8.705(5)	23.31(3)	1530
$\text{Pb}_{0.5}\text{Zr}_2(\text{PO}_4)_3$	8.699(4)	23.48(4)	1539
$\text{PbMg}_{0.5}\text{Zr}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$	8.701(3)	23.46(4)	1538

Охарактеризованные образцы насиконоподобных фосфатов спрессованы в керамики для последующего измерения температуропроводности. Относительная плотность изученных керамик (по сравнению с ее теоретическими значениями) составила 84-86%.

Температурные зависимости температуропроводности фосфатов $M_{0.5+x}Mg_xZr_{2-x}(PO_4)_3$ ($M - Cd, Sr, Pb; x = 0, 0.5$) с интервале 298-473 К приведены на рис. 3. Видно, что для изученных образцов наблюдалось монотонное уменьшение коэффициента температуропроводности с ростом температуры, что можно объяснить, исходя из теоретических закономерностей переноса тепла в твердых телах [14].

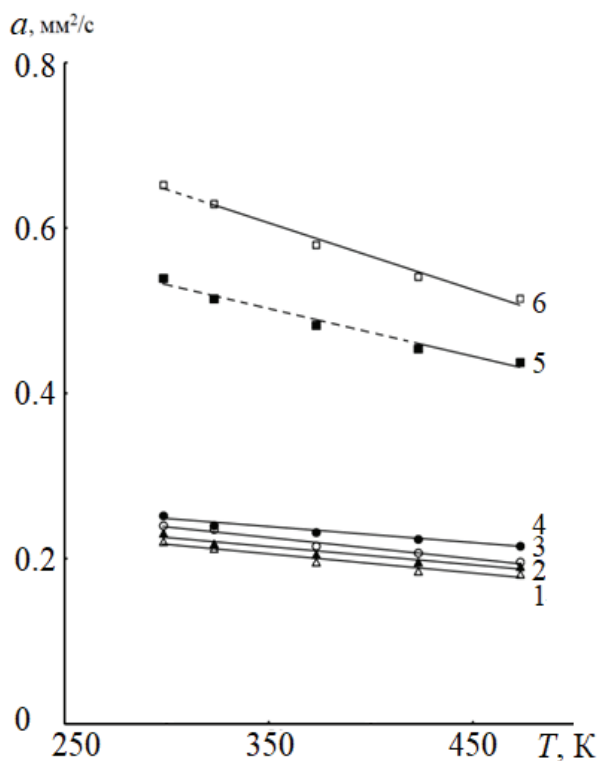


Рис. 3. Температурная зависимость температуропроводности фосфатов: $Cd_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$ (1), $CdMg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$ (2), $Sr_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$ (3), $SrMg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$ (4), $Pb_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$ (5), $PbMg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$ (6). Пунктиром показаны области полиморфных переходов, согласно [13].

Для большинства неметаллических твердых тел температуро- и теплопроводность обусловлена главным образом упругими колебаниями решетки. Из теории Дебая следует, что возбужденное состояние решетки можно представить как идеальный газ фононов, свободно движущийся в объеме кристалла. Вычисление средней длины свободного пробега фонона представляет собой сложную задачу, поскольку она зависит от того, на чем происходит рассеяние фононов: на других фононах, дефектах структуры или внешних гранях образца.

Однако теоретический анализ приводит к тому, что при достаточно высоких температурах средняя длина свободного пробега фонона обратно пропорциональна абсолютной температуре, поэтому коэффициенты температурно- и теплопроводности неметаллических твердых тел должны уменьшаться с ростом температуры. При этом, как правило, для реальных керамик их температурные зависимости носят практически линейный характер [15, 16].

Значения температуропроводности и рассчитанные при $T = 473$ К значения теплопроводности насиконоподобных керамик $M_{0.5+x}Mg_xZr_{2-x}(PO_4)_3$ приведены в таблице 2.

Из рис. 3 и таблицы 2 можно проследить тенденцию увеличения температурно- и теплопроводности фосфатов $M_{0.5+x}Mg_xZr_{2-x}(PO_4)_3$ с ростом радиуса катиона, занимающего полости структуры, что вероятно обусловлено более эффективной передачей тепла крупными ионами с большими амплитудами тепловых колебаний. Наибольшие значения температурно- и теплопроводности свинецсодержащих фосфатов также могут быть обусловлены разупорядочением катионов свинца, как было ранее показано структурными исследованиями [13]. Увеличение числа атомов в элементарной ячейке фосфатов (при изменении x от 0 до 0.5) также повышало их температурно- и теплопроводность.

Таблица 2. Температурно- и теплопроводность керамик $M_{0.5+x}Mg_xZr_{2-x}(PO_4)_3$ (M – Cd, Sr, Pb; $x = 0, 0.5$)

Состав	α , мм ² /с (298–473 К)	λ , Вт/(м·К) при 473 К
$Cd_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$	0.22 ÷ 0.18	0.44
$CdMg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$	0.23 ÷ 0.19	0.48
$Sr_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$	0.24 ÷ 0.20	0.49
$SrMg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$	0.25 ÷ 0.22	0.55
$Pb_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$	0.54 ÷ 0.44	0.90
$PbMg_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$	0.65 ÷ 0.52	1.05

В целом, значения теплопроводности исследованных фосфатов хорошо согласуются с литературными данными о теплопроводности других насиконоподобных керамик (0.6–1.4 Вт/(м·К) при температурах 298–873 К [7-12]). Температуро- и теплопроводность изученных каркасных фосфатов циркония и металлов в степени окисления +2 ниже, чем у промышленного стабилизированного диоксида циркония ZrO_2 ($\alpha = 0.82$ мм²/с, $\lambda = 1.60$ Вт/(м·К) при 473 К [17, 18]) – известного огнеупора, являющегося главным керамикообразующим компонентом теплограждающих конструкций высокотемпературных печей.

Высокая термическая устойчивость насиконоподобных фосфатных керамик в сочетании с их малым тепловым расширением (при его низкой анизотропии), а также низкой температуро- и теплопроводностью позволяют рассматривать их как перспективные высокостойкие теплоизоляторы и огнеупорные материалы, превосходящие известные керамики по способности противостоять тепловым ударам

«Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (базовая часть госзадания, проект № FSWR-2023-0025) (ИК-спектроскопическое исследование образцов, СЭМ, изучение температуропроводности) и гранта Российского научного фонда № 23-23-00044, <https://rscf.ru/project/23-23-00044/> (синтез и рентгенографическое исследование образцов)»

Литература

1. Singh B., Wang Z., Park S., Sai Gautam G., Chotard J.N., Croguennec L., Carlier D., Cheetham A.K., Masquelier C., Canepa P. A. J. Mater. Chem. A. 2021. V. 9. P. 281-292.
2. Yang Z., Tang B., Xie Z. ChemElectroChem. 2021. V. 8. P. 1035-1047.
3. Hou M., Liang F., Chen K., Dai Y., Xue D. Nanotechnology. 2020. V. 31. 132003.
4. Jian Z., Hu Y.-S., Ji X., Chen W. Adv. Mater. 2017. V. 29.
5. Перова Е.Р., Майоров П.А., Асабина Е.А., Петьков В.И., Ковальский А.М. Неорган. материалы. 2021. Т. 57. № 7. С. 776-782.
6. Asabina E., Pet'kov V., Mayorov P., Lavrenov D., Schelokov I., Kovalsky A. Pure Appl. Chem. 2017. V. 89. № 4. P. 523–533.
7. Gregg D.J., Karatchevtseva I, Triani G., Lumpkin G.R., Vance E.R. J. Nucl. Mater. 2013. V. 441. P. 203–210.
8. Liu D.-M. Mater. Chem. Phys. 1994. V. 36. P. 350-353.
9. Liu D.-M. J. Mater. Sci. Lett. 1994. V. 13. P. 129–130.
10. Brown J., Hirschfeld D., Liu D.M., Yang Y., Li T., Swanson R.E., Van Aken S., Kim J.M. United States Patent. 1992. V. 102. № 5. P. 836.
11. Liu D.-M., Lin L.-J., Chen C.-J. J. Appl. Cryst. 1995. V. 28. P. 508-512.

12. Петьков В. И., Асабина Е. А. Стекло и керамика. 2004. № 7. С. 23-29.
13. Майоров П.А., Асабина Е.А., Петьков В.И., Маркин А.В., Смирнова Н.Н., Ковальский А.М. Журн. неорганической химии. 2020. Т. 65. № 5. С. 660-668.
14. Гуртов В. А., Осауленко Р. Н. Физика твердого тела для инженеров: учеб. пособие. Издание 2-е, доп. - Москва: Техносфера, 2012. 560 с.
15. Майоров П.А. Синтез, строение и свойства сложных фосфатов циркония и металлов в степени окисления +2. Дисс. канд. хим. наук. Нижний Новгород, ННГУ: 2022. 148 с.
16. Исмаилов Ш. М., Исаев З. А., Оракова С. М., Яхьяева Х. Ш. Теплофизика высоких температур. 2019. Т. 57. № 6. С. 852-856.
17. Гаджиев Г. Г. Теплофизика высоких температур. 2003. Т. 41. Вып. 6. С. 877–881.
18. Шелудяк Ю.Е., Кашпоров Л.Я., Малинин Л. А., Цалко В. Н. Теплофизические свойства компонентов горючих систем. М.: НПО «Информ ТЭИ», 1992. 184 с.
19. Шевченко В.Я., Баринов С.М. Техническая керамика. М.: Наука, – 1993. 187 с.

УДК 536.63+544.31+546.654:32:713-31:824-31

Касенов Булат Кунурович,
д.х.н., проф., зав. лабораторией, ХМИ им. Ж.Абишева
Kasenov Bulat Kunurovich,
doctor of Chemical Sciences, Professor, Head laboratory,
CHMI named after Zh.Abishev

Сагинтаева Женисгуль Имангалиевна,
к.х.н., асс. проф. в.н.с., ХМИ им. Ж.Абишева
Sagintayeva Zheniskul Imangalieva,
candidate of Chemical Sciences, ass. prof. l.r.,
CHMI named after Zh.Abishev

Касенова Шуга Булатовна,
д.х.н., проф. г.н.с., ХМИ им. Ж.Абишева
Kasanova Shuga Bulatovna,
doctor of Chemical Sciences, professor m.r.,
CHMI named after Zh.Abishev

Байсанов Сайлаубай
д.т.н., проф. директор, ХМИ им. Ж.Абишева
Baysanov Sailaubai,
doctor of Technical Sciences, prof. director,
CHMI named after Zh.Abishev

Лу Наталья Юльевна
к.т.н., зам. директора, ХМИ им. Ж.Абишева
Lu Natalia Yulyevna,
candidate of Technical Sciences, associate Director,
CHMI named after Zh.Abishev

Куанышбеков Ерболат Ермакович
магистр тех.наук, н.с., ХМИ им. Ж.Абишева
Kuanyshbekov Yerbolat Ermekovich
master of Technical Sciences, j.r.,
CHMI named after Zh.Abishev

**ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ТИТАНО-МАНГАНИТА
LaK₂TiMnO₆ В ИНТЕРВАЛЕ 298,15-673 К**

Аннотация. По керамической технологии из оксидов лантана (III), титана (IV), марганца (III), карбоната калия получен титано-манганит состава LaK₂TiMnO₆. Методом рентгенографии установлено, что LaK₂TiMnO₆ кристаллизуется в кубической сингонии со следующими параметрами решетки: LaK₂TiMnO₆ – $a = 14,74 \pm 0,02 \text{ \AA}$, $V^0 = 3202,52 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$, $Z = 4$, $V^0_{\text{эл.яч.}} = 800,52 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}} = 3,45$; $\rho_{\text{пикн.}} = 3,43 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$. На калориметре ИТ-С-400 в интервале 298,15-673 К исследована температурная зависимость теплоемкости титано-манганита. Установлено, что исследуемое соединение на кривой зависимости $C_p^0 \sim f(T)$ имеет λ -пик при 348 К, относящийся к фазовому переходу II-рода. На основании экспериментальных данных, с учетом температуры фазового перехода выведены уравнения зависимости теплоемкости от температуры. Вычислены температурные зависимости $C_p^0(T)$ и термодинамических функций $S^0(T)$, $H^0(T) - H^0(298,15)$ и $F^{xx}(T)$ титано-манганита.

Ключевые слова: титано-манганит, синтез, калориметрия, теплоемкость.

**ТИТАН-МАНГАНИТТИНИН LaK₂TiMnO₆, 298,15-673К ИНТЕРВАЛЫНДАГЫ
ЖЫЛУУЛУК СЫЙЫМДУУЛУГУ ЖАНА ТЕРМОДИНАМИКАЛЫК ФУНКЦИЯЛАРЫ**

Аннотация. Керамикалык технология менен лантан (III), титан (IV), марганец (III), калий карбонатынын оксиддеринен титано-манганит LaK₂TiMnO₆ алынды. LaK₂TiMnO₆ параметрлеринин торчолору төмөнкүдөй: – $a = 14,74 \pm 0,02 \text{ \AA}$, $V^0 = 3202,52 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$, $Z = 4$, $V^0_{\text{эл.яч.}} = 800,52 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}} = 3,45$; $\rho_{\text{пикн.}} = 3,43 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$ сингонияда кристаллдашаары рентгенография методу менен аныкталды. ИТ-С-400 калориметринде 298,15-673 К интервалында титан-манганиттин жылуулук сыйымдуулугунун температурага көз карандылыгы изилденген. $C_p^0 \sim f(T)$ көз карандылык ийри сызыгында изилденип жаткан 348К λ -чокусу бар кошулма II-топтогу фазалык өтүүсүнө тиешелүү экендиги аныкталган. Эксперименталдык маалыматтардын негизинде, фазалык өтүү температурасын эске алуу менен температурасы жылуулук сыйымдуулугунан көз каранды тендемеси алынган. Титан-манганиттин температуралык көз карандылыгы $C_p^0(T)$ жана термодинамикалык функциялары $S^0(T)$, $H^0(T) - H^0(298,15)$ жана $F^{xx}(T)$ эсептелинди.

Негизги сөздөр: титано-манганит, синтез, калориметрия, жылуулук сыйымдуулугу.

**HEAT CAPACITY AND THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF LaK₂TiMnO₆ TITANIUM-
MANGANITE IN THE RANGE OF 298,15-673 K**

Annotation. Using ceramic technology, titanium-manganite of the composition LaK₂TiMnO₆ was obtained from lanthanum (III), titanium (IV), manganese (III), and potassium carbonate oxides. By radiography found that LaK₂TiMnO₆ kristallizuetsya in a cubic crystal structure with the following lattice parameters: LaK₂TiMnO₆ – $a = 14,74 \pm 0,02 \text{ \AA}$, $V^0 = 3202,52 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$, $Z = 4$, $V^0_{\text{el.yach}} = 800,52 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{rent.}} = 3,45$; $\rho_{\text{picn.}} = 3,43 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$. The temperature dependence of the heat capacity of titanium-manganite was studied on the calorimeter IT-S-400 in the range of 298.15-673 K. It is established that the studied compound on the dependence curve $C_p^0 \sim f(T)$ has a λ -peak at 348 K, related to the phase transition of the second kind. Based on experimental data, taking into account the temperature of the phase transition, the equations of the dependence of heat capacity on temperature are derived. The temperature dependences of $C_p^0(T)$ and the thermodynamic functions $S^0(T)$, $H^0(T) - H^0(298,15)$ and $F^{xx}(T)$ of titanium-manganite are calculated.

Keywords: titanium-manganite, synthesis, calorimetry, heat capacity.

Полупроводниковые оксиды титана с примесями переходных металлов привлекают внимание как перспективные материалы для использования в спиновой электронике и катализе [1]. Диоксид титана TiO_2 является одним из наиболее изученных полупроводников благодаря высокой перспективности его применения в фотокатализе, газовых сенсорах. Многими авторами показано, что при допировании TiO_2 можно увеличить как чувствительность, так и производительность устройств на его основе [2]. Так, например, титанат бария – традиционный электрокерамический материал, имеющий свойства как ферро-, сегнето-, так и параэлектрика. Титанаты щелочноземельных металлов – полупроводники с большой шириной запрещенной зоны (3,0-3,2 эВ), могут быть также потенциальными фотокатализаторами при УФ-облучении [3]. Следует отметить, что высокие значения диэлектрической проницаемости сегнетоэлектриков вблизи температуры перехода позволяют использовать их в миниатюрных конденсаторах [4].

Для получения титано-манганита LaK_2TiMnO_6 был выбран керамический метод синтеза. Исходными реагентами для синтеза LaK_2TiMnO_6 служили оксиды лантана (III) марки «ос.ч.», титана (IV), марганца (III) и карбонат калия квалификации «ч.д.а.». Указанные вещества предварительно были отожжены при 300 °С для удаления адсорбционной влаги. Затем стехиометрические количества указанных веществ на получение состава титано-манганита тщательно перемешивались, перетирались в агатовой ступке. Смесь подвергалась отжигу при 600 °С, 800 °С, 1000 °С при 1200 °С в печи «SNOL», охлаждалась до комнатной температуры с повторением процессов перемешивания и перетирания. После повторения операций перемешивания и перетирания для получения равновесных при низкой температуре фаз проводили низкотемпературный отжиг при 400 °С в течение 10 часов.

Образование равновесного состава титано-манганита подтверждено методом рентгенофазового анализа на дифрактометре ДРОН-2.0. Условия съемки: CuK_{α} – излучение, $U = 30$ кВ, $J = 10$ мА, скорость вращения – 1000 импульсов в секунду, постоянная времени $\tau = 5$ сек, интервал углов 2θ от 10 до 90°. Интенсивность дифракционных максимумов оценивали по стобальной шкале. Индексирование рентгенограмм проводили аналитическим методом [5].

Пикнометрические плотности определяли по известной методике [6] в стеклянных пикнометрах объемом 1 мл. Индифферентной жидкостью служил толуол, т.к. он хорошо смачивает данные соединения и химически инертен по отношению к нему, а также его плотность обладает стабильностью к изменениям температуры.

По результатам индирования рентгенограммы установлено, что титано-манганит лантана и калия кристаллизуется в кубической сингонии со следующими параметрами решетки: $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$ – $a = 14,74 \pm 0,02 \text{ \AA}$, $V^\circ = 3202,52 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$, $Z = 4$, $V^\circ_{\text{эл.яч.}} = 800,52 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}} = 3,45$; $\rho_{\text{пикн.}} = 3,43 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$.

Корректность и достоверность результатов индирования и определения параметров решеток титано-манганита подтверждается удовлетворительным согласием опытных и расчетных значений $10^4/d^2$, рентгеновских и пикнометрических плотностей, а также теоретических и экспериментальных данных по объемам элементарных ячеек $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$ ($V^\circ_{\text{теор.}} = 790,97 \text{ \AA}^3$, $V^\circ_{\text{опытн.}} = 800,52 \text{ \AA}^3$). Все опытные данные обработаны методами математической статистики.

Исследование изобарной теплоемкости $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$ проводили в интервале 298,15-673 К на калориметре ИТ-С-400. Принцип работы прибора основывается на сравнительном методе динамического с-калориметра с тепломером. Замер уровня температуры проводили в фиксированных точках через 25 °С. Погрешности измерения на приборе ИТ-С-400 не превышают $\pm 10 \%$. Градуировка прибора осуществлялась на основании определения тепловой проводимости тепломера K_T [7], [8]. Для этого было проведено несколько экспериментов с медным образцом и пустой ампулой. Тепловая проводимость тепломера определялась по формуле:

$$K_T = C_{\text{обр.м}} / (\bar{\tau}_{\text{ТМ}} - \bar{\tau}_{\text{Т}^\circ}), \quad (1)$$

где $C_{\text{обр.м}}$ – полная теплоемкость медного образца, Дж/(моль·К); $\bar{\tau}_{\text{ТМ}}$ – среднее значение времени запаздывания на тепломере в экспериментах с медным образцом, с; $\bar{\tau}_{\text{Т}^\circ}$ – среднее значение времени запаздывания в экспериментах с пустой ампулой, с.

Полная теплоемкость медного образца вычислялась по формуле:

$$C_{\text{обр.м}} = C_{\text{м}} \cdot m_{\text{обр}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{м}}$ – табличное значение удельной теплоемкости меди, Дж/(моль·К); $m_{\text{обр}}$ – масса медного образца, кг.

Значение удельной теплоемкости вещества вычисляли по формуле:

$$C_{уд.} = K_T / m_o (\tau_T - \tau^{\circ}_T), \quad (3)$$

где K_T – тепловая проводимость тепломера; m_o – масса исследуемого вещества; τ_T – время запаздывания температуры на тепломере, τ°_T – время запаздывания температуры на тепломере в экспериментах с пустой ампулой, с.

Из удельной теплоемкости с учетом молярной массы вычисляли значение мольной теплоемкости. При каждой температуре проводилось по пять параллельных опытов, результаты которых усреднялись и обрабатывались методами математической статистики.

При каждой температуре для усредненных значений удельной теплоемкости проводили оценку среднеквадратичного отклонения ($\bar{\delta}$) по [8]:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

где n – количество экспериментов, C_i – измеренное значение удельной теплоемкости, \bar{C} – среднее арифметическое из измеренных значений удельной теплоемкости.

Для усредненных значений мольной теплоемкости по [8] вычисляли случайную составляющую погрешности:

$$\Delta^{\circ} = \frac{\delta \cdot t_p}{\bar{C}} \cdot 100, \quad (5)$$

где Δ° – случайная составляющая погрешности в %, t_p – коэффициент Стьюдента (для $n = 5$, $t_p = 2.75$ при $p = 0.95$ доверительном интервале).

Работа прибора проверена определением теплоемкости $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (квалификации «ч.д.а.» (ТУ 6.09-426-75)). Для достоверности измерений теплоемкости $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ приводим сравнение наших результатов с новыми литературными данными [9] (таблица 1).

Как видно из приведенных данных в таблице 1, что результаты наших исследований температурной зависимости теплоемкости $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ в интервале 180-650 К удовлетворительно согласуется с результатами [9] в пределах точности работы калориметра ИТ-С-400.

Таблица 1 – Сравнение теплоемкости α -Al₂O₃, используемого для проверки работы калориметра, с литературными данными [9]

Т, К	$C_p(T)$, Дж/(моль·К)		Т, К	$C_p(T)$, Дж/(моль·К)	
	наши данные	данные [9]		наши данные	данные [9]
180	44,50	43,83	400	94,12	95,21
230	64,86	61,18	450	100,26	101,8
250	70,37	67,08	500	105,47	106,1
280	77,07	74,82	550	110,09	109,7
300	76,31	79,41	600	114,29	112,5
350	86,49	88,86	650	118,20	114,9

На калориметре ИТ-С-400 исследована теплоемкость титано-манганита лантана и калия. На основании полученных экспериментальных значений были рассчитаны молярные теплоемкости соединений. Результаты калориметрических исследований приведены на рисунке и в таблице 2.

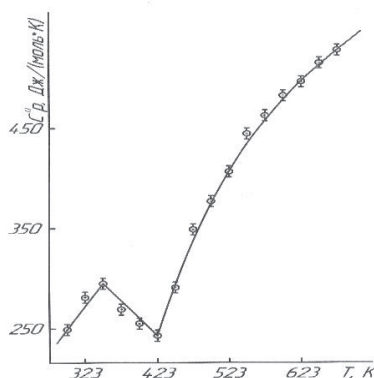


Рисунок – Температурная зависимость теплоемкости LaK_2TiMnO_6

Таблица 2 – Экспериментальные значения теплоемкости LaK_2TiMnO_6

$((C_p \pm \bar{\delta}, \text{ Дж}/(\text{г}\cdot\text{К}); C_p^\circ \pm \overset{\circ}{\Delta}, \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К}))$

Т, К	$C_p \pm \bar{\delta}$	$C_p^\circ \pm \overset{\circ}{\Delta}$	Т, К	$C_p \pm \bar{\delta}$	$C_p^\circ \pm \overset{\circ}{\Delta}$
1	2	3	4	5	6
298,15	$0,5990 \pm 0,0128$	249 ± 15	498	$0,9071 \pm 0,0163$	377 ± 19
323	$0,6751 \pm 0,0148$	281 ± 17	523	$0,9797 \pm 0,0103$	407 ± 12
348	$0,7102 \pm 0,0173$	295 ± 20	548	$1,0705 \pm 0,0280$	445 ± 32
373	$0,6478 \pm 0,0112$	269 ± 13	573	$1,1138 \pm 0,0189$	463 ± 22

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
398	$0,6139 \pm 0,0171$	255 ± 20	598	$1,1603 \pm 0,0223$	483 ± 26
423	$0,5853 \pm 0,0130$	243 ± 15	623	$1,1943 \pm 0,0122$	497 ± 14
448	$0,7010 \pm 0,0161$	291 ± 18	648	$1,2407 \pm 0,0301$	516 ± 35
473	$0,8399 \pm 0,0242$	349 ± 28	673	$1,2725 \pm 0,0193$	529 ± 22

Согласно рисунка и данных таблицы 2, при измерении теплоемкости $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$ при $T = 348$ К обнаружен резкий скачок, который, вероятно, связан с наличием фазового перехода II рода. Этот фазовый переход, вероятно, связан с явлением упорядочения (образование сверхструктуры), магнитным упорядочением с образованием ферромагнетика (точка Кюри) или антиферромагнетика (точка Нееля).

Также существуют электрические переходы. При охлаждении параэлектриков наблюдаются случаи фазовых переходов II-рода в сегнетоэлектрическое состояние (точка Кюри) и антисегнетоэлектрическое состояние (точка Нееля) [10, 11].

С учетом выявленной температуры фазового перехода выведены уравнения зависимости $C_p^0 \sim f(T)$, [Дж/(моль·К)]:

$$C_p^0 = -(26,6 \pm 1,5) + (925,2 \pm 52,6) \cdot 10^{-3}T \quad (298-348 \text{ К}), \quad (6)$$

$$C_p^0 = (536,4 \pm 30,5) - (692,6 \pm 39,4) \cdot 10^{-3}T \quad (348-423 \text{ К}), \quad (7)$$

$$C_p^0 = (728,2 \pm 41,4) + (14,7 \pm 0,8) \cdot 10^{-3}T - (856,16 \pm 48,72) \cdot 10^5 T^{-2} \quad (423-673 \text{ К}). \quad (8)$$

Стандартную энтропию $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$ вычислили из опытных данных с применением системы ионных энтропийных инкрементов [12].

Рассчитаны температурные зависимости C_p^0 и термодинамических функций $S^0(T)$, $H^0(T) - H^0(298,15)$, $\Phi^{xx}(T)$ (таблица 3).

Таблица 3 – Термодинамические функции $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$

T, K	$C_p^\circ(T) \pm \Delta$, Дж/(моль·К)	$S^\circ(T) \pm \Delta$, Дж/(моль·К)	$H^\circ(T) - H^\circ(298.15) \pm \Delta$, Дж/моль	$\Phi^{xx}(T) \pm \Delta$, Дж/(моль·К)
1	2	3	4	5
298	249 ± 14	269 ± 8	-	269 ± 23
300	251 ± 14	270 ± 23	500 ± 30	269 ± 23
325	274 ± 16	291 ± 25	7060 ± 400	270 ± 23
350	297 ± 17	313 ± 27	14200 ± 800	272 ± 24
375	277 ± 16	332 ± 29	21340 ± 1210	275 ± 24
400	259 ± 15	350 ± 30	28040 ± 1600	279 ± 24
425	242 ± 14	365 ± 32	34310 ± 1950	284 ± 25
450	299 ± 17	380 ± 33	41160 ± 2340	289 ± 25
475	342 ± 19	398 ± 35	49180 ± 2800	294 ± 26
500	378 ± 21	416 ± 36	58190 ± 3310	300 ± 26
525	410 ± 23	436 ± 38	68050 ± 3870	306 ± 27
550	437 ± 25	455 ± 40	78650 ± 4480	312 ± 27
575	461 ± 26	475 ± 41	89880 ± 5110	319 ± 28
600	482 ± 27	495 ± 43	101660 ± 5780	326 ± 28
625	500 ± 28	515 ± 45	113930 ± 6480	333 ± 29
650	516 ± 29	535 ± 46	126630 ± 7200	340 ± 29
675	530 ± 30	555 ± 48	139720 ± 7950	348 ± 30
575	461 ± 26	475 ± 41	89880 ± 5110	319 ± 28
600	482 ± 27	495 ± 43	101660 ± 5780	326 ± 28
625	500 ± 28	515 ± 45	113930 ± 6480	333 ± 29
650	516 ± 29	535 ± 46	126630 ± 7200	340 ± 29
675	530 ± 30	555 ± 48	139720 ± 7950	348 ± 30

Таким образом, впервые в интервале 298,15-673 К исследована температурная зависимость теплоемкости $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$. На зависимости $C_p \sim f(T)$ у $\text{LaK}_2\text{TiMnO}_6$ при 348 К имеется аномальный скачок теплоемкости, вероятно, связанный с фазовым переходом II-рода. На основании опытных значений данных по теплоемкости и расчетного значения стандартной энтропии вычислены температурные зависимости $C_p^0(T)$ и термодинамических функций $S^0(T)$, $H^0(T)-H^0(298,15)$ и $\Phi^{xx}(T)$.

Литература

- 1 Mesilov V.V., Galakhov V.R., Udintseva N.S., Yermakov A.Ye., Uimin M.A., Zakharova G.S., Smirnov D.A., Gubkin A.F., Sherstobitova E.A. Soft X-ray absorption spectroscopy of titanium dioxide nanopowders with cobalt impurities //Journal of Experimental and Theoretical Physics. 2017. Vol. 124, No 6. P. 908-913.
- 2 Селиверстова Е.В., Ибраев Н.Х., Жумабеков А.Ж. Влияние наночастиц серебра на фотодетектирующие свойства нанокompозита TiO_2 /оксид графена //Оптика и спектроскопия. 2020. Т. 128, вып. 9. С. 1337-1345.
- 3 Халамейда С.В. Особенности синтеза нанодисперсного титана бария и исследование его свойств //Химия, физика и технология поверхности. 2010. Т. 1, № 4. С. 441-449.
- 4 Барфут Дж. Введение в физику сегнетоэлектрических явлений. М.: Мир, 1970. 359 с.
- 5 Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. М.: МГУ, 1976. 2-е изд. 256 с.
- 6 Кивилис С.С. Техника измерений плотности жидкостей и твердых тел. М.: Стандартгиз, 1959. 191 с.
- 7 Платунов Е.С., Буравой С.Е., Курепин В.В., Петров Г.С. Теплофизические измерения и приборы. Л.: Машиностроение, 1986. 256 с.
- 8 Техническое описание и инструкции по эксплуатации ИТ-С-400. – Актюбинск. Актюбинский завод «Эталон», 1986. 48 с.
- 9 Бодряков В.Ю., Быков А.А. Корреляционные характеристики температурного коэффициента объемного расширения и теплоемкости корунда // Стекло и керамика. 2015. № 2. С. 30.
- 10 Резницкий Л.А. Калориметрия твердого тела. М. Изд-во МГУ, 1981. 184 с.

11. Пашинкин А.С., Касенов Б.К. Экспериментальные методы химической термодинамики. Алматы: «Ғылым», 2003. 100 с.
12. Кумок В.Н. Проблема согласования методов оценки термодинамических характеристик// В сб.: Прямые и обратные задачи химической термодинамики. Новосибирск: Наука, 1987. С. 108.

Работа проведена в рамках программно-целевого финансирования НТП «Создание новых композиционных материалов с высокими эксплуатационными свойствами на основе редких и редкоземельных элементов» Комитета индустриального развития Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан.

УДК 546.553.611.5. 54.05. 546-32

Калыкова Гулзада Сатывалдыевна,
*аспирант Ошского государственного университета
преподаватель Научно – исследовательского
медико – социального института*

Калыкова Гулзада Сатывалдыевна,
*Ош мамлекеттик университетинин аспиранты,
Медициналык-социалдык илимий – изилдөө
институтунун окутуучусу*

Kalykova Gulzada Satyvaldievna,
*postgraduate student of Osh State University
teacher of Scientific research medical social institute*

Абдуллаева Майрам Дукуевна,
*доктор технических наук, профессор
Ошского государственного университета*

Абдуллаева Майрам Дукуевна,
*техника илимдеринин доктору,
Ош Мамлекеттик университетинин профессору*
Abdullaeva Mayram Dukuevna,
*doctor of technical sciences, professor
of Osh State University*

ФИЗИКО – ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА, СОРБЕНТОВ ИЗ КАОЛИНИТОВЫХ ГЛИН ЮЖНОГО РЕГИОНА КЫРГЫЗСТАНА

Аннотация. В данной статье приведены микрофотографии структуры глин, снятые на сканирующем электронном микроскопе TESCAN Vega 3 SBU, результаты локально энергодисперсионного микроанализа положения спектров, данные исследования азотнокислого разложения и адсорбционных свойств по отношению к тяжёлым металлам природных и химически модифицированных форм каолинитов южного региона Кыргызстана. По результатам сканирующего электронного микроскопа установлены микроструктуры глин, кристаллы которых относятся к минералу каолинит. Установлено, что с повышением концентрации азотной кислоты повышается разлагаемость каолинитовых глин, обработанных при 700°C. Получены смеси нитратов щелочных и щелочно – земельных металлов, которых можно использовать в качестве удобрений. Установлено, что солевая, щелочная, кислотная и обожжённая модификации каолинита приводят к увеличению сорбции ионов меди, по отношению к природному сорбенту.

Ключевые слова: сорбция, природные сорбенты, химическая модификация, коллоидальность, количественная адсорбция, глинозем, сиштоф.

КЫРГЫЗСТАНДЫН ТУШТУК АЙМАГЫНДАГЫ КАОЛИНИТ ЧОПОЛОРУНАН ГЛИНОЗЕМДУ, СОРБЕНТТЕРДИ АЛУУНУ ФИЗИКАЛЫК-ХИМИЯЛЫК ИЗИЛДӨӨ

Аннотация. Бул макалада TESCAN Vega 3 SBU сканерлөөчү электрондук микроскопунда алынган чопо структурасынын микрофотографиялары, спектрлердин абалынын локалдык энергетикалык дисперсиялык микроанализинин натыйжалары, азот кислоталык

ажыратуу, табигый жана химиялык жактан байытылган түштүк региондун каолиниттеринин оор металлдарга карата сорбциялык касиеттерин изилдөөнүн маалыматтары берилген. Сканерлөөчү электрондук микроскоптун натыйжалары боюнча чопо микроструктурасынын кристаллдары каолинит минералына таандык. Азот кислотасынын концентрациясынын жогорулашы менен 700°C температурада термикалык иштетилген каолиниттин кислотада ажырашы да жогорулай тургандыгы аныкталган. Жер семирткич катары колдонулуучу щелочтуу жана щелочтуу жер металлдардын нитраттарынын аралашмалары алынган. Каолиниттин туз, щелочтуу, кислоталык жана күйгүзүлгөн модификациялары табигый сорбентке салыштырмалуу жез иондорун сорбциялоосу жогору экендиги аныкталган.

Негизги сөздөр: сорбция, табигый сорбенттер, ион алмашуу, химиялык модификация, коллоиддүүлүк, сандык адсорбция, глинозем, сиштоф.

PHYSICAL AND CHEMICAL STUDIES OF OBTAINING ALUMINA, SORBENTS FROM KAOLINITE CLAYS OF THE SOUTHERN REGION OF KYRGYZSTAN

Annotation. This article presents microphotographs of the clay structure taken on a TESCAN Vega 3 SBU scanning electron microscope, the results of local energy-dispersive microanalysis of the position of the spectra, data from a study of nitric acid decomposition and adsorption properties with respect to heavy metals of natural and chemically modified forms of kaolinites in the southern region of Kyrgyzstan. Based on the results of a scanning electron microscope, clay microstructures were established, the crystals of which belong to the mineral kaolinite. It has been established that with an increase in the concentration of nitric acid, the decomposability of kaolinite clays treated at 700°C increases. Mixtures of nitrates of alkali and alkaline earth metals have been obtained, which can be used as fertilizers. It has been established that salt, alkaline, acid and calcined modifications of kaolinite lead to an increase in the sorption of copper ions in relation to the natural sorbent.

Key words: sorption, natural sorbents, chemical modification, colloidal, quantitative adsorption, alumina, sistof.

Введение

Одна из острых проблем 21 века – это загрязнение окружающей среды, которое пагубно влияет на живые организмы и в том числе на организм человека. В связи с этим разработка эффективных и экономически дешевых сорбирующих материалов для очистки питьевой воды, масел, нефтепродуктов, почвы и комплексная переработка различных видов минерального сырья с целью извлечения ценных компонентов [1], остаётся актуальной задачей.

Как нам известно, бесконтрольное внесение химических удобрений, увеличение транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания, многочисленный выброс углекислого газа в атмосферу при сгорании топлива, сточные и промышленные воды за-

грязнят окружающую среду, в том числе ионами тяжёлых металлов – Fe, Cu, Cr, Pb, Ni, Cd, Hg, Mn.

Существуют различные способы очистки воды от катионов тяжелых металлов. Наиболее распространённой является сорбционная технология очистки. В последнее время в качестве сорбентов широко используются природные глинистые минералы в силу их относительно низкой стоимости и широкого распространения [1,2,3].

Глинистые минералы в связи со своей структурой и очень большой дисперсностью обладают способностью поглощать из окружающей среды катионы и соответственно отдавать свои.

В глинистых минералах ионный обмен протекает по-разному. У каолинитов обменные реакции протекают только по сколам

кристаллической решетки, емкость поглощения небольшая и составляет 3—15 ммоль. В гидрослюдах катионный объем происходит не только по сколам, но и по всей площади базальных поверхностей (внешних), поэтому величина емкости обмена у них выше, чем у каолинитов, и равна 10—40 ммоль. У монтмориллонита, вследствие раздвижной кристаллической решетки, реакции обмена протекают не только по сколам и внешним базальным поверхностям, но также по всем внутренним поверхностям кристаллической решетки; величина емкости обмена монтмориллонита максимальная и достигает 80-150 ммоль.

Обменная способность наряду с высокоразвитой активной поверхностью (адсорбционной способностью) глины создает широкие возможности использования их в качестве сорбентов, катализаторов, пластификаторов и наполнителей в различных отраслях промышленности [4].

Одним из видов минерального сырья является алюминий содержащее сырье – нефелины, алуниты, каолины и глины, минеральная часть углей и т.д., из которых могут быть получены глинозем, соли алюминия, сода, поташ, сернокислый калий, шлам (сиштоф) для получения цемента, а также редкие металлы.

Имеется огромное количество патентных предложений по переработке глины и каолинов кислотными способами [5,6]. Для разложения глины и каолинов могут применяться все минеральные кислоты, но практическое значение имеют серная, соляная, азотная и сернистая кислоты.

Наибольшее применение получил сернокислотный способ [7], где проведено кислотное разложение термически обработанного каолина Чоко-Булакского месторождения.

Активация кислотой должна быть экономически эффективной и предпочтение отдается, по возможности, разбавленным растворам кислот, сравнительно невысоким температурам и времени активации [8].

Многие исследования были посвящены азотнокислым способам переработки каолинов и глины. По схеме предложенной А.А. Яковкиным с сотрудниками [9] обожженная каолиновая глина обрабатывается растворами кислоты концентрации 30-40% при 90°C. Образующиеся азотнокислые растворы алюминия отделяются от твердого остатка и очищаются от примеси железа с помощью пиролюзита.

Растворы, очищенные от железа, обрабатываются аммиаком до получения основных солей алюминия и после выпарки поступают на окончательную нейтрализацию. Полученная гидроокись алюминия прокаливается для получения глинозема, а раствор нитрата аммония перерабатывается на удобрение.

Для кислотной обработки целесообразно проводить термическую обработку глины. По литературным данным [10,11] обжиг каолинита при 450 – 650°C приводит к удалению кристаллизационной воды и образованию метакаолинита, который сохраняет упорядоченную структуру, не препятствующую его разложению кислотой.

Обожженный каолинит разлагается с азотной кислотой с образованием нитратов алюминия. Температура обжига оказывает существенное влияние – в интервале 700 - 750°C достигается наиболее высокая степень перехода глинозема в раствор [12].

Химический состав исследуемых природных и прокалённых глины при 750°C опубликованный в работе [13] приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Химический состав глин

Пробы	Содержание, масс.%												
	SiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	ППП	SO ₃	P ₂ O ₅
ТП-2	59,00	5,4	2,20	1,14	0,11	17,78	0,12	1,21	3,34	0,20	8,97	<0,1	0,2
	67,00	<0,72	0,60	1,08	<0,05	24,14	0,59	1,27	3,79	0,14	0,13	<0,1	0,25
ТП-4	78,09	<0,05	0,69	0,62	<0,05	13,14	0,11	0,54	1,75	0,11	4,31	<0,1	0,23
	73,82	<0,05	0,85	0,76	<0,05	18,68	0,66	0,9я	2,31	0,14	1,13	<0,1	0,23
ТП-5	70,55	<0,05	0,94	0,79	<0,05	17,61	0,60	0,82	2,24	0,11	5,89	<0,1	0,23
	69,00	<0,07	1,05	1,01	<0,05	23,75	0,52	0,86	2,80	0,14	0,48	<0,1	0,21
ТП-6	70,45	<0,05	0,87	0,86	<0,05	17,63	0,72	0,91	2,45	0,10	5,53	<0,1	0,22
	69,45	<0,07	0,93	1,03	<0,05	22,21	0,72	1,01	2,95	0,12	0,91	<0,1	0,23

Цель исследования. Физико – химические исследования азотнокислого разложения глин, изучение сорбционных свойств природных и химически модифицированных форм каолинитов южного региона Кыргызстана, установление микроструктуры кристаллов глинистого минерала.

Объектами исследования послужили образцы каолинитовых глин трех участков Таш – Кумыр и месторождения Абшыр.

Материалы и методы исследование.

Методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) исследовали микроструктуру глинистых проб, морфологию поверхности, характер распределения частиц по форме и размерам. В работе использовали сканирующий электронный микроскоп TESCAN Vega 3 SBU. Исследование проводили на пробах изучаемых глин с размером зерна менее 0,5 мкм. Получены снимки детектором вторичных электронов и обратно рассеянных электронов. По локально энергодисперсионным микроанализом получены снимки положения спектров и элементный состав.

Методом квартования от технологической пробы подготовлены измельченные и просеянные через сито с диаметром 0,25 мм пробы по массе 100 г ТП-2, ТП-4, ТП-5, ТП-6.

Изучение сорбционной активности природных и модифицированных глин по отношению к катионам меди проводилось по методике, описанной в работе [14].

Были подготовлены следующие пробы природной и химически модифицированных форм каолинита с каждого участка: каолинит в нативной (исходной) форме, отмученный и обожженный при 700°C, Na-форме (обработан 2М раствором NaCl), OH-форме (обработан 2М раствором NaOH), H-форме (обработан 2М раствором HCl). Для исследования использовали фракцию каолинита прошедшей через сито с диаметром 0,24 мкм. Сорбент массой 0,1 г помещали в коническую колбу со 100 мл раствора медного купороса концентрацией 0,02 М. Скорость перемешивания 150 об/мин. Время контакта навесок каолинита с раствором составило 5 суток, после отфильтровывали мутный раствор. Концентрацию ионов меди в растворе определяли комплексонометрическим титрованием с 0,05н трилоном Б в присутствии индикатора мурексида.

Количественная адсорбция (Г) определяется избытком ионов на границе фаз по сравнению с равновесным количеством данных ионов в растворе. Экспериментально величину адсорбции ионов меди вычисляли по уравнению [15]:

$$Г = \frac{(C_{исх} - C_{равн}) \cdot V_p - p_a}{m}$$

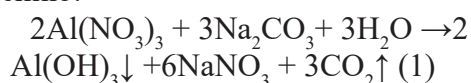
где $C_{исх}$ и $C_{равн}$ – исходная и равновесная концентрация ионов меди, ммоль/мл; V – объем раствора, мл; m – масса сорбента.

Для проведения кислотной обработки исследуемых глин использовали метод

азотнокислого разложения опубликованный в работе [16], при концентрации кислоты HNO_3 1н, 2н и 6н в соотношениях 1:5 Т:Ж твердой и жидкой фазы.

Собран аппарат, состоящий из круглодонной химической колбы, который снабжен обратным холодильником и нагревом. Из подготовленной пробы глины взяли навеску 10 г, перевели в круглодонную колбу, добавили 50 мл 1н азотной кислоты, обрабатывали при температуре 98-100°C, в течение 6 часов при умеренном вскипании.

В следующий день содержимое в колбе отфильтровывали и фильтрат, содержащего нитратов алюминия, натрия, калия и избытка азотной кислоты нагрели до температуры 60-70°C, проводили осаждение 1н раствором карбоната натрия Na_2CO_3 в присутствии индикатора метилоранжа до изменение рН=8-9. Химическое взаимодействие азотнокислого алюминия с раствором кальцинированной соды осуществляется по уравнению:



Получили белый, пушистый, осадок гидроксида алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$, но в колбах

с пробами ТП-5, ТП-6 получился осадок с желтоватым оттенком с примесью железа. Отфильтровывали гидроксид алюминия и сушили в сушильном шкафу в течении 3 часов при $t=105-110^\circ\text{C}$ до постоянной массы.

Оставшийся фильтрат, содержащий смесь нитратов калия и натрия $\text{KNO}_3 + \text{NaNO}_3$, нитрата магния $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, нитрата кальция $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, выпарили в водяной бане и взвешиванием определили количество нитратов.

После высушивания гидроксида алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ в сушильном шкафу отделили его от фильтровальной бумаги, перевели в фарфоровые чашки, прокалили при $t=600^\circ\text{C}$ в муфельной печи в течение 20 минут и получили γ -глинозем.

Результаты и обсуждение

Результаты микрофотографий сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) глины южного региона Кыргызстана приведены на рис. 1,2,3,4. По локально энергодисперсионному микроанализу получено количественное содержание элементов по спектру 1 (табл.2.)

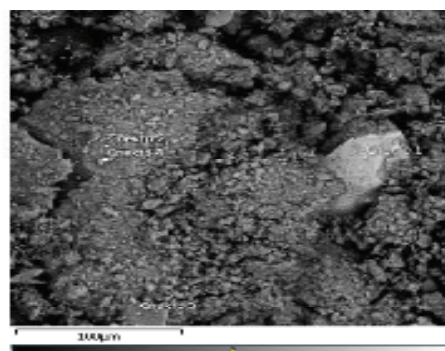
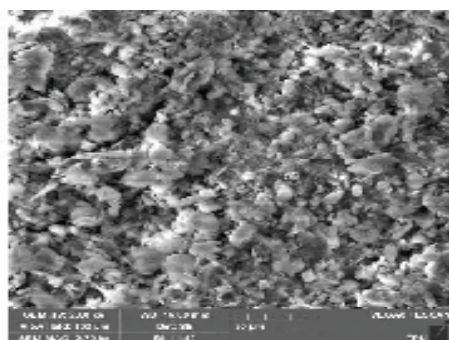


Рис. 1. Микрофотографии СЭМ ТП-2

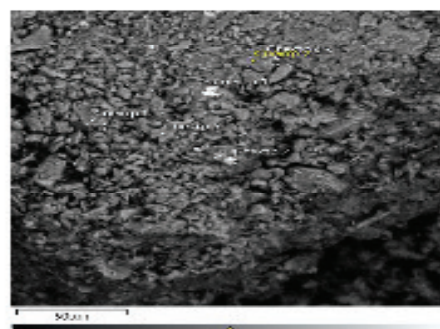
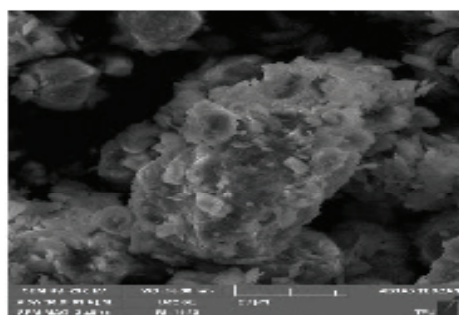


Рис. 2. Микрофотографии СЭМ ТП-4

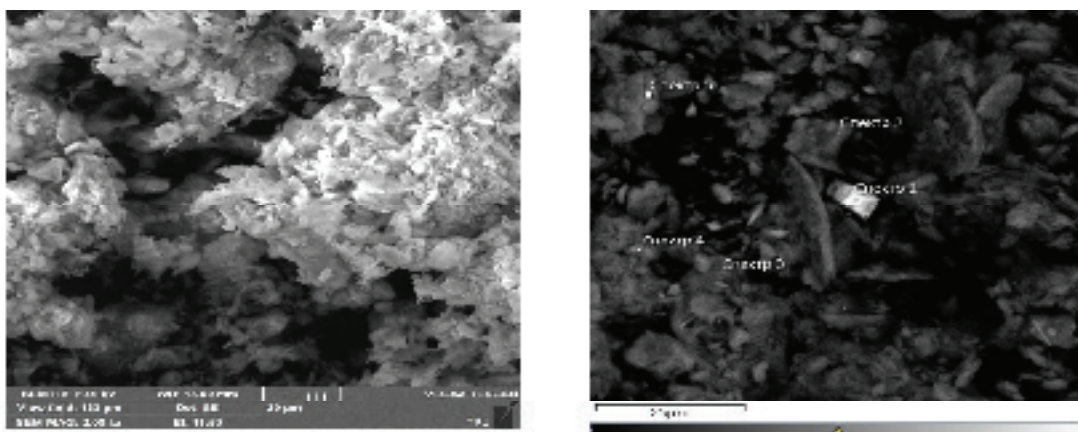


Рис. 3. Микрофотографии СЭМ ТП-5

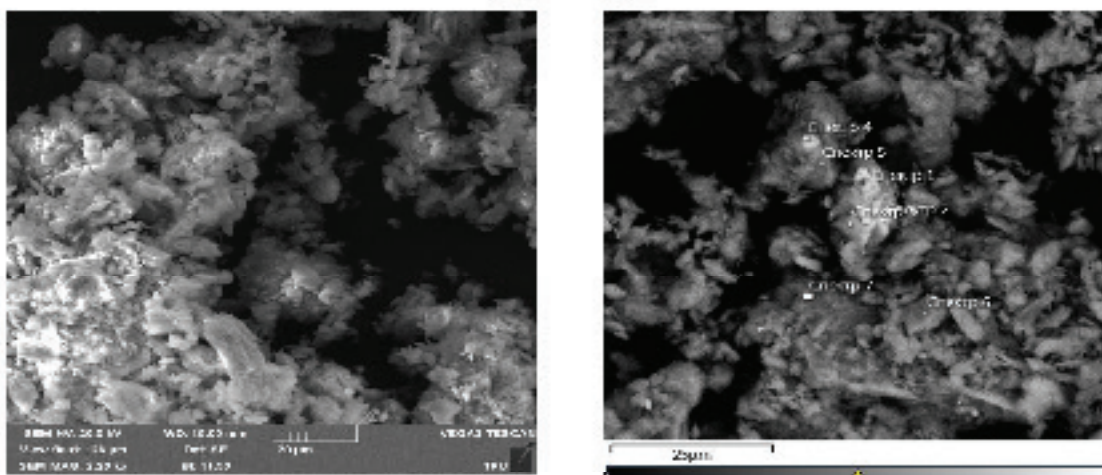


Рис. 4. Микрофотографии СЭМ ТП-6

Таблица 2.

Элементный состав спектра 1

№	Спектр 1										
	O	Mg	Al	Si	Ti	Cr	Fe	Zn	K	P	Ca
ТП-2	45,04	10,12	14,26	0,84	0,25	35,74	8,75	1	-	-	-
ТП-4	15,3	0,52	5,16	12	-	6,18	59,58	-	1,27	-	-
ТП-5	19,75	-	3,43	4,99	-	-	-	-	0,33	9,23	0,33
ТП-6	70,3	1,36	14,22	22,18	8,76	-	0,94	-	4,68	-	-

Результаты сорбции ионов меди в сорбентах

№	сорбенты	Начальная конц. Cu^{2+} C_0 , мг·экв	Конц. Cu^{2+} после сорбции,	Количество сорбированных Cu^{2+} катионов	Сорбция Cu^{2+} в %	Количес- венная адсорбция, Г, мг экв/л
ТП-2						
1.	Na-форме	0,02	0,012	0,008	40	8
2.	ОН-форме	0,02	0,016	0,004	20	4
3.	Н-форме	0,02	0,019	0,001	5	1
4.	нативная	0,02	0,017	0,003	15	3
5.	Обожжённая	0,02	0,02	0	0	0
ТП-4						
1.	Na-форме	0,02	0,018	0,002	10	2
2.	ОН-форме	0,02	0,01	0,01	50	10
3.	Н-форме	0,02	0,017	0,003	15	3
4.	нативная	0,02	0,015	0,005	25	5
5.	Обожжённая	0,02	0,01	0,01	50	10
ТП-5						
1.	Na-форме	0,02	0,017	0,003	15	3
2.	ОН-форме	0,02	0,013	0,007	35	7
3.	Н-форме	0,02	0,015	0,005	25	5
4.	нативная	0,02	0,017	0,003	15	3
5.	обожжённая	0,02	0,01	0,01	50	10
ТП-6						
1.	Na-форме	0,02	0,017	0,003	15	3
2.	ОН-форме	0,02	0,015	0,005	35	5
3.	Н-форме	0,02	0,02	0	0	0
4.	нативная	0,02	0,017	0,003	15	3
5.	обожжённая	0,02	0,01	0,01	50	10

По микрофотографиям видно, что формы кристаллов в виде гексагональных пластинок близки к каолиниту.

В таблице 3 приведены количественные результаты сорбции ионов меди в нативной и модифицированных формах каолинита-частков.

Из таблицы 3 видно, что сорбционная способность нативной и модифицированной формы каолинита отличаются. Сорбционная способность нативной формы всех проб низкая, количественная адсорбция в пределах 3-5 мг·экв/л. По способности сорбции по отношению к ионам меди сорбенты можно расположить по следующему ряду:

ТП-2: Na – форма > OH-форма > нативная > H- форма,

ТП-4: OH-форма=обожжённая > нативная > H- форма > Na- форма,

ТП-5: обожжённая > OH-форма > Na-форма=нативная

ТП- 6: обожжённая > OH-форма > H-форма > Na- форма=нативная.

Из полученных данных можно сделать вывод, что солевая, щелочная, кислотная и обожжённая модификации каолинита приводят к увеличению сорбируемости ионов меди, по отношению к исходному сорбенту. Показатели сорбции обожжённой формы каолинита трех участков месторождения Таш – Кумыр имеют одинаковые значения. По сорбционной способности пробы располагаются следующим образом: ТП-4 > ТП-5 > ТП-6 > ТП-2.

Результаты кислотного разложения каолиновых глин южного региона представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты выхода $\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$, %

№	Название пробы	Термообработка и конц HNO_3	Масса осадка $\text{Al}(\text{OH})_3$, г	Масса оксида $\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$, г	выход на 10 г глину, %	Масса смеси нитратов, г
1.	ТП-2	900, 1н	1,7	0,9	9	4,2
2.	ТП-2	900, 2н	2,4	2,0	20	6,3
3.	ТП-4	900, 2н	0,8	0,5	5	9,7
4.	ТП-5	700, 2н	1,1	0,6	6	8,5
5.	ТП-6	700, 2н	1,1	0,6	6	10,2
6.	ТП-2	700, 6н	2,7	2,4	24	18,9
7.	ТП-4	700, 6н	3,3	3	30	27,8
8.	ТП-5	700, 6н	4,9	4,6	46	26
9.	ТП-6	700, 6н	5	4,7	47	32

Как видно из таблицы 3 проба ТП-2 обожжённый при 900°C хорошо разлагается в разбавленных 1 н, 2 н азотной кислоте, а пробы ТП-4, ТП-5, ТП-6 разлагаются плохо. Пробы ТП-4, ТП-5, ТП-6 термически обработанные при 900°C дают меньшее значение оксида алюминия, и тем самым не годятся для кислотного разложения, вследствие перехода метакаолина выше 900°C в кристаллическую форму.

Пробы глины термически обработанные при 700°C начинают разлагаться с увеличением концентрации кислоты. При концентрации азотной кислоты 2 н, в пробах ТП-5, ТП-6 выход оксида алюминия составляет – 0,6 г, а при концентрации 6 н – 4,9 – 5 г соответственно. Пробы ТП-2, ТП-4 обожжённые при 900°C дают 2,0 - 0,4 г, а обожжённые при 700°C, с концентрацией кислоты 6 н 2, 4 – 3 г глинозема соответственно.

Выход смеси нитратов также повышается с увеличением концентрации кислоты.

Выводы

1. Изучены микроструктуры кристаллов и элементный состав каолининовых глины южного региона Кыргызстана.

2. С помощью сканирующего электронного микроскопа получены микрофотографии минерала каолинита в виде гексагональных пластинок в различных увеличениях.

3. Установлено, что солевая, щелочная, кислотная и обожжённая модификации ка-

олинита приводят к увеличению сорбируемости ионов меди, по отношению к исходному сорбенту.

4. Выявлено, что химическая и термическая модификации каолинита повышают его сорбционные свойства.

5. Из полученных данных кислотного разложения следует сделать вывод что в пробе ТП-2 с изменением температуры обжига и концентрации азотной кислоты выход оксида алюминия увеличивается в незначительном количестве, а в пробе ТП-4 повышается в шесть раз. В пробах ТП-5 и ТП-6 с изменением параметров выход глинозема растет на 8 раз.

6. Из проб ТП-2 и ТП-4 получен глинозем без примесей железа, а из проб ТП-5 и ТП-6 получен глинозем загрязнённый оксидом железа, что требует его очистки.

7. Нерастворимая часть метакаолинита, свободный оксид кремния и другие компоненты могут использоваться в производстве керамики. Полученные нитратные соли щелочных и щелочноземельных металлов могут применяться в качестве азотного удобрения.

8. Полученные результаты позволяют рекомендовать каолиниты южного региона Кыргызстана в качестве сорбентов для очистки воды, почвы, пищевые продукты и организма человека от тяжёлых металлов и других токсинов.

Литература

1. *Большаков А.А., Вялкова Е.И.* Природные минералы Тюменской области: свойства и перспективы использования в процессе очистки воды [Текст]: А.А. Большаков, Е.И. Вялкова. -СПб.: Недра, 2005. – 128 с.

2. *Калюкова Е.Н., Иванская Н.Н.* Адсорбционные свойства некоторых природных сорбентов по отношению к катионам хрома (II) [Текст] / Е.Н. Калюкова, Н.Н. Иванская // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2011.- Т.11, Вып.4. – С. 496-501.

3. *Тарасевич Ю.И.* Природные сорбенты в процессе очистки воды [Текст]: Ю.И. Тарасевич. – Киев.: Наукова Думка, 1981. – 208 с.

4. *Овчаренко Ф.Д.* Гидрофильность глины и глинистых минералов [Текст]: Ф.Д. Овчаренко. Киев. – Академия наук Украинской ССР, 1961. – С. 120-121.

5. *Шварцман Б.Х.* Кислотные методы переработки глинозёмсодержащего сырья. М.: Цветмет. информация, 1964. 130 с.

6. *Пустильник Г.Л., Нестерова Т.Е.* Комплексная переработка бокситов и другого алюминий содержащего сырья за рубежом. М.: Цветмет. информация, 1972. 79 с.
7. *Мурзубраимов Б.М., Кочкорова З.Б., Шаршенбек кызы А., Калчаева Б.Ш.* Кислотное разложение термически обработанной каолиновой глины Чоко–Булакского месторождения. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана №7, 2017., с. 137-139.
8. Кислотная активация бентонитовой глины Л.В. Мосталыгина, Е.А. Чернова, О.И. Бухтояров Вестник ЮУрГУ, № 24, 2012. с. 57-61
9. *Яковкин А.А.* – Природа, 1936, №12, с.30-39.
10. *Сажин В.С., Запольский А.К.* – Цв. Металлы, 1969, №2, с. 47-53.
11. *Шахтактинский Г.Б., Халилов А.Н., Асланов Г.А.* Получение алюминиевых солей из бедноалунитизированных пород Загликского месторождения. Баку: Элм, 1972. 126 с.
12. *Лайнер Ю.А.* Комплексная переработка алюминий содержащего сырья кислотными способами. М.: Наука, 1982. 207 с.
13. *Абдуллаева М.Д., Каримов А., Калыкова Г.С.* Анализ химического состава обожжённых и природных глин юга Кыргызстана. Глины и глинистые минералы - 2022. VII Российская Школа по глинистым минералам «Argilla Studium» и V Российское Собрание по глинам и глинистым минералам «ГЛИНЫ», посвященные 100- летию со дня рождения Б.Б. Звягина. Материалы докладов М.: ИГЕМ РАН, 2022. с. 150-152
14. *Пимнева Л.А., Андреев О.В.* Модифицированные формы каолинита для извлечения ионов меди из природных и сточных вод [Текст] / Л.А. Пимнева, О.В. Андреев // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 5. – С. 13-17.
15. *Полещук И.Н., Малышкина В.В.* Сорбционная активность каолинита по отношению к ионам цинка [Текст] / И.Н. Полещук, В.В. Малышкина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. №9. – С. 272-274.
16. Пат. 2132 КГ. МКИ С 01F 7/02. Способ получения глинозема из нефелиновых сиенитов /Б.М.Мурзубраимов, А.Каримов, М.Д. Абдуллаева (Кыргызстан). 2132; Заявл.24.01.2018 Оpubл. 28.02.2019, Бюл. №3.

УДК:621.271(575.2)(04)

Кочкорова Зарипа Бекмырзаевна,

к.х.н., с.н.с., в.н.с., Институт химии и фитотехнологии НАН КР

Кочкорова Зарипа Бекмырзаевна,

*х.и.к., а.и.к., КР УИА Химия жана фитотехнология
институтунун б.и.к.,*

Kochkorova Zaripa Bekmurzaevna,

*candidate of chemical sciences,
senior researcher; leading researcher;*

Institute of Chemistry and Phytotechnologies, NAS KR

Маразыкова Бермет Бейшембаевна,

к.т.н., с.н.с., ученый секретарь, Институт химии и фитотехнологии НАН КР

Маразыкова Бермет Бейшембаевна,

*т.и.к., а.и.к., КР УИА Химия жана фитотехнология
институтунун окумуштуу катчысы*

Marazikova Bermet Beishembaevna,

*candidate of technical sciences, senior researcher;
scientific secretary,*

Institute of Chemistry and Phytotechnologies, NAS KR

Тыналиева Кундуз Тыналиевна,

н.с., Институт ботаники им. Гареева НАН КР

Тыналиева Кундуз Тыналиевна,

КР УИА Гареев атындагы ботаники институтунун и.к.,

Tynalievna Kunduz Tynalievna,

researcher, Institute of Botany named after Gareeva NAS KR

АЗОТНО- И СОЛЯНОКИСЛОТНЫЙ СПОСОБ ВСКРЫТИЯ ВСКРЫШНОЙ ПОРОДЫ УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРА-КЕЧЕ

Аннотация. Проведены исследования по разложению вскрышной породы угольного месторождения Кара-Кече растворами азотной и соляной кислот. Показано, что вскрышная порода проявляет максимальную активность в отношении выбранных кислот после предварительной термической активации при температуре 650°C, при этом степень извлечения алюминия в пересчете на оксид после 60 минутной кислотной обработки достигается 97,2-97,8%. Выявлено, что влияние продолжительности перемешивания реакционной смеси в процессе азотно- и солянокислотной обработки вскрышной породы, в основном обусловлены температурой обжига исследуемой породы. Установлено, что после 60- минутного перемешивания реакционной смеси из исследуемых образцов вскрышной породы, кроме образца, обожженного при температуре 850°C, извлекается достаточное содержание алюминия и железа в раствор, где степень извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 в случае азотнокислотной обработки составляет 94,7-97,2 и 40,6-46,1%, а солянокислотной обработки -93,1-98,6 и 56,7-66,7%, соответственно.

Ключевые слова: вскрышная порода, кислотная обработка, термическая активация, серная кислота, оксид алюминия, оксид железа.

КАРА-КЕЧЕ КЕНИНДЕГИ КӨМҮР ТОПУРАКТЫ АЗОТ ЖАНА ТУЗ КИСЛОТАСЫ МЕНЕН ИШТЕТҮҮ

Аннотация. Кара-Кече аймагындагы көмүр камтыган таштандыларды азот жана туз кислотасы менен ажыратуу боюнча изилдөөлөр жүргүзүлдү. Көмүр камтыган таштандылардын азот жана туз кислоталарына болгон активдүүлүгү аны 650°C температурада алдын ала термикалык күйгүзүүдөн кийин боло тургандыгы көрсөтүлгөн, мында алюминий оксидинин көбөйүү даражасы 97,2-97,8%-ды түздү. Көмүр топуракты азот жана туз кислотасы менен иштетүү процессиндеги реакциялык аралашманын аралаштыруу узактыгынын таасири негизинен таштандылардын күйгүзүү температурасынан көз карандылыгы экендиги аныкталды. 850°C температурада күйгүзүлгөн таштандылардын үлгүсүн кошпогондо, изилденүүчү көмүр камтыган таштандылардын үлгүлөрүн 60 мүнөт аралаштыргандан кийин эритмеге алюминий менен темир жетиштүү өлчөмдө бөлүнөөрү аныкталган, мында азот кислотасы менен иштетүүдө Al_2O_3 жана Fe_2O_3 - нин бөлүнүп чыгуу даражасы 94,7-97,2 жана 40,6-46,1% ды, ал эми туз кислотасы менен иштетүүдө - 93,1-98,6 жана 56,7-66,7 % ды түзөт.

Негизги сөздөр: көмүр камтыган таштандылар, кислоталык иштетүү, термикалык активдештирүү, күкүрт кислотасы, алюминийдин оксиди, темирдин оксиди.

NITROGEN- AND HYDROCHLORIC ACID METHOD OF OPENING THE OVERBURDEN OF COAL KARA-KECHE DEPOSITS

Abstract . Studies on the decomposition of overburden rock of the Kara-Kече coal deposit with a solution of nitric and hydrochloric acids have been carried out. It is shown that the overburden shows maximum activity with respect to the selected acids after preliminary thermal activation at 650°C temperature, while the aluminum extraction degree in terms of oxide after 60 minutes by acid treatment is 97.2 - 97.8%. It was revealed that the influence of mixing duration of the reaction mixture during nitrogen and hydrochloric acid treatments of the overburden is mainly due to the studied rock firing temperature. It was found that after 60 minutes of mixing the reaction mixture from the studied samples of overburden, except for the sample fired at a temperature of 850°C, a sufficient content of aluminum and iron is extracted into the solution, where the degree of Al_2O_3 and Fe_2O_3 extraction in the case of nitrogen treatment is 94.7-97.2 and 40.6-46.1%, and hydrochloric acid -93.1-98.6 and 56.7-66.7%, respectively.

Keywords: overburden, acid decomposition, heat treatment, sulfuric acid, aluminum oxide, iron oxid.

В последнее время в научной литературе большое внимание исследователей уделено изучению и разработке способов переработки алюмосиликатов: нефелиновых сиенитов, алунитовых руд, каолиновых глин, отходов угледобывающих производств и др. с целью получения на их основе глинозема, солей алюминия, железа, коагулянтов, удобрений и др. материалов. Перечисленные алюмосиликаты имеют достаточно запасов

и они повсеместно распространены. Учитывая химико-минералогический состав вскрышной породы угольного месторождения Кара-Кече, нами проведено исследование по ее переработке сернокислотным способом и результаты экспериментальных работ опубликованы в работе [1]. При этом показана возможность разложения предварительно термически обработанной вскрышной породы 60%-ным

раствором серной кислоты и достаточного извлечения Al_2O_3 (87,6%) в раствор.

В данной работе представлены результаты исследования возможности использования азотно- и солянокислотных способов для вскрытия вскрышной породы угольного месторождения Кара-Кече.

Определен химический состав представленной технологической пробы вскрышной пробы по методике силикатного анализа минералов [2], содержащая следующие компоненты (масс.%): SiO_2 – 44,73; Al_2O_3 – 19,92; Fe_2O_3 – 2,85; CaO – 1,84; MgO – 1,01; потеря веса при прокаливании (П.П.П.) – 24,94.

Принимая во внимание, что в исследуемой вскрышной породе в основном присутствует глинистое вещество, кислотную обработку породы произвели после ее предварительного обжига. При выборе температуры (от 550 до 850°C) термической обработки породы учитывали термические превращения каолинита [3,4], являющегося основным составляющим минералом исследуемой породы. Предварительную термическую обработку вскрышной породы при заданной температуре произвели в муфельной печи (СНОЛ 1,6. 2,51\11U2) в течение двух

часов, после чего обожженный образец подвергался кислотной обработке.

Условия для разложения кислотами обожженной вскрышной породы следующие: В случае азотной кислоты: концентрация кислоты – 40%, весовое соотношение кислоты и породы – 2:1, соляной кислоты: концентрация – 20%, весовое соотношение кислоты и пород – 1:1. Реакционная смесь, состоящая из породы и раствора выбранной кислоты, перемешивалась при температуре 98-100°C.

Определение содержания алюминия в азотно- и солянокислотном растворе производили комплексонометрическим методом [5], а железа методом колориметрии [6].

Одним из основных факторов, определяющих эффективность процесса кислотной обработки алюмосиликатной породы, является продолжительность реакции. Поэтому нами изучено влияние времени кислотной обработки в пределах от 30 до 120 минут на степень извлечения соединений алюминия и железа из обожженной вскрышной породы. Результаты исследований по разложению термически обработанных образцов вскрышной породы с 40%-ным раствором азотной кислоты при разном времени обработки представлены на рис.1(а) и (б).

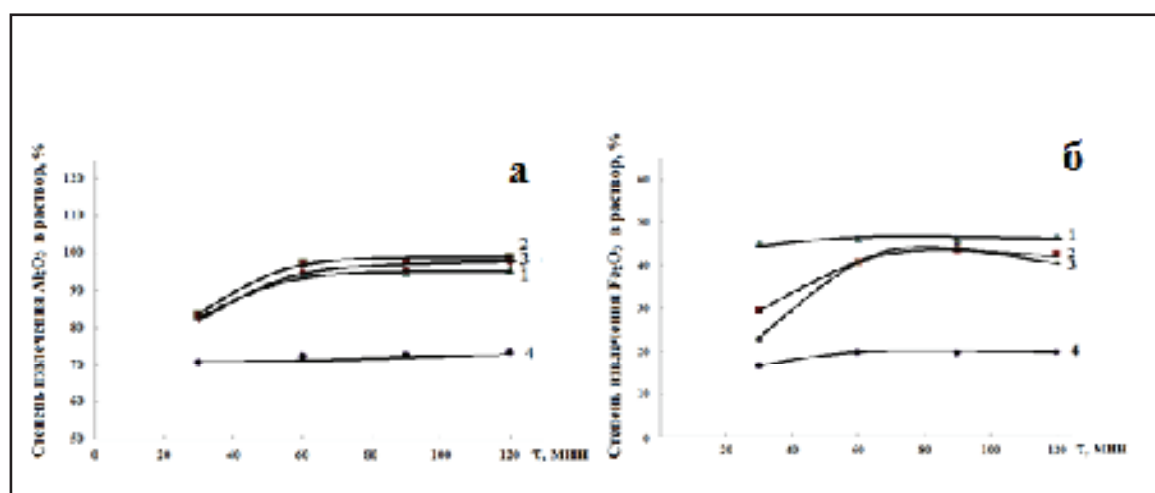


Рис.1 (а) и (б). Зависимость степени извлечения Al_2O_3 (а) и Fe_2O_3 (б) из вскрышной породы, обожженной при температуре 550(1), 650(2), 750(3) и 850°C(4) от времени азотнокислотной обработки

Как следует из данных рисунков 1а и 1б влияние продолжительности процесса азотнокислотной обработки в какой-то степени обусловлено температурой термической обработки вскрышной породы. Так, при азотнокислотной обработке образцов вскрышной породы, термически обработанной при температуре 550, 650 и 750°C, через 60 минут происходит достаточное извлечение Al_2O_3 (94,8-97,2%) и Fe_2O_3 (40,6-46,1%) в раствор, а при обработке образца, термически активированного при 850°C, время обработки кислотой практически мало влияет на выход алюминия и железа в раствор, где степень извлечения алюминия и железа в пересчете на оксид в изученном интерва-

ле времени обработки от 30 до 120 минут повышается соответственно всего на 2,7 и 3,1%. Следует отметить, что вскрышная порода проявляет максимальную активность в отношении азотной кислоты после предварительной термической обработки при температуре 650°C, при этом степень извлечения алюминия в пересчете на оксид после 60 минутной кислотой обработки достигается 97,2%. На рис. 2 (а) и (б) приведены кинетические кривые зависимости степени извлечения оксида алюминия и железа от времени солянокислотной обработки вскрышной породы, термически активированной при температуре 550, 650, 750 и 850°C.

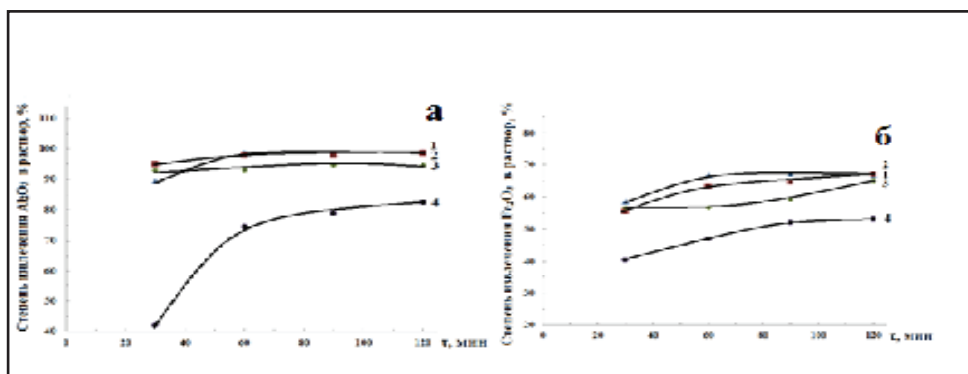


Рис. 2. (а) и (б). Зависимость степени извлечения Al_2O_3 (а) и Fe_2O_3 (б) из вскрышной породы, обожженной при температуре 550(1), 650(2), 750(3) и 850°C(4) от времени солянокислотной обработки

Из рисунков 2 а и б видно, что характер изменения кинетических кривых зависимости степени извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 от времени солянокислотной обработки такой же, как при азотнокислотной. Из термически обработанных при температуре 550, 650 и 750°C образцов вскрышной породы в процессе солянокислотной обработки в течение 60 минут максимально извлекается 98,6, 97,8 и 93,1% Al_2O_3 и 66,7, 63,3 и 56,7% Fe_2O_3 . Дальнейшее увеличение времени обработки практически не влияет на извлечение алюминия и железа из термически активированных образцов вскрышной породы. Влияние продолжительности перемешивания реакционной смеси в процессе солянокислотной обработки на извлечение соединений алюминия и железа из вскрышной породы также

обусловлено температурой предварительного обжига вскрышной породы. Скорость реакции разложения вскрышной породы, термически активированной при температуре 850°C, значительно ниже по сравнению образцами породы, термически активированной в интервале температур 550-750°C. Степень извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 за 30 минут не превышает 42,0 и 40,6%, соответственно. При увеличении времени кислотной обработки до 60 минут перемешивания наблюдается заметное извлечение алюминия в раствор, при этом степень извлечения Al_2O_3 повышается на 32,5%, дальнейшее увеличение времени кислотной обработки мало влияет на извлечение алюминия. В отношении соединений железа время обработки кислотой в пределах от 60 до 120 ми-

нут практически не влияет, увеличение времени до 120 минут повышает выход Al_2O_3 всего на 1,2%. Таким образом, на основе изложенного можно заключить, что влияние продолжительности перемешивания реакционной смеси в процессе азотно- и солянокислотной обработкам вскрышной породы обусловлено температурой предварительного обжига породы. Показано, что из всех исследуемых образцов вскрышной породы кроме образца, предварительно термически

обработанного при $850^\circ C$, максимальное извлечение соединений алюминия и железа в раствор в основном происходит через 60 минут. Выявлено, что вскрышная порода проявляет максимальную активность в отношении азотной и соляной кислоты после предварительной термической обработки при температуре $650^\circ C$, при этом степень извлечения алюминия в пересчете на оксид после 60 минутной кислотной обработки достигается 97,2-97,8%.

Литература

1. Мурзубраимов Б.М., Кочкорова З.Б., Калчаева Б.Ш., Маразыкова Б.Б., Тыналиева К.Т. Исследование возможности получения оксида алюминия из вскрышной породы [Электронный ресурс]: Электронное периодическое издание «E-Scio.ru» — Эл № ФС77-66730 — Режим доступа: <http://e-scio.ru/wp-content/uploads/2020/09/Мурзубраимов-Б.-М.-Кочкорова-З.-Б.-Калчаева-Б.-Ш.-Маразыкова-Б.-Б.-Таналиева-К.-Т.pdf> : Загл. с экрана.
2. Пономарев А.И. Методы химического анализа силикатных и карбонатных горных пород. — М.: Изд. АН СССР, -1961. — 414с.
3. Горбунов Н.И., Цюрупа И.Г, Шурыгина Е.А. Рентгенограммы, термограммы и кривые обезвоживания минералов, встречающихся в почвах и глинах. — М.:Изд. АН СССР.1952. — 186с.
4. Гайло Э.А., Котов и др. Экспериментальные исследования влияния давление и температуры на кристаллические структуры каолинита, иллита и монтмориллонита // Физические методы исследования осадочных пород. Л.: Недра. — 1983. — 151с.
5. Сочеванова М.М. Ускоренный анализ горных пород с применением комплексонометрии. — М.: Наука. 1969. — 160с.
6. Сендел Е. Колориметрические методы определения следов металлов. — М.: Изд. Мир. 1964. — 904с.

УДК 57:54.551.48

Абакирова Сырга Замирбековна*соискатель***Абакирова Сырга Замирбековна***изденүүчү***Abakirova Sirga Zarilbekovna***applicant***Смаилова Токтор***канд.биол.наук, доцент***Смаилова Токтор***биология илимдеринин кандидаты, доцент***Smailova Toktor***cand.biol of sciences, associate professor**Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И.Скрябина, г. Бишкек**К. И. Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университети, Бишкек ш.**Kyrgyz National Agrarian University named after K.I.Scriabin, Bishkek*

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТОЧНЫХ ВОД

НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ОЧИЩЕНИЯ

Аннотация. В статье приведены результаты исследования очищения сточных вод с очистных сооружений. Имеются много способов очищения сточных вод и одним из оптимальных вариантов является биологический метод очистки. Понижение содержания биохимических показателей в конце процесса свидетельствуют о полной биологической очищенности сточной воды

Ключевые слова: сточная вода, биологическое и химическое потребление кислорода, взвешенные вещества, рН среды, микроорганизмы

АГЫНДЫ СУУНУ МЕЗГИЛИ МЕНЕН ТАЗАЛООДОГУ

БИОХИМИЯЛЫК КӨРСӨТКҮЧТӨРҮ

Аннотация. Бул макалада тазалоочу жайлардагы агынды сууларды тазалоо боюнча изилдөөлөрдүн көрсөткүчтөрү берилген. Агынды сууларды тазалоодо көптөгөн ыкмалар бар, алардын ичинен биологиялык тазалоо ыкмасы болуп эсептелет. Акыркы мезгилиндеги биохимиялык көрсөткүчтөрдүн төмөндөшү менен агынды суулардын биологиялык тазаланышынан кабар берет.

Негизги сөздөр: агынды суулар, биологиялык жана химиялык кычкыл текти керектөөсү, тартылган заттар, рН чөйрөсү, микроорганизмдер.

BIOCHEMICAL INDICATORS OF WASTEWATER AT DIFFERENT STAGES OF PURIFICATION

Abstract. The article contains the results of a study of wastewater purification from treatment facilities. There are many ways to clean wastewater and one of the optimal option is the biological treatment method. A decrease in the content of biochemical indicators at the end of the process indicate the complete biological cleansing of wastewater

Keywords: wastewater, biological and chemical oxygen consumption, suspended substances, pH of the medium, microorganisms.

Сточные воды загрязнены бытовыми отбросами, остатками промышленных предприятий, смывами животноводческих ферм и городские канализационные воды. Неочищенные сточные воды попадая в природные водоемы загрязняют их, при этом происходит изменение физико-химических свойств воды, ее химический состав, т.е. в таких водах появляются вредные для организмов вещества. Состав и степень загрязнённости сточных вод весьма разнообразны и зависят главным образом от характера производства и условий использования воды в технологических процессах.

В основе биохимических процессов при очищении сточных вод лежит то, что микроорганизмы используют эти стоки для питания, имеющиеся органические и минеральные вещества в этих загрязнениях. Сущность биохимической очистки основана на способности микроорганизмов питаться органическими веществами в виде органических кислот, спиртов, белков, углеводов и другими такими же соединениями содержащиеся в сточной воде. Эти соединения составляют для них источник углерода. С помощью микроорганизмов биологическая очистка сточных вод происходит при снабжении кислородом и в 4-5 раз быстрее. Этот процесс очищения подразумевает практически полное биологическое разложение органических веществ в воде, который может идти и в аэробных и в анаэробных условиях. По существующим нормам, в очищенной воде количество органических веществ не должно быть выше 10 мг/л. [1]. Известно, что скорость биохимических процессов происходящих в сточной воде зависит от значений pH среды и от многих других фак-

торов, одним из них является температура водоема, которая влияет на видовое разнообразие микроорганизмов. Оптимальной для биохимических процессов в очистных сооружениях считается температура в пределах 16-23°C.

Органические загрязнения содержащиеся в сточных водах определяется косвенными показателями: ХПК (химическая потребность в кислороде) - это количество кислорода, необходимое для химического окисления органических веществ загрязнений; БПК (биологическая потребность в кислороде) - выражает содержание кислорода, необходимое для биологического окисления органических веществ микроорганизмами в аэробных условиях[2].

Цель исследования: Исследование биохимических процессов при биологической очистке сточной воды Исследования проводились в 2021 году в г. Бишкек Чуйской области. Пробы воды для опытов брали из городских очистных сооружений, расположенное на окраине города и провели ряд исследований по основным показателям загрязненности, по следующим этапам. 1 этап очистки. На этом этапе очищения из сточных вод удаляются крупные частицы веществ и масляные соединения. Здесь применяют механические и физические методы очищения. 2 этап очистки. Из сточной воды удаляются взвешенные частицы и растворенные вещества. Происходит биологическая очистка загрязнений. Идут процессы биологического потребления кислорода стоков. Биологическая очистка сточных вод подразумевает превращение содержащихся разных органических соединений в безвред-

ные вещества, воду, угольную кислоту и др. соединения. В специальных очистительных сооружениях происходят биохимические реакции под действием комплексов микроорганизмов. Крупные частицы органических веществ перерабатываются бактериями вне клетки, так как бактерии выделяют в окружающую среду обитания большие количества пищеварительных ферментов и эти ферменты контактируются с частица-

ми и разлагают их до небольших молекул, и после этого они проходят через оболочки клетки микроорганизмов. 3 этап очистки, где из сточных вод удаляются соли металлов и мелкие примеси, происходит химическое потребление кислорода и процесс фильтрации через специальные адсорбенты.

Результаты исследований приведены в табл.1.

Таблица № 1

Сравнительные данные биохимических показателей сточной воды по мере очищения

Этапы очистки	ХПК, мг/л	БПК ₅ , мг/л	Взвешенные вещества, мг/л
Начальная концентрация сточной воды	15160 ± 2300	10160 ± 1200	1260 ± 130
1 этап	7965 ± 930	5301 ± 420	81 ± 60
2 этап	959 ± 136	570 ± 56	71 ± 38
3 этап	21 ± 3	12 ± 3	1 ± 0,1

По литературным данным для стоков систем водоотведения установлены предельно допустимые концентрации (ПДК).

БПК₅ – 300 мг/л; ХПК – 500 мг/л; взвешенные вещества – 300 мг/л. Результаты исследования по очищению сточной воды в очистительных сооружениях показывают, что все основные показатели очищенной сточной воды очень низкие, при таких значениях биологическое потребление кислорода микроорганизмами доходит до ми-

нимума, которая указывает на полную биологическую очищенность сточной воды. Таким образом, низкие значения биохимического потребления кислорода показывает на уменьшение количества органических веществ в воде. При понижении содержания органических веществ, понижается и питательность среды и для микроорганизмов. Поэтому биологическая очистка является одним из оптимальных методов очищения органических загрязнений сточных вод.

Литература

1. Гудков А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод, Вологда, 2002.
2. Диденко Т.А. Методы очистки сточных вод, Омск, 2011

УДК 553.492.4

Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович,
д.х.н., проф., академик НАН КР
Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович,
х.и.д., проф., КР УИАнын академиги
Murzubraimov Bektemir Murzubraimovich,
doctor of chemical sciences, academician, NAS KR

Бекболот кызы Бактыгүл,
к.х.н., в.н.с.,
Бекболот кызы Бактыгүл,
х.и.к., жет. илимий кызматкер
Bekbolot kyzy Baktygul,
candidate of chemical sciences, leading researcher

Турдубай кызы Айнур,
научный сотрудник,
лаборатория Переработка минерального и органического
сырья, Институт химии и фитотехнологии
Турдубай кызы Айнур,
илимий кызматкер,
Минералдык жана органикалык заттарды кайра
иштетүү лабораториясы,
Химия жана фитотехнология институту
Turdubay kyzy Ainur,
researcher,
Laboratory conversion of mineral and organic raw materials,
Institute of chemistry and phytotechnology NAS KR

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СУЛЬФАТА АММОНИЯ НА РАЗЛОЖЕНИЕ НЕФЕЛИНОВЫХ СИЕНИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ САНДЫК

Аннотация. Изучено влияние возможности спекания нефелиновых сиенитов Сандыкского месторождения с сульфатом аммония и последующее выщелачивание сульфатного спека водой и растворами кислот. Определены оптимальные условия для разложения нефелинового сиенита после спекания сульфата аммония: температура спекания - 750°C, время спекания - 60 минут, концентрация кислоты 60% и температура выщелачивания спека -100°C.

Ключевые слова: нефелиновый сиенит, спекание, сульфат натрия, разложение.

САНДЫК АЙМАГЫНДАГЫ НЕФЕЛИН СИЕНИТТЕРИНИН АЖЫРООСУНА НАТРИЙДИН СУЛЬФАТЫНЫН ТААСИРИН ИЗИЛДӨӨ

Аннотация. Сандык нефелин сиениттеринин аммонийдин сульфаты менен күйгүзүлгөндөн кийин сууда жана кислота эритмесинде эрүүсүнө тийгизген таасири изилденди. Нефелин сиениттеринин аммонийдин сульфаты менен күйгүзгөндөн кийинки ажыроосу

үчүн оптималдуу шарт болуп: күйгүзүү температурасы -750°C , күйгүзүү убактысы -60 минута, кислотанын концентрациясы 60% жана спекту ажыратуу температурасы -100°C .

Негизги создор: нефелин сиенити, күйгүзүү, аммонийдин сульфаты, ажыроо.

STUDY OF THE SODIUM SULFATE EFFECT ON THE SULFURIC ACID DECOMPOSITION OF NEPHELINE SYENITES FROM THE SANDYK DEPOSIT

Annotation. The sintering possibility influence of nepheline syenites from Sandyk deposit with ammonium sulfate and subsequent leaching of sulfate with water and acid solutions was studied. The optimal conditions for the decomposition of nepheline syenite after ammonium sulfate sintering were determined: sintering temperature to be 750°C , sintering time of 60 minutes, acid concentration of 60% and sinter leaching temperature of 100°C .

Key words: nepheline syenite, sintering, sodium sulfate, decomposition.

Значительное увеличение потребления соединений алюминия с развитием техники повысило количество научных исследований в этом направлении. Примером может служить переработка нефелиновых сиенитов. При переработке нефелиновых сиенитов следует не только учитывать перспективы увеличения количества глинозема, но и рассматривать пути получения дополнительных ценных продуктов при его комплексной переработке.

Нефелиновые сиениты Сандыкского месторождения относятся к высококремнистому сырью нефелин-сиенитовых пород [1,2]. При переработке нефелиновых сиенитов в кислотном разложении глинозём достаточно неполно выделяется в раствор. Поэтому использован метод спекания для перевода компонентов в кислоторастворимую форму.

В данной работе приведены результаты исследования по спеканию нефелиновых си-

енитов месторождения Сандык с сульфатом аммония и дальнейшей обработке сульфатного спека водой, а после этого подвергнуть разложению серной кислотой. Известно большое количество сернокислотных методов переработки алюмосодержащего сырья [3,4].

Исходными материалами были нефелиновые сиениты месторождения Сандык (ТП-2) с размерами частиц $0,0074\text{мм}$ и химический состав приведен в работе [5], где содержание оксида алюминия составляет $19,65\%$.

Спекание нефелиновых сиенитов с сульфатом аммония проводили по методике, ранее опубликованной в работе [5]. Далее для разложения твердый остаток обработали 60% -ной серной кислотой. После выщелачивания из фильтрата было определено содержание оксида алюминия и железа методом комплексонометрии [6].

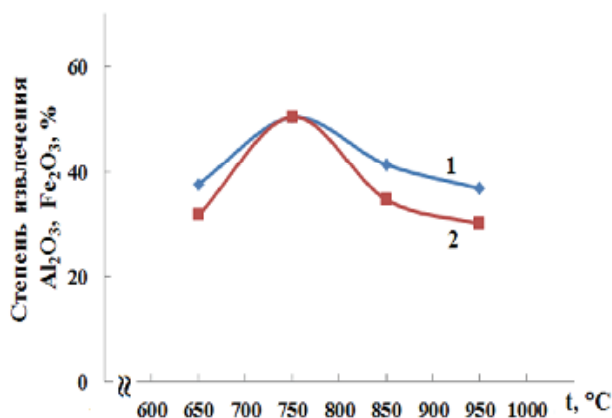
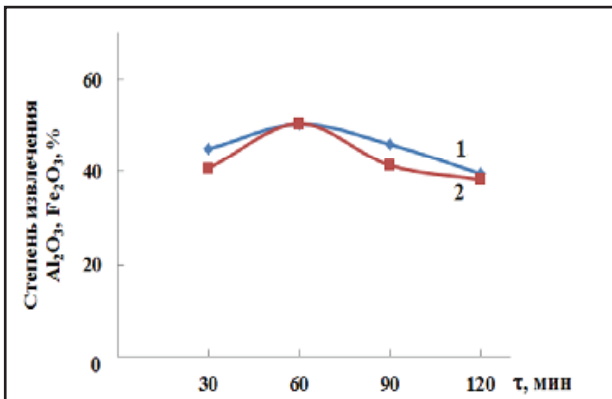


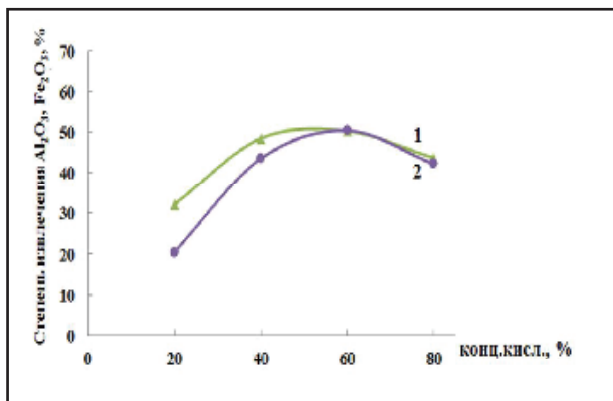
Рис.1. Кривая зависимость извлечения Al_2O_3 (1) и Fe_2O_3 (2) от температуры спекания нефелинового сиенита с сульфатом аммония.

Исследовали влияние различных факторов на процессе спекания нефелинового сиенита с сульфатом натрия и сернокислотной обработки полученного спека.

На рис.1. представлены степень извлечения оксида алюминия и железа от температуры спекания нефелинового сиенита с сульфатом аммония.



На рис.2 показаны результаты исследований влияния на степень извлечения оксида алюминия и железа от продолжительности времени спекания нефелинового сиенита с сульфатом аммония.



С целью выбора оптимальной концентрации серной кислоты для выщелачивания нефелинового сиенита после спекания изучено ее влияние на извлечение оксида алюминия и железа (рис.3.).

Следует отметить, что при выщелачивании 60%-ной серной кислотой при температуре $750^{\circ}C$, извлечение Al_2O_3 и Fe_2O_3 значительно повышается. При увеличении

Из рис.1. видно, что спекание нефелинового сиенита с сульфатом аммония лучше проводить при температуре $750^{\circ}C$, при этом извлечение Al_2O_3 и Fe_2O_3 составляет 50,38% и 50,49% соответственно. Дальнейшее увеличение температуры спекания нефелинового сиенита ухудшает извлечение Al_2O_3 (41,73%) и Fe_2O_3 (34,65%) в раствор.

Рис.2. Зависимость степени извлечения Al_2O_3 (1) и Fe_2O_3 (2) от времени спекания нефелинового сиенита с сульфатом аммония

Как показали исследования (рис.2.) оптимальное время спекания нефелинового сиенита с сульфатом аммония составляет 60 мин, при этом извлечение в раствор оксида алюминия и железа, 50,38% и 50,49%, соответственно.

Рис.3. Кривая зависимости сернокислотного разложения нефелинового сиенита от концентрации кислоты

концентрации серной кислоты (80%) извлечение Al_2O_3 и Fe_2O_3 уменьшается до 43,71% и 42,21%.

Изучено влияние температуры (от $100^{\circ}C$ и $220^{\circ}C$) на выщелачивание сернокислотного разложения на степень извлечения компонентов из нефелинового сиенита после спекания сульфат аммония с последующей водной обработкой. При этом выявлено, что

оптимальная температура выщелачивания спека 100°C . Показано, что с увеличением температуры выщелачивания извлечение Al_2O_3 и Fe_2O_3 уменьшается. Установлено, что спекание нефелиновых сиенитов с сульфатом аммония и последующим выщелачива-

ния сульфатного спека водой и растворами кислот проходит при следующих оптимальных условиях: температура спекания - 750°C , время спекания - 60 минут, концентрация кислоты 60% и температура выщелачивания спека - 100°C .

Литература

1. Щелочные породы Киргизии и Казахстана [Текст] / А.Д. Захаров // Нефелиновые сиениты Сандыкского массива и проблема их промышленного освоения. – Фрунзе, Изд. Илим 1968. С 136-146.
2. Нефелиновое сырье [Текст] / Л. П. Коннов // Нефелиновое сырье Средней Азии. – Москва, Изд. «Наука» 1978. С. 110-114.
3. *Матвеев В. А.* Сернокислотные способы комплексной переработки нефелинсодержащего сырья [Текст] / Д. В. Майоров, Ю. О. Веляев, В.И. Захаров. Апатиты 2017. С. 157.
4. *Давлатов Д.О.* Физико-химические основы совместной переработки нефелиновых сиенитов Турпи и борного сырья Ак-Архара комбинированным методом. дис... канд. хим. наук. – Душанбе, 2020.
5. *Мурзубраимов Б.М.* Исследования влияния различных факторов на разложение нефелинового сиенита после его спекания с хлоридом кальция [Текст] / Б.М. Мурзубраимов, Бекболот кызы Б., Турдубай кызы А., З.Б. Кочкорова // Известия ОшТУ. – 2020. - №2. – С. 138-143.
6. *Сочеванова М.М.* Ускоренный анализ горных пород с применением комплексометрии [Текст] // М.М. Сочеванова –М.: Наука, 1969. –160 с.

УДК:553.61(575.2)(04)

Шаршенбек кызы Анаркуль,
н.с., Институт химии и фитотехнологии НАН КР
Шаршенбек кызы Анаркуль,
илимий кызматкер,
КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту
Sharshenbek kyzy Anarkyl
researcher institute of chemistry and phytotechnologies

Кочкорова Зарипа Бекмырзаевна,
к.х.н., с.н.с., в.н.с., Институт химии и фитотехнологии НАН КР
Кочкорова Зарипа Бекмырзаевна,
х.и.к., у.и.к., ж.и.к., КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту
Kochkorova Zaripa Bekmurzaevna
candidate of chemical sciences, senior researcher, leading
researcher, institute of chemistry and phytotechnologies

Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович,
д.х.н., профессор, академик, заведующий лабораторией переработки минерального и
органического сырья, Институт химии и фитотехнологии НАН КР
Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович,
х.и.д., проф., академик, Минералдык жана органикалык заттарды кайра иштетүү
лабораториясынын башчысы,
Химия жана фитотехнология институту
Murzubraimov Bektemir Murzubraimovich
doctor of chemical sciences, professor, academician,
head of the laboratory conversion of mineral and organic raw materials

Institute of chemistry and phytotechnology NAS KR

К ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФЕЛИНОВЫХ СИЕНИТОВ МЕТОДОМ СПЕКАНИЯ

Аннотация. Проведены исследования по вскрытию нефелиновых сиенитов Сандыкского месторождения методом спекания с использованием карбоната калия и последующего выщелачивания спека нефелиновых сиенитов раствором серной кислоты. Изучено влияние концентрации серной кислоты в интервале от 25 до 60 %-ной концентрации. Показано, что максимальное извлечение алюминия в раствор при выщелачивании спека нефелиновых сиенитов происходит раствором серной кислоты 40%-ной концентрации, где степень извлечения алюминия в пересчете на оксид составляет 88,9%. Исследована возможность извлечения алюминия и железа из сернокислого раствора путем их осаждения при рН среды 5,5. При этом показано, что в полученном глиноземе в γ -форме присутствует минимальное содержание примесных соединений.

Ключевые слова: нефелиновые сиениты, спекание, карбонат калия, серная кислота, оксид алюминия, оксид железа, кислотная обработка, глинозем.

НЕФЕЛИНДҮҮ СИЕНИТ ТОПУРАГЫН КҮЙГҮЗҮҮ МЕТОДУ БОЮНЧА КАЙРА ИШТЕТҮҮ

Аннотация. Сандык кенинде жайгашкан нефелиндүү сиенит топурагын калий карбонатын колдонуу менен күйгүзүү методу боюнча иштетүү жана андан кийин күйгүзүлгөн нефелиндүү сиенит топурагын күкүрт кислотасы менен иштетүүлүүсү боюнча изилдөөлөр жүргүзүлгөн. 25 тен 60 %га чейинки интервалдагы күкүрт кислотасынын концентрациясынын таасири изилденген. Күйгүзүлгөн нефелиндүү сиенит топурагын 40 %дуу күкүрт кислотасы менен иштетүүдө эритмеге алюминийдин бирикмелери максималдуу бөлүнөөрү далилдеген, мында алюминий оксидинин бөлүнүп чыгуу даражасы 88,9% ды түзүздү. Алюминий жана темирди күкүрт кычкыл эритмесинен $\text{pH}=5,5$ чөйрөсүндө чөктүрүү жолу менен бөлүп алуу мүмкүнчүлүгү изилденген. Алынган γ -форма түрүндөгү глиноземдун курамында аз сандагы кошулмалардын бар экендиги көрсөтүлгөн.

Негизги сөздөр: нефелиндүү сиенит, күйгүзүү, калийдин карбонаты, күкүрт кислотасы, алюминийдин оксиди, темирдин оксиди, кислоталык иштетүү, глинозем.

ISSUE OF PROCESSING NEPHELINE SYENITES BY SINTERING

Abstract. Studies on the opening of Sandyk deposit nepheline syenites by sintering using potassium carbonate and subsequent leaching with a solution of sulfuric acid have been carried out. The influence of sulfuric acid concentration in the range from 25 to 60% concentration was studied. It is shown that the maximum extraction of aluminum compounds into solution during the leaching of nepheline syenite sinter occurs with a 40% concentration sulfuric acid solution, where the degree of aluminum extraction in terms of oxide is 88.9%. The possibility of extracting aluminum and iron from a sulfuric acid solution by precipitation at a $\text{pH} = 5.5$ is investigated. At the same time, it is shown that the minimum content of γ -form impurity compounds is present in the resulting alumina.

Keywords: nepheline syenites, sintering, potassium carbonate, sulfuric acid, aluminum oxide, iron oxide, acid treatment, alumina.

В ранее опубликованной работе [1] была показана возможность вскрытия нефелиновых сиенитов Сандыкского месторождения методом спекания с использованием карбоната калия и последующего выщелачивания полученного спека раствором азотной кислоты.

Известно, что эффективность вскрытия алюмосодержащего сырья во многом определяется природой кислоты, используемой для их выщелачивания [2-4].

Поэтому, представляло интерес исследовать возможность применения серной кислоты при выщелачивании нефелиновых сиенитов после их спекания с карбонатом калия.

Для достижения поставленной цели в исследовании применены методы химического, рентгенографического и электронномикроскопического иссле-

дований. Химический анализ компонентов в нефелиновых сиенитах выполнен с использованием метода силикатного анализа минералов [4]. Рентгенодифрактометрическое и электронномикроскопическое исследования выделенного глинозема из нефелиновых сиенитов проведены на дифрактометре ДРОН-3 с $\text{Cu}\alpha$ -излучением и на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3, соответственно.

В качестве объекта исследования взята технологическая проба нефелиновых сиенитов Сандыкского месторождения, имеющая следующий химический состав (масс. %): SiO_2 56; Al_2O_3 19,65; Fe_2O_3 2,53; TiO_2 0,41; K_2O 11,24; Na_2O 2,17.

Спекание нефелинового сиенита с карбонатом калия проводили по методике, описанной в работе [1]. Выщелачивание

спека нефелиновых сиенитов и карбоната калия производили серной кислотой в интервале концентрации от 25 до 60%. При выщелачивании спека с разной концентрацией серной кислоты, весовое соотношение серной кислоты и спека было 2,5:1, продолжительность перемешивания 60 мин при температуре 98-100°C. После выщелачивания спека раствором серной

кислоты из отфильтрованного раствора, содержащего соли алюминия, железа, щелочных и щелочно-земельных металлов, методом комплексонометрии определено содержание алюминия и железа [5].

Результаты исследований влияния концентрации серной кислоты на извлечение соединений алюминия и железа из спека нефелиновых сиенитов представлены на рис.1.

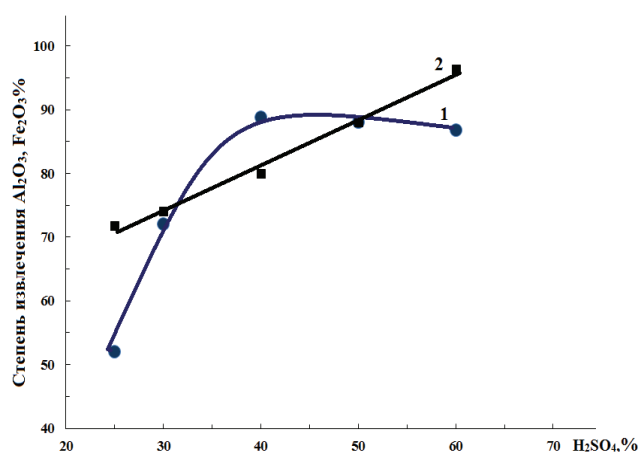


Рис. 1. Зависимость степени извлечения Al_2O_3 (1) и Fe_2O_3 (2) от концентрации серной кислоты

Как следует из рисунка 1, в интервале 25-40%-ной концентраций серной кислоты наблюдается постепенное повышение содержания алюминия в раствор и при 40 %-ной концентрации кислоты из спека извлекается максимальное содержание алюминия, где степень извлечения его в пересчете на оксид достигается 88,86%. В отношении соединений железа повышение концентрации кислоты обуславливает постепенное увеличение его содержания в раствор и при обработке спека 60%-ной концентрации серной кислоты степень извлечения железа на пересчете оксид составляет 96,3 %.

Переработка высококремнистого алюмосодержащего сырья, в частности каолиновой глины, кислотным способом включает стадию технологического процесса, связанные с извлечением соединений алюминия из кислотного раствора. В этом направлении нами проведена определенная работа, и результаты исследований

опубликованы в работе [7]. При этом показана возможность осаждения ионов Al^{3+} и Fe_3 из кислотного раствора при pH, равном 5,0, при котором из раствора не осаждаются в осадок примесные ионы Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} и др. Получен глинозем с меньшим содержаниями примесных соединений.

В данной работе рассматриваются результаты исследований по переработке сернокислого раствора алюминия, содержащего примесные соединения железа, щелочных и щелочно-земельных металлов, полученных при разложении спека нефелиновых сиенитов.

Выделение соединений алюминия из кислотного раствора производили следующим образом. К сернокислому раствору солей, нагретому до 70-80°C, добавляли при перемешивании раствор гидроксида натрия (расход NaOH в пересчете на Na_2O составляло 120,9 г/л) до pH среды, равной 5,5, после чего выпавший осадок с раствором выдерживался при

70-80°C в течение 15 мин, затем осадок гидроксидов алюминия и железа отделялся от раствора фильтрованием. Для удаления железа полученный осадок перемешивался с раствором гидроксида натрия, при этом железо остается в осадке в виде гидроксида, а алюминий переходит в раствор с образованием алюмината натрия. К алюминату натрия добавлена серная кислота, после чего выделен алюминий в виде гидроксида, последующей карбонизацией гидроксида алюминия получен γ - Al_2O_3 .

В общем, переработка нефелиновых сиенитов на глинозем включают следующие стадии технологического процесса.

-измельчение нефелиновых сиенитов и просеивание через сито 0,07мм;

-спекание нефелиновых сиенитов с карбонатом калия;

-разложение полученного спека в растворе серной кислоты;

-отделение сернокислого раствора от твердого остатка нерастворимого в кислоте;

-осаждение ионов Al^{3+} и Fe^{3+} раствором гидроксида натрия при pH среды равной 5,5 и разделение осадка от раствора, промывка осадка;

-перемешивание осадка гидроксида алюминия и железа с раствором гидроксида натрия, при этом железо остается в осадке в виде гидроксида, а алюминий переходит в раствор с образованием алюмината натрия;

-выделение из алюминатного раствора алюминия в виде гидроксида;

-карбонизация гидроксида алюминия для получения глинозема;

Выделенный глинозем из нефелиновых сиенитов подвергался рентгенографическому и электронно-микроскопическому исследованиям. Сравнение полученных результатов рентгенографических исследований глинозема (рис.2) с табличными данными из литературы [8], показало, что выделенный глинозем по предлагаемому способу является γ -формой.

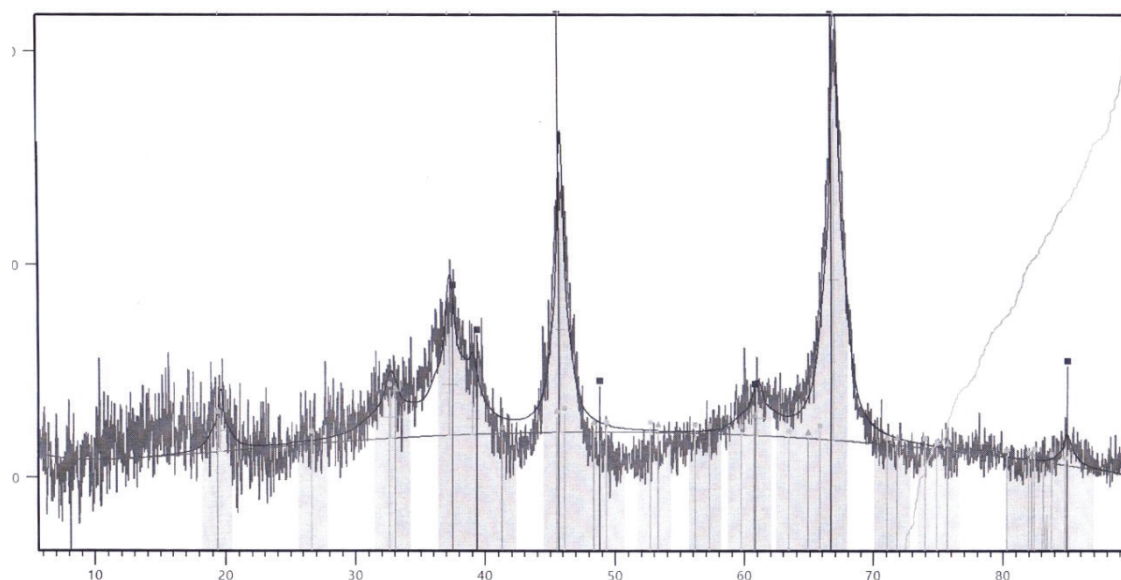


Рис. 2. Рентгенограмма выделенного γ - Al_2O_3

Из электронномикроскопического снимка (рис.3) видно, что полученный глинозем представлен неправильными

зернами крупного размера (1 мм) и мелкими зернами с размером 500мкм.

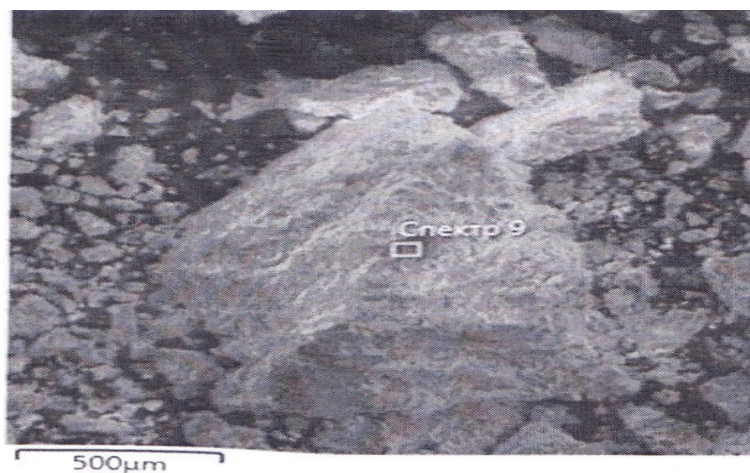


Рис. 3. Электронномикроскопический снимок $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

Из вышеизложенного следует, что при использовании 40 %-ной концентрации серной кислоты из спека нефелиновых сиенитов и карбоната калия извлекается максимальное содержание алюминия, где

степень извлечения его в пересчете на оксид достигает 88,86%. Показана возможность осаждения ионов Al^{3+} и Fe^{3+} из сернокислого раствора при pH равном 5,5 и получение глинозема γ -формой с минимальным содержанием примесей.

Литература

1. Шаршенбек кызы А., Кочкорова З.Б., Мурзубраимов Б. // Исследование возможности применения карбоната калия для вскрытия нефелиновых сиенитов Сандыкского месторождения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. –2022. – №8. –С.76-80.
2. Шварцман Б.Х. Кислотные методы переработки глиноземсодержащего сырья. Б.Х. Шварцман. – М.: Цветметинформация. 1964. – 83с.
3. Кислотная переработка алюминий содержащего сырья наглинозем. Сборник трудов. – Ташкент: изд.: «ФАН» УзССР, 1974. -208с.
4. Лайнер Ю.А. Комплексная переработка алюминий содержащего сырья кислотными способами / Ю.А.Лайнер. М.: Изд. «Наука» 1982.
5. Пономарев А.И. Методы химического анализа силикатных и карбонатных горных пород. – М.: Изд. АН СССР,1961. – 414с.
6. Сочеванова М.М. Ускоренный анализ горных пород применением комплексометрии. – М.: Наука. 1969. – 160с.
7. Мурзубраимов Б.М., Кочкорова З.Б., Шаршенбек Кызы А. К вопросу выделения глинозема из раствора, полученного после разложения алюминиевого сырья // Наука и инновация. – 2019. – вып.3. – с.78-90.
8. Окислы и гидроокислы // Рентгенометрический определитель минералов / Под редакцией И.В. Михеевой. – Л.: Недра, 1965. – с.131.

УДК 544.726:544.732.2

Карабаев Султан Осконович,
д.х.н, профессор,

Карабаев Султан Өскөнович,
х.и.д, профессор

Karabaev Sultan Oskonovich,
doctor of chemical sciences, professor

Локшина Ирина Михайловна,
к.х.н., доцент

Локшина Ирина Михайловна,
х.и.к., доцент

Lokshina Irina Mikhailovna,
candidate of chemical sciences, associate professor

Субанкулова Дилара Автандиловна,
к.х.н., доцент

Субанкулова Дилара Автандиловна,
х.и.к., доцент

Subankulova Dilara Avtandilovna,
candidate of chemical sciences, associate professor

Алашева Дилара Расылбековна,
аспирант

Алашева Дилара Расылбековна,
аспирант

Alasheva Dilara Rasylbekovna,
postgraduate student

Икрамова Мадина,
магистрант

Икрамова Мадина,
магистрант

Ikramova Madina,
undergraduate

Маматжанова Алия,
магистрант

Маматжанова Алия,
магистрант

Mamatzhanova Aliya,
undergraduate

Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына

Ж. Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университети

Kyrgyz National University named after Jusup Balasagyn

**ФИЗИКО - ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДЫХ ПРОДУКТОВ
ТЕРМООБРАБОТКИ УГЛЯ КАРА- КЕЧЕ
ПРИ 300°C и 400°C В АТМОСФЕРЕ КИСЛОРОДА ВОЗДУХА**

Аннотация. Получены твердые продукты термообработкой бурого угля Кара-Кече в муфельной печи при 300°C и 400°C тонким слоем на кварцевой подложке в атмосфере кислорода воздуха. Дана сопоставительная характеристика морфологии поверхности,

микроэлементного и функционального состава угля Кара – Кече, твердых продуктов его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха. Адсорбционным методом, при использовании в качестве маркеров метиленового голубого и метилового оранжевого, определены удельные площади поверхности исследуемых углеродных сорбентов.

Ключевые слова: бурый уголь, твердые продукты термообработки бурого угля в атмосфере кислорода воздуха, адсорбция, удельная площадь поверхности.

КАРА-КЕЧЕ КӨМҮРҮН КЫЧКЫЛТЕК АТМОСФЕРАСЫНДА 300°C жана 400°C ТЕРМИКАЛЫК ИШТЕТҮҮНҮН КАТУУ ПРОДУКТЫЛАРЫНЫН ФИЗИКАЛЫК-ХИМИЯЛЫК МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Аннотация. Кара-Кече күрөң көмүрүн муфель мешинде 300°C жана 400°C температурада кычкылтектин атмосферасында кварцтык субстратта жука катмары менен термикалык иштетүүнүн катуу продуктылары алынган. Кара-Кече көмүрүнүн, анын кычкылтектүү атмосферада 300°C жана 400°C температурада иштетилген катуу продуктуларынын беттик морфологиясынын, микроэлементинин жана функционалдык курамынын салыштырма мүнөздөмөсү келтирилген. Адсорбциялык ыкманы колдонуп, маркер катары метилен көк жана метил кызгылт-сары колдонуу менен изилденген көмүртек сорбенттеринин салыштырмалуу үстүнкү беттик аянт аныкталган.

Негизги сөздөр: күрөң көмүр, кычкылтек атмосферасында күрөң көмүрдү термикалык иштетүүнүн катуу продуктулары, адсорбция, салыштырмалуу үстүнкү беттик аянт.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOLID PRODUCTS OF HEAT TREATMENT OF COAL KARA-KECHE AT 300°C and 400°C IN AIR OXYGEN ATMOSPHERE

Abstract. Solid products of heat treatment of Kara-Kече brown coal in a muffle furnace at 300°C and 400°C with a thin layer on a quartz substrate in an atmosphere of atmospheric oxygen have been obtained. A comparative characteristic of the surface morphology, microelement and functional composition of Kara-Kече coal, solid products of its heat treatment at 300°C and 400°C in an oxygen atmosphere is given. Using the adsorption method, using methylene blue and methyl orange as markers, the specific surface areas of the studied carbon sorbents were determined.

Key words: brown coal, solid products of heat treatment of brown coal in an atmosphere of atmospheric oxygen, adsorption, specific surface area.

Введение

Кыргызстан располагает достаточными запасами бурых углей в сравнении с другими видами топлива, например, нефть или газ. При этом бурые угли используются в основном как источники энергии и тепла. Однако, в последние годы расширились исследования, направленные на поиск и разработку эффективных методов получения химических продуктов на основе твердых горючих ископаемых. С активным

развитием промышленного производства становится актуальной проблема очистки воды от органических и неорганических примесей при помощи дешевых природных сорбентов на основе бурых углей Кыргызстана и продуктов их переработки. В качестве таких природных материалов, в настоящей работе, используется бурый уголь Кара - Кече, твердые продукты его термообработки в атмосфере кислорода воздуха.

Экспериментальная часть

Объекты исследования. Для получения твердых продуктов термообработки бурого угля Кара-Кече при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха (ТПНС-300, ТПНС-400), соответственно, использовалась аналитическая проба топлива выборки 2014 года, представляющая собой порошок черного цвета с размерами частиц не больше 60 меш (0,25мм). Термообработка бурого угля Кара – Кече осуществлялась в программируемой муфельной печи марки MZ2.5-N10, тонким слоем на кварцевой подложке в присутствии кислорода воздуха. Время установления заданной температуры (300°C или 400°C) муфельной печи составляло 30 минут. Сжигание топлива осуществлялось в течение 60 минут. Остывание образцов проходило в

отключенной муфельной печи в течении 24 часов. Полученные твердые продукты термообработки бурого угля Кара-Кече при 300°C и 400°C, соответственно, в присутствии кислорода воздуха представляли собой порошки черного цвета, с размерами частиц не больше 60 меш (0,25мм).

Функциональный, рентгеноспектральный микроанализ угля Кара – Кече, твердых продуктов его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха. ИК - спектры аналитических проб бурого угля Кара-Кече, ТПНС-300, ТПНС-400 записывались на ИК - Фурье-спектрометре Nicolet Avatar 370 GDTS в таблетках с KBr в соотношении 1:300, в интервале значений частот 4000 - 400 см⁻¹.

Результаты измерений приведены на рис.1.

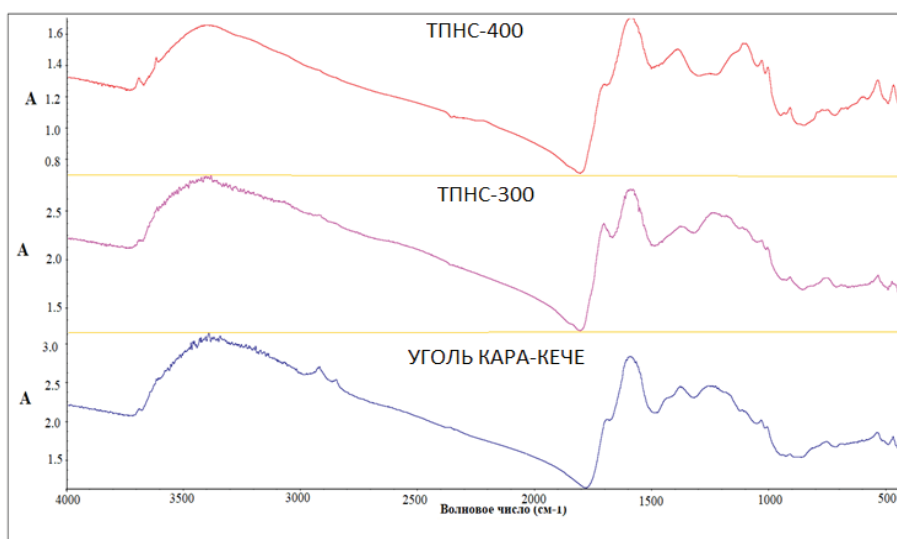


Рис.1 - Инфракрасные спектры бурого угля Кара – Кече, твердых продуктов его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха (ТПНС-300, ТПНС-400)

Исследование морфологии поверхности, энергодисперсионных спектров (ЭДС) бурого угля Кара -Кече, твердых продуктов его термообработки при 300°C и 400°C проводилось на сканирующем электронном

микроскопе TESCAN VEGA3. В качестве датчика использовался детектор вторичных электронов [1]. Соответствующие микрофотографии исследуемых образцов приведены на рис. 2.

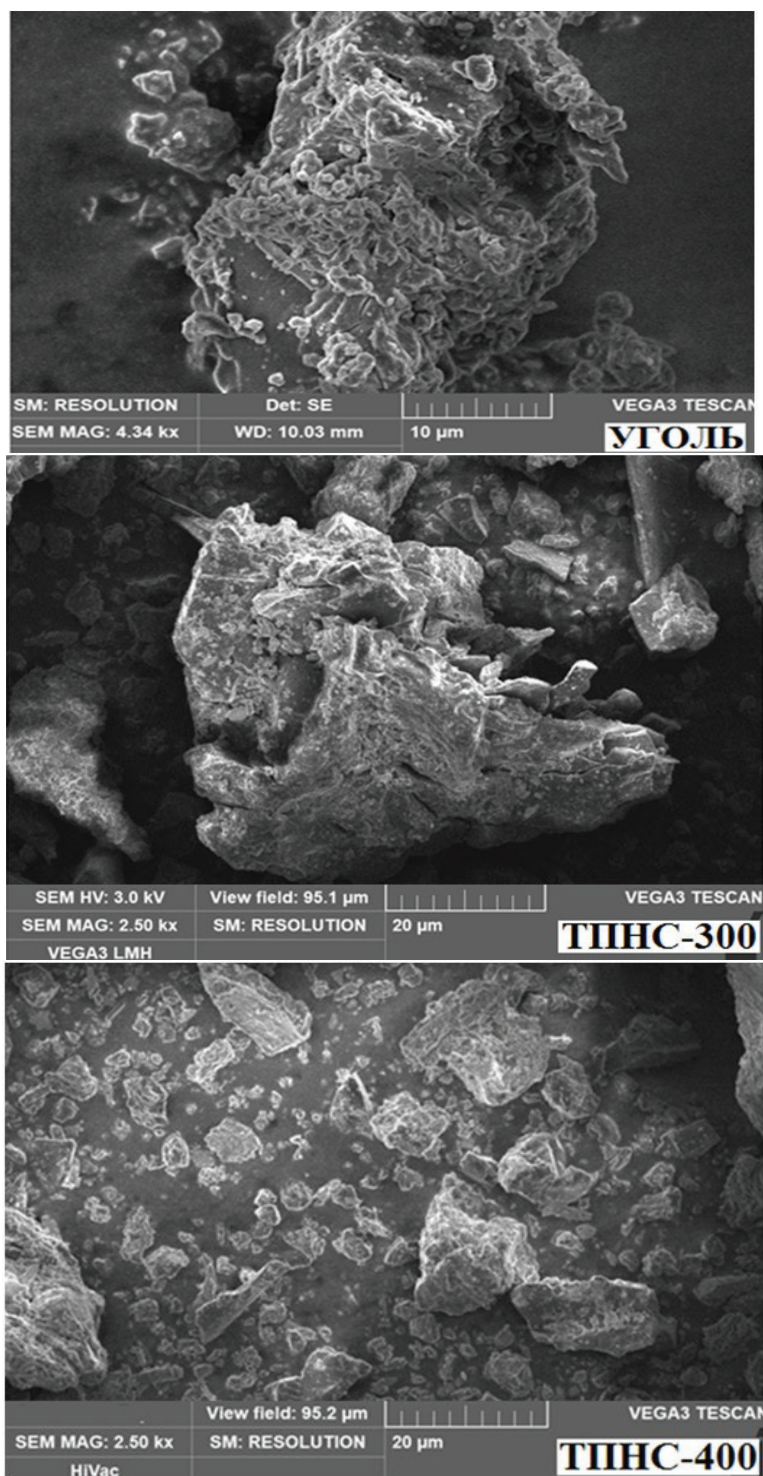


Рис. 2. - Микрофотографии бурого угля Кара – Кече, твердых продуктов его термообработки при 300°С и 400°С в атмосфере кислорода воздуха (ТПНС-300, ТПНС-400)

ЭДС бурого угля Кара – Кече, твердых продуктов его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха приведены на рис.3.

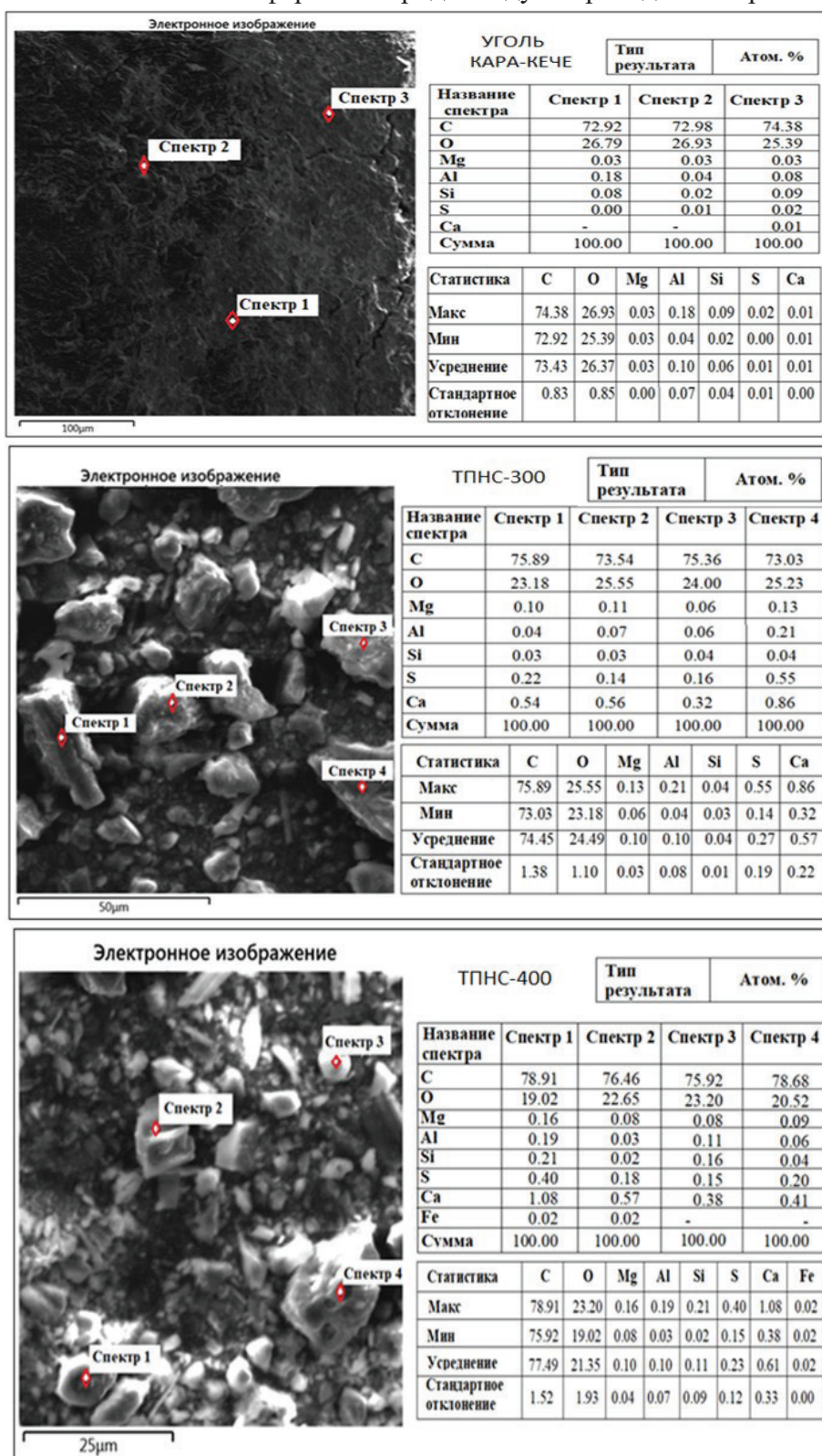


Рис.3. - ЭДС бурого угля Кара-Кече, твердых продуктов его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха (ТПНС-300, ТПНС-400)

Заметим, что энергодисперсионные спектры также получены на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA3, но при использовании детектора энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии [2].

Адсорбция красителей из водных растворов на буром угле Кара-Кече, твердых продуктах его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха. Гетерогенное равновесие в системе адсорбент – водный раствор красителя устанавливалось в течение 24 часов в суховоздушном термостате при $T=298^{\circ}\text{K}$. При этом первые 2 часа фазы перемешивали через каждые 15 минут. По истечении 24

часов фазы разделяли на шприцевом фильтре с размерами пор 1-2 мкм. Определение составов водных растворов красителей осуществлялось спектрофотометрическим методом на спектрофотометр V721. Для водных растворов метиленового голубого измерения проводились на длине волны 670 нм, а для водных растворов метилового оранжевого – 400 нм. Во всех случаях использовались кюветы толщиной 1 см.

Данные по адсорбции красителей из водных растворов на буром угле Кара-Кече, взяты в [3]. Изотермы адсорбции метиленового голубого, метилового оранжевого, соответственно, из водных растворов на ТПНС-300 и ТПНС-400 приведены на рис.4.

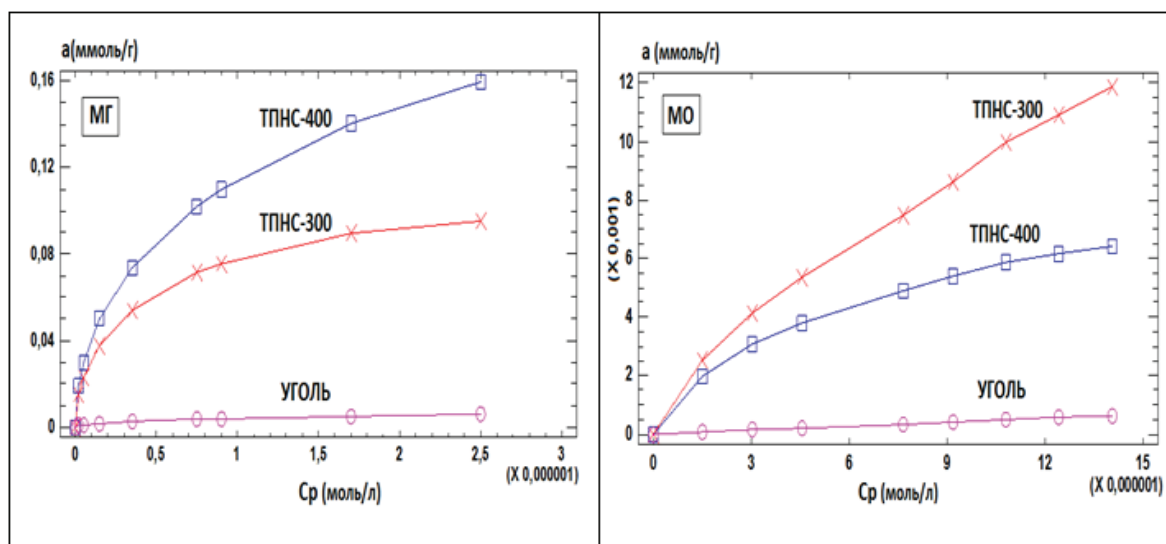


Рис. 4. – Изотермы адсорбции метиленового голубого (МГ), метилового оранжевого (МО) из водных растворов на угле Кара-Кече, твердых продуктах его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха (ТПНС-300, ТПНС-400)

Величины адсорбций рассчитывались по уравнению:

$$a = \frac{(C_0 - C_p) \cdot V}{m} \cdot 1000$$

где C_0 и C_p – начальные и равновесные концентрации красителей, М; V – объем раствора, л; m – масса адсорбента, г; 1000 – переводной множитель; a – адсорбция, в ммоль/г.

Результаты и обсуждение

Максимумы характеристических полос поглощения важнейших атомных групп

пировок исследуемых веществ приведены в таблице 1. При идентификации ИК–спектров исследуемых веществ использованы значения максимумов характеристических полос поглощения важнейших атомных группировок, взятых в работах [4,5].

Сопоставляя спектры бурого угля Кара-Кече, твердых продуктов его термической обработки при 300°C и 400°C, соответственно, можно отметить незначительные изменения в функциональном составе. Уменьшение площади полосы поглощения в области

Таблица 1. - Характеристические полосы поглощения бурого угля Кара-Кече, твердых продуктов его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха (ТПНС-300, ТПНС-400)

Группа	Частоты поглощения, см ⁻¹		
	УГОЛЬ	ТПНС-300	ТПНС-400
Валентные колебания свободных ОН групп неассоциированных молекул, межмолекулярные и внутримолекулярные водородные связи	3660, 3471, 3457, 3408 3395, 3346	3654, 3386	3694, 3615, 3406
Валентные колебания С-Н связей алифатических углеводородов	2921	-	-
Валентные колебания С=О в ангидридах с пятичленным циклом сопряженные	-	1853	1840
Валентные колебания С=О в карбоксильных (Ar-COOH) и карбонильных группах (Ar-CHO), в аминокислотах и амидах	1700	1708	1715
Валентные колебания С=C, сопряженной с С=О или Ar (арил), полиароматические углеводороды, валентные колебания ароматического кольца	1593	1596	1591
Деформационные колебания –С-Н в алифатических углеводородах	1430	-	-
Валентные колебания иона -COO ⁻	1380	1383	1392
Валентные колебания С-О-Н в спиртах и О-Н в фенолах	1257	1239	-
Валентные колебания HSO ₄ ⁻ и SO ₄ ²⁻ ионов	1169, 1116	1131, 1115	1115, 1034
Деформационные колебания С-Н в моно-, ди- и тризамещенных аренах	1028	1030	1009
Валентные колебания Si–O	914	915	913
Деформационные колебания Si–O и Si-O-Me	754, 541, 470	757, 537, 477	776, 539, 471

3600-3400 см^{-1} , характеризующих колебания гидроксильных групп в спектрах ТПНС-300 и ТПНС-400 по сравнению со спектром исходного бурого угля свидетельствует о снижении количества кристаллизационной воды. В спектре исходного бурого угля присутствуют полосы поглощения с пиками при 2921 и 1430 см^{-1} , характеризующие валентные и деформационные колебания С-Н связей в алифатических углеводородах. В спектрах продуктов термической обработки угля эти пики отсутствуют, что может свидетельствовать об окислении алифатических периферийных групп в угле. Появление слабых полос поглощения с пиками при 1853 см^{-1} в спектре ТПНС-300 и при 1840 см^{-1} в спектре ТПНС-400 (в исходном буром угле эти пики отсутствуют), характеризующих валентные колебания С=О в ангидридах с пятичленным циклом (сопряженные) свидетельствует о частичном окислении ароматических колец. В спектре ТПНС-400 отсутствует полоса поглощения, характеризующая валентные колебания С-О-Н в спиртах и О-Н в фенолах, что можно объяснить окислением вторичных спиртовых групп до карбонильных, а фенолов до хинонов. Таким образом, анализ ИК-спектров показывает, что в процессе термической обработки бурого угля при исследуемых температурах протекают процессы частичного окисления, что не оказывает существенного влияния на функциональный состав.

Из фотографий (рис.2) видно, что бурый уголь Кара - Кече, твердые продукты его термообработки при 300 $^{\circ}\text{C}$ и 400 $^{\circ}\text{C}$ в атмосфере кислорода воздуха морфологически мало отличаются друг от друга. Так, бурый уголь Кара - Кече представляет собой как крупные частицы размером до 200 мкм, так и более мелкие, различной степени дисперсности и размерами вплоть до 200нм. Твердые продукты термообработки бурого угля Кара-Кече (ТПНС-300, ТПНС-400) представлены, в основном, мелкодисперсными частицами размерами до 2 мкм, мельчайшие из ко-

торых имеют сферическую форму и спаяны в конгломераты. В образцах ТПНС-300 и ТПНС-400 также наблюдаются более крупные частицы неправильной формы до 50 мкм. Заметим, что как для частиц твердых продуктов термообработки угля Кара-Кече при 300 $^{\circ}\text{C}$ и 400 $^{\circ}\text{C}$ в атмосфере кислорода воздуха, так и исходного топлива наблюдается пористость поверхности.

Из рис. 3 видно, что локальный элементный состав исследуемых образцов угля Кара-Кече, твердых продуктов его термообработки (ТПНС-300, ТПНС-400) в различных точках поверхности заметно отличается, что свидетельствует об их химической неоднородности. Вместе с тем, средние значения атомных процентов по углероду незначительно увеличиваются от 73% до 77% в ряду (I):

УГОЛЬ - ТПНС-300 - ТПНС-400 (I)

При этом средние значения атомных процентов по кислороду незначительно уменьшаются от 25% до 21% в направлении противоположном ряду I. Полученные результаты, по-видимому, являются следствием небольшой потери массы и незначительного изменения состава исследуемых образцов ТПНС-300, ТПНС-400, несмотря на их термообработку в присутствии кислорода воздуха.

Таким образом данные РЭМ, ЭДС угля Кара-Кече, твердых продуктов его термообработки при 300 $^{\circ}\text{C}$ и 400 $^{\circ}\text{C}$ в атмосфере кислорода воздуха говорят о незначительных изменениях морфологии поверхности, микроэлементного состава данных углеродных сорбентов.

Важной характеристикой сорбента является его удельная площадь поверхности, предельное значение которой (S_{∞}^{max}) рассчитывается по уравнению [6]:

$$S_{\infty}^{\text{max}} = N_A \cdot a_{\infty} \cdot \omega \quad (2),$$

где N_A - число Авогадро; a_{∞} - предельная адсорбция, (ммоль/г); ω -

площадка, занимаемая одной молекулой адсорбата, (нм^2). По данным работы [7], площадка, занимаемая молекулой метиленового голубого на плоскости равна $\sigma = 0,69 \text{ нм}^2$, а метилового оранжевого, соответственно, $\sigma = 0,64 \text{ нм}^2$. Экспериментальные данные адсорбции метиленового голубого и метилового оранжевого из водных растворов на буром угле Кара-Кече, твердых продуктах его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха, соответственно, приведены на рис. 4. Легко видеть, что все изотермы адсорбции представляют собой кривые Ленгмюровского типа. Это обстоятельство позволяет считать возможным связывание красителей на поверхностных реакционных

центрах исследуемых углеродных сорбентов. При этом, адсорбция метиленового голубого на буром угле Кара-Кече, твердых продуктах его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха существенно больше, чем метилового оранжевого. Предельные адсорбции из водных растворов красителей на буром угле Кара-Кече, ТПНС-400, ТПНС-300, соответственно, получены из данных рис.4, рассмотрены в координатах уравнения Ленгмюра. Линеаризация соответствующих зависимостей осуществлялась графически при использовании пакета статистических программ демонстрационной версии «Statgraphics Centurion» [8]. Результаты расчетов приведены в табл.2.

Таблица 2. - Параметры уравнения Ленгмюра для адсорбций красителей из водных растворов на буром угле Кара-Кече, твердых продуктах его термообработки при 300°C и 400°C в атмосфере кислорода воздуха

$C_p/a = (1/K \cdot a_\infty) + (1/a_\infty) \cdot C_p$				
Сорбат	Сорбент	Уравнение линейной регрессии	a_∞ (ммоль/г)	K
МГ	ТПНС-400	$C_p/a = 2,4 \cdot 10^{-6} + 5,6 \cdot C_p$	0,179	$2,3 \cdot 10^6$
	ТПНС-300	$C_p/a = 1,8 \cdot 10^{-6} + 10,4 \cdot C_p$	0,096	$5,7 \cdot 10^6$
	УГОЛЬ	$C_p/a = 6,6 \cdot 10^{-5} + 150,8 \cdot C_p$	0,066	$2,3 \cdot 10^6$
МО	ТПНС-400	$C_p/a = 3,7 \cdot 10^{-4} + 130,2 \cdot C_p$	0,008	$3,4 \cdot 10^5$
	ТПНС-300	$C_p/a = 3,0 \cdot 10^{-4} + 68,6 \cdot C_p$	0,015	$2,2 \cdot 10^5$
	УГОЛЬ	$C_p/a = 1,5 \cdot 10^{-2} + 764,9 \cdot C_p$	0,001	$0,5 \cdot 10^5$

По уравнению (2), данным таблицы 2 для значений предельных адсорбций (a_∞), величин используемых органических маркеров, рассчитаны предельные значения

удельных площадей поверхности бурого угля Кара-Кече, твердых продуктов его термообработки (ТПНС-400, ТПНС-300). Результаты расчетов приведены в виде гистограммы на рис. 5.

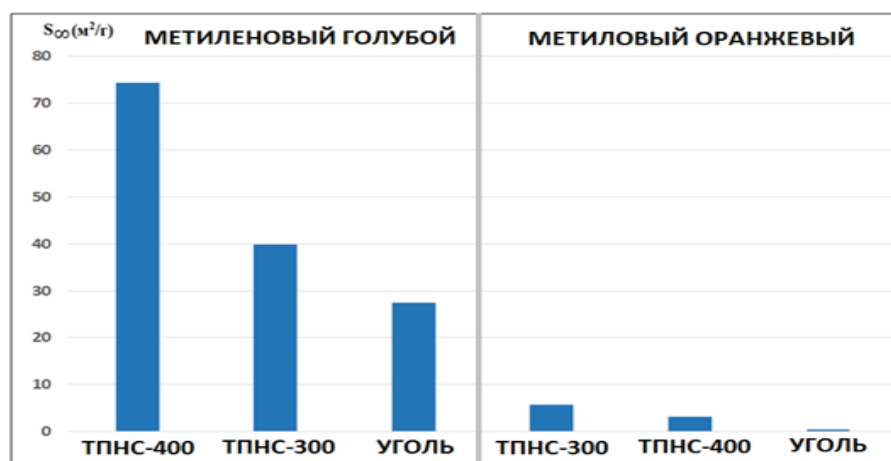


Рис. 5. - Гистограмма предельных значений удельных площадей поверхности бурого угля Кара-Кече, ТПНС-400, ТПНС-300, определенных по метиленовому голубому и метиловому оранжевому

Видно, что предельная площадь поверхности, рассчитанная по метиленовому голубому наибольшая для ТПНС-400 и наименьшая для бурого угля. Однако, если площадь поверхности определена по метиловому оранжевому, то оказалась наибольшей для ТПНС-300 и наименьшей для бурого угля. При этом, площадь поверхности всех сорбентов, определенная по метиленовому голубому, всегда больше, чем по метиловому оранжевому. Очевидно,

что в результате термообработки угля Кара-Кече в атмосфере кислорода воздуха на поверхности ТПНС-400 и ТПНС-300 формируются дополнительные центры связывания как катионных, так и анионных красителей, по сравнению с исходным топливом. Сравнительно высокие значения констант адсорбционного равновесия, дают основание предположить, что адсорбционное взаимодействие молекул МГ и МО с активными центрами углеродной поверхности имеет химическую природу.

Литература

1. Макаров, В.П. Растровая электронная микроскопия [Текст]: учебно-методическое пособие / В.П. Макаров, О.Н. Каныгина. – Бишкек: КРСУ, 2009. – 32с.
2. Кузнецова, Г.А. Качественный рентгенофазовый анализ [Текст]: методические указания / Г.А. Кузнецова. - Иркутск: ГОУ ВПО ИГУ, 2005.- 25 с.
3. Карабаев, С.О. Адсорбция органических красителей на золе и угле Кара -Кече [Текст] /С.О. Карабаев, М.Ж. Жоробекова, А.В. Харченко, Б.К. Сарымзакова // Вестник Кыргызского Национального университета. – 2016. - № 3(87). – С. 30 – 37.
4. Накамото, К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений [Текст]: книга / пер. с англ., под ред. профессора Ю.К. Пентина / К. Накамото.- М: Мир, 1991.- 536 с.
5. Колесник, И.В. Инфракрасная спектроскопия [Текст]: методическая разработка / И.В. Колесник, Н.А. Саполетова.- М: МГУ, 2011. - 88с.
6. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии [Текст] / Ю.Г. Фролов. – М.: Химия, 1989. – 463с.
7. Хохлова, Т.Д. Адсорбция красителей на активных углях и графитированной термической саже [Текст] / Т.Д. Хохлова, Т.Х. Ле // Вестник Московского университета. – 2007. – Т.48, №3. – С.157-161.
8. Дюк, В. Обработка данных на ПК в примерах [Текст] / В. Дюк. – Петербург: Питер, 1997. – 227 с.

УДК:546.623:591.272(575) (04)

Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович

д.х.н., профессор, заведующий лабораторией переработки минерального и органического сырья, Институт химии и фитотехнологии НАН КР

Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович

х.и.д., проф., Минералдык жана органикалык заттарды кайра иштетүү лабораториясынын баишчысы,

Химия жана фитотехнология институту, УИА КР

Murzubraimov Bektemir Murzubraimovich

doctor of chemical sciences, prof. Head of the Laboratory conversion of mineral and organic raw materials,

Institute of chemistry and phytotechnology NAS KR

Кочкорова Зарипа Бекмырзаевна

к.х.н., с.н.с., в.н.с., Институт химии и фитотехнологии НАН КР

Кочкорова Зарипа Бекмырзаевна,

х.и.к., у.и.к., ж.и.к., КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту

Kochkorova Zaripa Bekmurzaevna

Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher, Institute of Chemistry and Phytotechnologies

of the NAS KR

Калчаева Бурулкан Шаршеналиевна

н.с., Институт химии и фитотехнологии НАН КР

Калчаева Бурулкан Шаршеналиевна,

и.к., КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту

Kalchaeva Burul Sharshenalievna

Researcher Institute of Chemistry and Phytotechnologies of the NAS KR

Мамытбекова Жыпара

н.с., Института химии и фитотехнологии НАН КР

Мамытбекова Жыпара,

илимий кызматкер,

КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту

Mamytbekova Jypara

Researcher Institute of Chemistry and Phytotechnologies of the NAS KR

АКТИВИРОВАНИЕ ВСКРЫШНОЙ ПОРОДЫ МЕТОДОМ СПЕКАНИИ В ПРИСУТСТВИИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация. Проведены исследования по активированию вскрышной породы угольного месторождения Кара-Кече методом спекания в присутствии серной кислоты с последующим выщелачиванием раствором серной кислоты и водой. Показано, что спекание вскрышной породы с серной кислотой приводит к ухудшению ее адсорбционных свойств. Выявлена возможность активирования вскрышной породы путем спекания и обработкой растворами

серной кислоты и воды. Показано, что адсорбционная активность у вскрышной породы после ее активирования по отношению к основному красителю метиленовому синему практически мало меняется, а по отношению к метиловому оранжевому снижается в 2,5% раза. Установлено увеличение суммарного объема пор вскрышной породы (в1,4-1,5) после ее активирования.

Показано, что активирование вскрышной породы лучше производить, введением 75%-ного раствора серной кислоты в количестве 60% от стереохимии, необходимой для образования солей алюминия, железа, щелочных и щелочно-земельных металлов. Выявлено, что в процессе обработки спека вскрышной породы серной кислотой лучше использовать серную кислоту 30-40%-ной концентрации.

Ключевые слова: вскрышная порода, активирование, спекание, серная кислота, адсорбционная активность, суммарный объем пор, оксид алюминия, оксид железа.

КӨМҮР КАМТЫГАН ТАШТАНДЫЛАРДЫ КҮКҮРТ КИСЛОТАСЫНЫН КАТЫШУУСУ МЕНЕН КҮЙГҮЗҮҮ ЫКМАСЫ АРКЫЛУУ АКТИВДЕШТИРҮҮ

Аннотация. Кара-Кече көмүр кениндеги таштандыны күкүрт кислотасынын катышуусу менен күйгүзүп, андан кийин күкүрт кислотасынын эритмеси же суу менен иштетүү аркылуу активдештирүүнүн изилдөөлөрү жүргүзүлдү. Көмүр камтыган таштандыны күкүрт кислотасын кошуу менен күйгүзүүдө анын адсорбциялык касиетинин төмөндөшү көрсөтүлгөн. Көмүр камтыган таштандыны күйгүзүүдөн кийин күкүрт кислотасынын эритмеси же суу менен иштетүү аркылуу аны активдештирүүгө боло тургандыгы аныкталган. Таштанды породаны активдештирүүдөн кийин анын метил кок боегуна болгон адсорбциялык активдүүлүгү бир аз эле өзгөргөндүгү, ал эми метил кызгылт сары боегуна болгон адсорбциялык активдүүлүгү 2,5 эсе азайгандыгы көрсөтүлгөн. Көмүр камтыган таштандыны активдештиргенден кийин анын тешикчелеринин суммардык жалпы көлөмүнүн (1,4-1,5 эсеге) жогорулашы аныкталган.

Көмүр таштандысын активдештирүүдө негизинен 75%-дуу күкүрт кислотасынын эритмесинен алюминийдин, темирдин, щелочтуу жана щелочтуу жер металлдардын күкүрт кычкыл туздарын пайда кылууга керектелген стехиометриялык өлчөмдөгү 60%-ды кошуу жетиштүү экендиги көрсөтүлдү. Күйгүзүүдөн алынган куйкумду шакардоо процессинде 30-40%-дуу концентрациядагы күкүрт кислотасын колдонуу керек экендиги аныкталган.

Негизги сөздөр: көмүр камтыган таштандылар, активдештирүү, күйгүзүү, күкүрт кислотасы, адсорбциялык активдүүлүгү, тешикчелердин суумардык жалпы көлөмү.

ACTIVATION OF OVERBURDEN BY THE METHOD IN THE PRESENCE OF SULFURIC ACID

Abstract. Studies have been carried out on the activation of the overburden of the Kara-Keche coal deposit by sintering in the presence of sulfuric acid, followed by leaching with a solution of sulfuric acid and water. It is shown that sintering of overburden rock with sulfuric acid leads to an increase in its adsorption properties. The possibility of activation of overburden rock by sintering and treatment with solutions of sulfuric acid and water has been revealed. It is shown that the adsorption activity of the overburden rock after its activation with respect to the main dye methylene blue changes practically little, and with respect to methyl orange decreases by a factor of 2%. An increase in the total pore volume of the overburden rock (b1,4-1,5) after its activation was found. It is shown that it is better to activate the overburden by introducing a 75% solution of

sulfuric acid in an amount of 60% of the stereochemistry necessary for the formation of aluminum, iron, alkaline and alkaline-earth metals salts. It was revealed that in the process of processing the sinter of overburden with sulfuric acid, it is better to use sulfuric acid of 30-40% concentration.

Keywords: overburden, activation, sintering, sulfuric acid, adsorption activity, total pore volume, aluminum oxide, iron oxide.

В последнее время в научной литературе все больше появляются исследовательские работы по изучению отходов угледобычи с выявлением химико-минералогического состава и выяснением возможности их применения в качестве исходного сырья при производстве различных ценных продуктов: строительных материалов (керамического кирпича и канализационных труб, теплоизоляционных материалов, тяжелого и легкого бетона), глинозема, солей алюминия и железа, коагулянта для очистки питьевых и сточных вод [1-7]. Утилизация отходов угля добычи, с одной стороны, позволяет расширить сырьевую базу алюмосиликатного сырья, используемого в строительной, химической, алюминиевой и др. промышленности, а, с другой, в какой-то степени снизить негативное воздействие отходов на окружающую среду. Поэтому, изыскание путей использования отходов угледобычи как сырья является актуальной задачей.

В данной работе рассматриваются результаты исследований возможности активирования вскрышной породы с целью использования ее в качестве сорбента в адсорбционных процессах.

В качестве объекта исследования выбрана вскрышная порода угольного месторождения Кара-Кече, анализ химического состава которой проведен по методике силикатного анализа минералов [13] показывает следующее содержание компонентов: 44,73% SiO_2 , 19,92% Al_2O_3 , 2,85% Fe_2O_3 , 1,84% CaO , 1,01% MgO . Потеря веса при прокаливании составляет 24,94%.

Активирование вскрышной породы методом спекания с введением серной кислоты произвели следующим образом. Определенную навеску вскрышной породы смешивали с 75 %-ной серной кислотой в количестве от 20 до 80 % от стехиометрии,

необходимом для образования сернокислых солей алюминия, железа, щелочных и щелочно-земельных металлов. Полученная смесь в тиглях спекалась при температуре 300°C в муфельной печи (СНОЛ 1,6.2,51/11 U2) в течение двух часов. Получены образцы, путем спекания и обработкой растворами серной кислоты и водой, при этом массовое соотношение жидкой фазы к твердой была 5:1, температура реакционной смеси – 98-100°C, время обработки – 60 минут. По истечению времени обработки, путем фильтрования на воронке Бюхнера отделяли твердую фазу от жидкой и в последней определяли содержание алюминия комплексонометрическим методом [8] и железо колориметрическим методом [9].

С целью изучения адсорбционных свойств вскрышной породы до и после ее активирования определялась их адсорбционная активность по отношению к красителям метиленовому синему (МС) и метиловому оранжевому (МО) и суммарному объему пор. Принимая во внимание, что в составе вскрышной породы в основном присутствуют глинистые и углеродистые вещества изучение адсорбции красителей производилось по методике, применяемой для активного угля [10] и для глинистых минералов [11]. Изучение адсорбции МС и МО производилось при следующих условиях: концентрация красителя – 1500 мг/дм³, объем раствора – 25 мл, навеска адсорбента – 0,6 г и время контакта сорбента с раствором – 24 часа. Суммарный объем пор исследуемых образцов вскрышной породы определялся статическим методом по адсорбции паров бензола [12]. Спеканием вскрышной породы (ВП) с введением 75%-ной серной кислоты в количестве 40, 60, 80% от стехиометрии получены активированные образцы ВП-40, ВП-60 и ВП-80. Также получены образцы вскрышной породы с

спеканием и их последующей обработкой серной кислотой с концентрацией 30, 40, 60 и водой: ВП-30, ВП-40, ВП-60 и ВП-Н₂O.

Изучение адсорбционных свойств вскрышной породы и ее активированных образцов (табл.1) показывает, что у образцов, полученных спеканием при разном содержании серной кислоты, адсорбционная активность по отношению красителю МС уменьшается в среднем 4,3 раза, а суммарный объем пор в среднем в 1,3

раза по сравнению с исходной вскрышной породой. Эти данные свидетельствуют об ухудшении адсорбционных свойств вскрышной породы в процессе спекания за счет изменения химии поверхности и пористой структуры исследуемой породы.

Результаты исследований адсорбционных свойств образцов вскрышной породы, полученных спеканием с последующей обработкой растворами серной кислоты и водой, приведены в табл.2.

Таблица 1. Адсорбционные свойства образцов вскрышной породы, полученных спеканием серной кислотой

Образцы	Адсорбционная активность по метиленовому синему, мг/г	Суммарный объем пор образцов, V _Σ , см ³ /г
ВП	33,75	0,07
ВП-40	7,82	0,052
ВП-60	7,70	0,056
ВП-80	7,92	0,054

Из данных в таблице 2 видно, что после активирования адсорбционная активность вскрышной породы по отношению к

МС, являющимся основным красителем [14], практически мало меняется, а

Таблица 2. Адсорбционные свойства активированных образцов вскрышной породы

Образцы	Суммарный объем пор образцов, V _Σ , см ³ /г	Адсорбционная активность по красителю, мг/г	
		метиленовый голубой	метиленовый оранжевый
ВП	0,07	26,67	49,17
ВП-30	0,107	23,33	38,75
ВП-40	0,101	-	-
ВП-60	0,105	24,17	47,29
ВП-Н ₂ O	0,105	18,33	19,37

адсорбционная активность исследуемых образцов в отношении к МО, являющимся кислотным красителем [14], такая же как при адсорбции МС, кроме образца, полученного спеканием и обработкой водой. У этого образца адсорбционная активность по отношению к МО снижается в 2,5 раза по

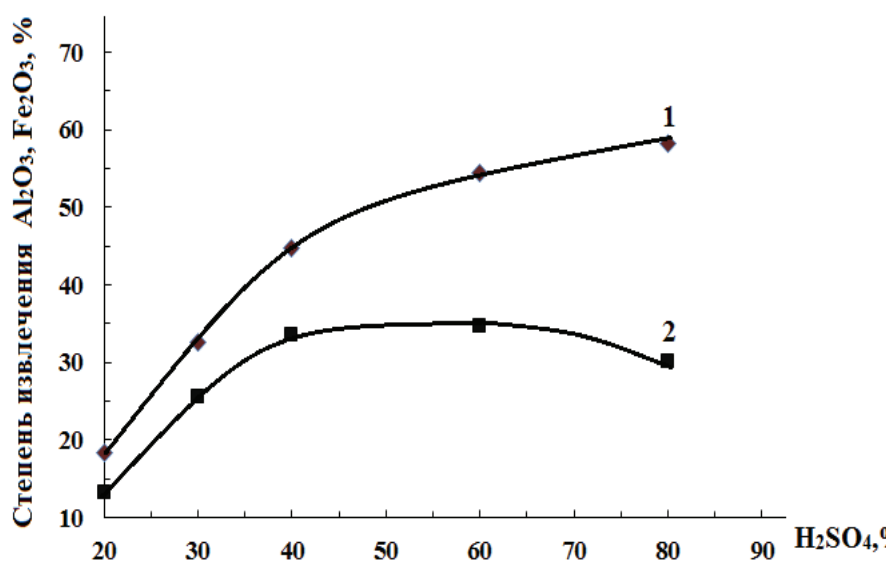
сравнению неактивированной вскрышной породой. Этот факт говорит о том, что в процессе обработки спекшей массы вскрышной породы происходит изменение содержания активных центров основного характера, активно взаимодействующих с МО.

Из данных в таблице 2 по определению суммарного объема пор образцов вскрышной породы следует, что процесс обработки спека растворами серной кислоты и водой в какой-то степени оказывает влияние на пористую структуру вскрышной породы. После активирования суммарный объем пор вскрышной породы увеличивается в 1,4-1,5 раза.

Для того, чтобы выявить эффективность взаимодействия компонентов вскрышной породы с серной кислотой нами проведены

экспериментальные работы по определению содержания алюминия и железа в растворах, полученных при обработке спека вскрышной породы с различным содержанием серной кислоты (от 40 до 80 % от стехиометрии) с водой, результаты которых представлены на рисунке.

Из данных рисунка видно, что повышение количества серной кислоты добавленной к породе до 60%-ного содержания способствует постепенному увеличению извлеченного алюминия и железа в раствор



и при 60%-ном содержании кислоты в спеке наблюдается заметное увеличение степени извлечения Al_2O_3 (54,2%) и Fe_2O_3 (35,4%), дальнейшее повышение содержания кислоты в породе мало влияет на растворение соединений алюминия и железа. Так, при 80%-ном содержании в породе степень извлечения Al_2O_3 составляет всего 58,2%, а степень извлечения Fe_2O_3 понижается до 30,1%. Следует отметить, что при введении 75%-ной серной кислоты в количестве больше 60% к породе, получается спек, трудно подаваемый к измельчению. Для того, чтобы выяснить в каком растворе серной кислоты лучше обрабатывается полученный спек

вскрышной породы, на примере образца, активированного спеканием с введением 75%-ной серной кислоты в количестве 40%, нами проведены опыты по выщелачиванию спека в растворах серной кислоты 30, 40 и 60%-ной концентрации.

В табл. 3 приведены результаты исследований по выщелачиванию спека вскрышной породы растворами серной кислоты.

Из таблицы 3 следует, что при выщелачивании спека серной кислотой 30, 40 и 60%-ной концентрации наблюдается некоторое повышение степени извлечения Al_2O_3 (до 27,9%), в отношении соединений железа повышение концентрации кис-

Таблица 3. Влияние концентрации серной кислоты на извлечение оксидов алюминия и железа в раствор из спекшей массы вскрышной породы

Образцы	Степень извлечения оксидов в раствор, %	
	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
ВП-Н ₂ O	18,32	13,33
ВП-30	22,14	29,47
ВП- 40	23,44	36,84
ВП- 60	27,96	40,35

лоты в процессе выщелачивания спека способствует заметному их растворению и тем самым увеличивается содержание железа в растворе, где степень извлечения Fe₂O₃ достигает 40,3% при выщелачивании спека 60%-ной серной кислотой. Эти данные свидетельствуют о том, что обработкой спека раствором серной кислоты можно получить активированный образец вскрышной породы с меньшим содержанием железа. Однако, следует отметить, что в процессе выщелачивания спека серной кислотой лучше использовать 30-40%-ную концентрацию, так как повышение концентрации кислоты выше 40%-ной приводит к заметному извлечению алюминия из породы, что нежелательно для сорбционных свойств продукта.

Из выше изложенного следует, что спекание вскрышной породы с серной кислотой приводит к ухудшению ее

адсорбционных свойств. Показана возможность активирования вскрышной породы путем спекания обработкой растворами серной кислоты и воды. Показано, что адсорбционная активность у вскрышной породы после ее активирования по отношению к основному красителю метиленовому синему практически мало меняется, а к кислотному красителю метиловому оранжевому снижается в 2,5 раза.

Установлено увеличение суммарного объема пор вскрышной породы (в1,4-1,5) после ее активирования. Показано, что активирование вскрышной породы лучше производить, введением 75%-ного раствора серной кислоты в количестве 60% от стереохимии.. Выявлено, что в процессе обработки спека вскрышной породы серной кислотой лучше использовать серную кислоту 30-40%-ной концентрации.

Литература

1. Вакалова Т.В., Погребенков В.М. Рациональное использование природного техногенного сырья в керамических технологиях // Строительные материалы. – 2007. – №4. – С. 58-61.
2. Столбоушкин А.Ю. Отходы углеобогащения как сырья и энергетическая база заводов керамических строительных материалов // Строительные материалы. – 2011. – №4. – С. 43-46.
3. Кара-Сал Б.К., Чюдюк С.А. Вскрышные породы угледобычи-перспективное сырье для производства строительных материалов // Вестник технические и физико-математические науки. –2017. –№3. –С. 98-102.
4. Березовский С.Н., Воронова Н.П. Использование местного сырья и вскрышных пород

для производства строительных материалов // Горная механика. – 2013. – №1. – С. 56-69.

5. *Ямпуров М.Л.* Разработка кислотных способов комплексного использования вскрышной породы подмосковного угольного бассейна. дисс...канд.техн. наук: 05.16.02./ М.Л. Ямпуров. –Москва, 2001.

6. *Сапелкина Т.В., Кара-сал Б.К.* Гидравлическая и адсорбционная активность вскрышных пород угле добычи Тувы // Фундаментальные исследования. –2018. – №9. – С. 7-12.

7. *Мурзубраимов Б.М., Кочкорова З.Б., Калчаева Б.Ш., Маразыкова Б.Б., Тыналиева К.Т.* Исследование возможности получения оксида алюминия из вскрышной породы [Электронный ресурс]: Электронное периодическое издание «E-Scio.ru» — Эл № ФС77-66730 — Режим доступа: [http://e-scio.ru/wp-content/uploads/2020/09/Мурзубраимов Б. М., Кочкорова З. Б. Калчаева Б. Ш., Маразыкова Б. Б., Таналиева К. Т., pdf](http://e-scio.ru/wp-content/uploads/2020/09/Мурзубраимов_Б.М.,_Кочкорова_З.Б.,_Калчаева_Б.Ш.,_Маразыкова_Б.Б.,_Таналиева_К.Т..pdf): Загл. с экрана.

8. *Сочеванова М.М.* Ускоренный анализ горных пород применением комплексометрии. –М.: Наука. 1969. –160с.

9. *Сендел Е.* Колориметрические методы определения следов металлов. –М.: Изд. Мир. 1964. –904с.

10. ГОСТ 4453-74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. –М.: Издательство стандартов. 1993. С 1-21.

11. *Берлин Т.С.* Определение емкости поглощения глин с помощью органических красителей. Механизм адсорбции метиленового голубого и метилвиолета на глинах.// Материалы совещание.: Исследование и использование глин. Львов. Изд-во: Львовского университета. – 1958. – С. 795-801.

12. *Кельцев Н.В.* Основы адсорбционной техники. –М.: Химия. 1984. –591с

13. *Пономарев А.И.* Методы химического анализа силикатных и карбонатных горных пород. –М.: Изд.АН СССР. 1961. – 414с.

14. *Хохлова Т.Д., Хиен Ле Тхи.* Адсорбция красителей на активных углях и графитированной термической саже // Вест.Моск. ун-та. сер.2. химия. – 2007. – Т. 48. – №3. – С. 157-161.

НАНОТЕХНОЛОГИЯ

УДК:611. 428:[615/37:57.089.24]

Габитов Валерий Хасанович

*Доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии
человека, топографической анатомии и оперативной хирургии,
КPCY им. Б. Н. Ельцина*

Gabitov Valeriy Hasanovich

*Doctor of medical sciences, professor, Department of anatomy,
topographical anatomy and operative surgery,
KRSU named after B.N.Yeltsin*

Бейсембаев Анвар Акулкеримович

*Кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии
человека, топографической анатомии и оперативной хирургии,
КPCY им. Б.Н.Ельцина*

Beisembaev Anvar Akulkerimovich

*Candidate of medical sciences, docent, Department of anatomy,
topographical anatomy and operative surgery,
KRSU named after B.N.Yeltsin*

Сулайманкулова Саадат Касымбаевна

*Доктор химических наук, профессор,
зав. лабораторией нанотехнологии,
Институт химии и фитотехнологий НАН КР*

Sulaimankulova Saadat Kasymbaevna

*Doctor of chemical sciences, professor,
head of nanotechnology Laboratory,
Institute of Chemistry and Phytotechnology, NAS KR*

Саалиева Айнура Накеновна

*Преподаватель кафедры анатомии
человека, топографической анатомии и оперативной хирургии,
КPCY им. Б. Н. Ельцина*

Saaliyeva Ainura Nakenovna

*Teacher, Department of anatomy, topographical anatomy
and operative surgery, KRSU named after B.N.Yeltsin*

Трунова Екатерина Анатольевна

*Старший преподаватель кафедры анатомии
человека, топографической анатомии и оперативной хирургии,
КPCY им. Б. Н. Ельцина*

Trunova Ekaterina Anatolyevna

*Senior-Teacher, Department of anatomy, topographical anatomy
and operative surgery, KRSU named after B.N.Yeltsin*

Исраилова Фируза Айсаяевна

*студентка 5 курса специальности «Лечебное дело»
медицинского факультета КРСУ им. Б. Н. Ельцина*

Israilova Firuza Aisaevna

*is a 5th-year student of the specialty “Medicine” of the Medical
Faculty of the KRSU named*

after the first President of the Russian Federation B. N. Yeltsin

ВОЗМОЖНОСТИ ИММУНОСТИМУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТА НАНОЗОЛОТА ПРИ ЕГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ

И КЛИНИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ

Аннотация. Нанотехнологии произвели революцию в медицинской практике и оказывают значительное влияние на здоровье человека. В эксперименте и клинике изучена возможность лечебно-профилактического действия нанозолота при лимфотропном и внутривенном введении. После лимфотропного введения препаратов нанозолота, изменения количественных соотношений клеточных компонентов лимфоузлов указывают определенную и отчетливую тенденцию к развитию процессов пролиферации и дифференцировки лимфоцитов, а в/в введение нанозолота приводит к снижению и стабилизации эозинофилов и лимфоцитов крови.

Ключевые слова: наноструктуры золота, лимфотропное введение, внутривенное введение, лимфоциты, клеточные популяции, лимфатический узел.

STIMULATING EFFECT OF NANOGOLD ON LYMPHOID CELLS BY LYMPHOTROPIC AND INTRAVENOUS INJECTION

Abstract. Nanotechnology has revolutionized medical practice and has a significant impact on human health. The possibility of the therapeutic and prophylactic effect of nanogold with lymphotropic and intravenous injection was investigated in the experiment and clinic. After lymphotropic implementation of nanogold preparations, changes in the quantitative ratios of cellular components of lymph nodes indicate a definite and distinct tendency to develop processes of proliferation and differentiation of lymphocytes, and intravenous introduction of nanogold leads to a decrease and stabilization of eosinophils and blood lymphocytes.

Key words: gold nanostructures, lymphotropic injection, intravenous injection, lymphocytes, cell populations, lymph node.

Введение. Внедрение нанотехнологий в медицинскую практику требует пристального внимания к взаимодействию между технологией и здоровьем человека. Нанотехнологии произвели революцию в медицине, но и оказывают значительное влияние на здоровье человека. Оценка рисков, управление рисками и информирование о рисках нанопрепаратов являются одними из наиболее сложных вопросов для экспери-

ментальных и клинических исследований [1]. К настоящему моменту установлено, что биологические и токсические действия наноматериалов из ЗНЧ зависят от нескольких показателей, критическим из которых является размер и форма частиц, поверхностная функционализация, доза и способы введения и т.д. Соответственно, наблюдается большой разброс данных и выводов по уровням и кинетике биораспределения и по

оценкам токсичности [2]. Поэтому имеется настоятельная необходимость в продолжении исследований, связанных с оценками размерных эффектов наночастиц в биораспределении по органам и их воздействии на организм человека и животных, в частности на иммунную систему. Нанотехнология принесет фундаментальный прорыв в медицине [1,2]. В экспериментах на мышах ученые случайно обнаружили, что наночастицы железа, которые были созданы в качестве лекарства от анемии, заставляют макрофагов атаковать раковые клетки [3].

Благодаря нанотехнологиям ведется разработка новых лекарств, биологических и медицинских устройств, расширяется список существующих терапевтических средств. В недалеком будущем нанотехнологиям будет отводиться решающая роль, т.к. существующие методы лечения не всегда действенны: хирургия слишком груба, а лекарства зачастую слишком примитивны, не избирательны и малоэффективны. В настоящее время по всему миру ученые активно разрабатывают новые и эффективные подходы к прицельной доставке лекарств, чтобы улучшить результаты лечения и снизить побочные эффекты [3, 4].

Уникальность физико-химических, биологических и биохимических свойств наночастиц золота не могла не заинтересовать исследователей. В последние 15–20 лет, благодаря появлению новых данных об уникальных оптических и физико-химических свойствах золотых наночастиц, началось их активное применение в различных диагностических и терапевтических целях, как в экспериментальной биологии и медицине, так и на практике. Наночастицы золота стали широко применяться в иммунологии, в терапии бактериальных инфекций, раковых клеток и опухолей, лечение различных воспалений, направленную доставку лекарств, пептидов, ДНК, антигенов и др [1, 5]. Разными авторами отмечена пролиферативная активность, дифференцировка и созревание

клеточных элементов лимфатических узлов [5, 6].

В Национальной академии наук Кыргызской Республики синтезированы сферические наночастицы золота с использованием энергии импульсной плазмы [7]. По данным электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, наночастицы золота имеют размерность 3–5 нм, в силу чего также развитую удельную поверхность, которая при растворении наночастиц позволяет получить энергонасыщенный и активный нанораствор. Высокая активность нанораствора была подтверждена экспериментально [7].

Цель работы: оценить возможность иммуностимулирующего эффекта при лимфотропном и внутривенном введении применения наноструктур золота.

Материалы и методы исследования. Препарат золотых наночастиц (ПЗНЧ) разработан в лаборатории нанотехнологий НИИ химии и фитотехнологий НАН Кыргызстана путем плазменной возгонки из металла, чистотой 99,9998% [7]. Исследование проводилось с учетом биоэтических правил работы на экспериментальных животных и проведения клинических исследований (заключение Комитета по биоэтике при НЦРВХ № 3 от 29 августа 2019 г.). **Экспериментальная часть работы** проводилась на интактных белых лабораторных крысах обоего пола, массой 180–200 грамм ($n=25$). 0,5 мл раствора нанопрепарата золота (в концентрации по золоту $2,5 \cdot 10^{-4}\%$) вводился лимфотропным путем, однократно в паховую область. Забор материала для гистологического исследования проводился через 24 и 72 часа после начала эксперимента. Исследовались структурно-клеточные изменения подколенных и подвздошных лимфатических узлов со стороны введения. Внутривенное введение 250 мкл физраствора содержащего золотые наночастицы в концентрации по золоту $2,5 \cdot 10^{-4}\%$ ($n=24$) проводилось в клинике НЦРВХ.

Результаты и их обсуждение. Гистоморфологическая картина исследуемых лимфатических узлов показала, что после лимфотропного введения ПЗНЧ, положительную динамику их структурно-клеточных преобразований. Это проявилось статистически достоверной активацией

лимфоцитопоза после 24 часа после начала эксперимента. Через 72 часа наблюдения динамика изменений цитоархитектоники лимфоузлов сохраняла отмеченную тенденцию, что проявилось в дальнейшем увеличении разных форм лимфоцитов и фигур митоза в лимфатических фолликулах (рис.1).

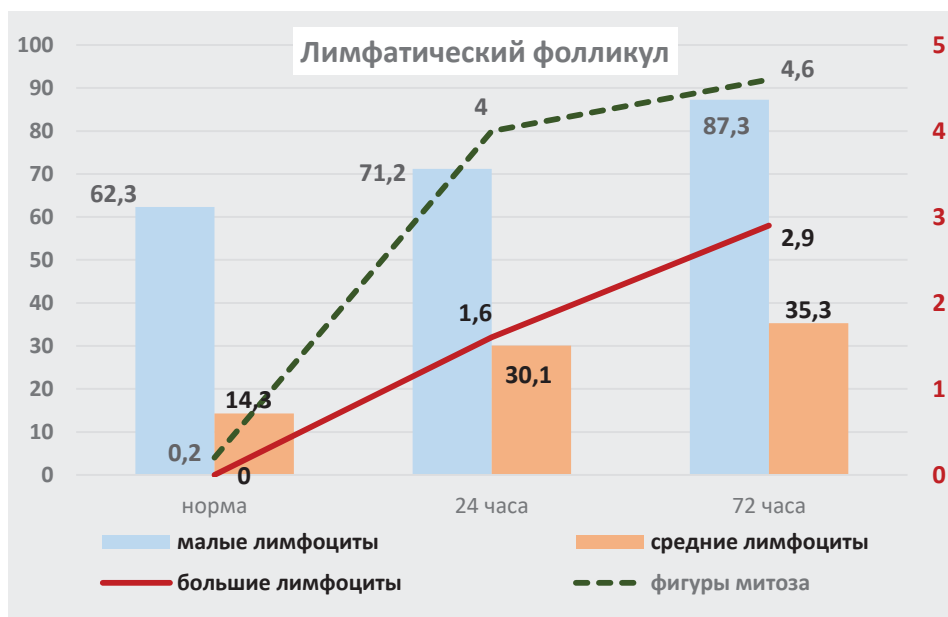


Рис.1 Лимфатический фолликул. Динамика изменений количества лимфоцитов и фигур митоза после введения ЗНЧ

Необходимо отметить, что увеличение в динамике показателей субпопуляций лимфоцитов, особенно их больших форм в различных зонах лимфатических узлов свидетельствует об усилении процессов дифференцировки и созревания иммунокомпетентных клеток (рис.2). Также, к 3-м суткам наблюдения отмечено увеличение клеток плазмочитарного ряда, более чем в 2 раза, наиболее выраженное в зоне мозговых тяжей (рис.3).

Наблюдаемая, под влиянием различных воздействий, гистоморфологическая картина лимфатических узлов об их цитологиче-

ских и функциональных перестройках полностью согласуется с данными литературы [8, 9]. Увеличение количества малых, средних, больших лимфоцитов в структурных зонах лимфатических узлов служит маркером активизации процессов миграции, пролиферации и дифференцировки иммунокомпетентных клеток.

Следовательно, вышеуказанная картина гистопрепаратов лимфоузлов позволяет нам с большой долей уверенности предположить наличие иммуномодулирующего действия ПЗНЧ после их лимфотропного введения экспериментальным животным.

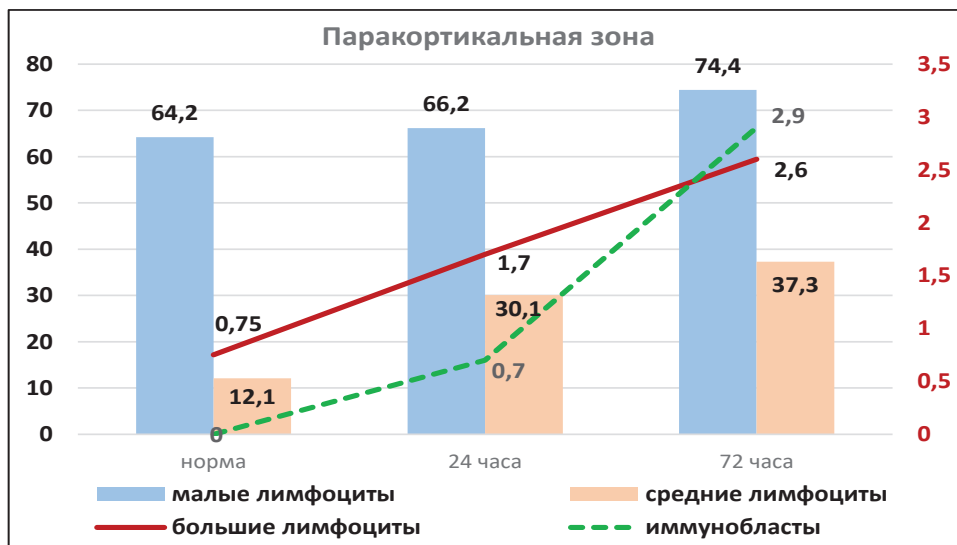


Рис.2 Паракортикальная зона. Динамика изменений количества клеточных элементов после введения ЗНЧ

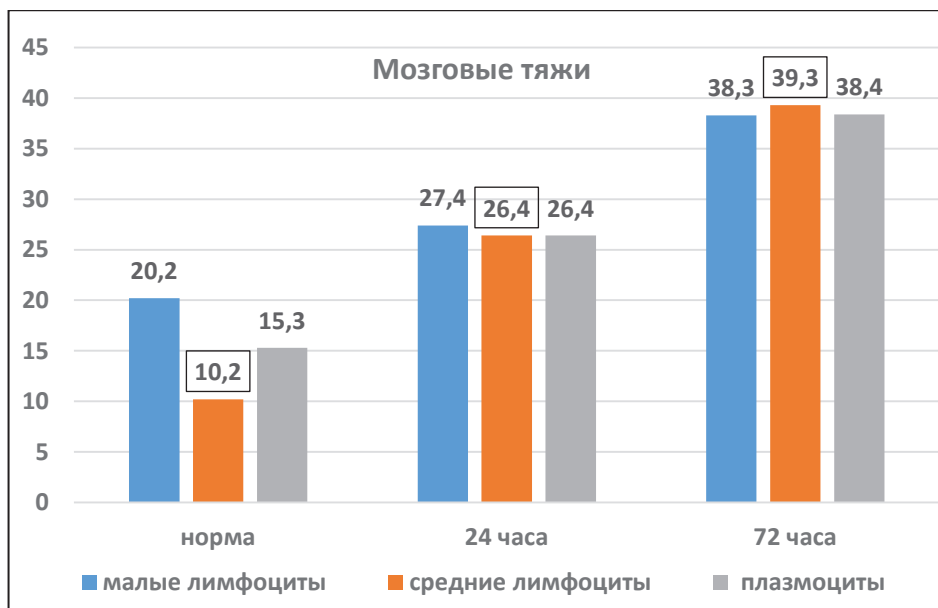


Рис.3 Мозговые тяжи. Динамика изменений количества клеточных элементов после введения ЗНЧ.

Клиническая часть работы проводилась в Научном центре реконструктивно-восстановительной хирургии МЗ КР (НЦРВХ). Исследование проводилось на добровольцах обоего пола (n=24), имеющих те или иные проявления атопического дерматита после перенесенного covid 19, что можно рассматривать как проявление патологических иммунных реакций. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют

о положительном эффекте нанопрепарата золота, что и подтверждается немногочисленными данными из литературных источников, где препараты золота вводились энтеральным путем [1, 6, 9]. Это позволило нам предположить, что внутривенное применение нанопрепарата золота позволит восстановить нарушенные иммунологические реакции организма человека.

Результаты продемонстрированы в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1. Изменения иммуноглобулинов после введения нанозолота ($M \pm m$).

Показатели	Норма (n=15)	Условно здоровые (40-50 лет), n=14		Условно здоровые (60 лет и более), n=10	
		до	после	до	после
IgG	12,2 ± 1,1	11,6 ± 0,9	12,8±0,5	15,1 ± 1,2	13,7±1,3
IgA	2,7 ± 0,3	2,3 ± 0,7	2,7±0,4	2,9 ± 0,3	2,4±0,6
IgM	1,5 ± 0,1	1,4 ± 0,2	1,8±0,1*	2,4 ± 1,1*	2,1±0,7
IgE	0,15 ± 0,06	0,3 ± 0,07*	0,18±0,02*	0,4 ± 0,06*	0,21±0,08*

Таблица 2. Количество популяций и субпопуляций лимфоцитов у исследованных после эндолимфатического введения наночастиц золота ($M \pm m$).

Показатели иммунитета	Норма (n=15)	Условно здоровые (40-50 лет), n=14		Условно здоровые (60 лет и более), n=10	
		до	после	до	после
Лимфоциты, %	36,2±0,91	25,3 ± 0,8*	38,8 ± 0,7*	17,8 ± 0,8*	30,0 ± 0,5*
Т-лимфоциты (CD3 +), %	65,6 ± 1,6	54,4±2,18*	58,3 ± 0,9*	47,6±0,9*	59,3 ± 1,4*
Т-хелперы, % (CD4 +), %	38,3±1,12	29,3±0,9*	33,1 ± 0,8*	27,4 ± 0,8*	34,3 ± 0,6*
Цитотоксические супрессоры (CD8 +), %	22,5 ± 1,1	19,6 ± 0,7*	21,7 ± 0,5*	16,3 ± 0,6*	21,2 ± 0,5*
ЕК-клетки (CD16+), %	16,8±1,21	21,5±1,21*	18,3±1,4*	24,1±1,7*	20,6±1,2*
В-лимфоциты (CD22 +), %	14,8 ± 0,7	17,1 ± 0,8*	15,6 ± 0,7*	19,3 ± 0,6*	16,8 ± 0,6*

Заключение. Таким образом, внутривенное и лимфотропное введение ЗНЧ оказывает прямой иммуномодулирующий эффект при малых размерах нанозолота и малых дозах препарата. При лимфотропном введении наночастиц золота выявлено его стимулирующее влияние на иммунокомпетентные клетки лимфатических узлов, повышение неспецифического иммунитета.

При внутривенном введении произошла стабилизация эозинофилов и лимфоцитов крови. Примененная дозировка препарата и наноразмер частиц золота позволяет не опасаться токсических осложнений. Анализ полученных первичных результатов позволяет нам подтвердить данные литературы, что использование нанотехнологий в медицине это реальность ближайшего будущего.

Литература:

1. *Мамучиева, М. Б.* Современные аспекты использования наноматериалов в бальнеологии и медицине (обзор литературы) / М. Б. Мамучиева, Д. В. Компанцев, Г. В. Саградян // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. - 2017. - № 19(268). - С. 20-28.
2. *Михеева, Н. А.* Оценка проницаемости биологических тканевых барьеров для золотых наночастиц *in vivo* / Н. А. Михеева, Г. С. Терентюк, В. А. Михеев, Е. П. Дрождина, Н. А. Курносова // Российский биотерапевтический журнал. - Спецвыпуск. - Том 16. - 2017. - С.55
3. *Жук, А. А.* Нанотехнологии в современной медицине: применение наноструктурных биопокрытий на основе хитозана / А. А. Жук // Бюллетень медицинских интернет-конференций. - 2015. - Т. 5. - № 5. - С. 661.
4. *Акрамов, Э. Х.* Возможности лечебно-профилактического действия нанозолота при эндолимфатическом и внутривенном введении / Э. Х. Акрамов, А. А. Бейсембаев, В. Х. Габитов [и др.] // Бородинские чтения: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию академика РАН Юрия Ивановича Бородина, Новосибирск, 22 марта 2022 года. - Новосибирск: Новосибирский государственный медицинский университет, 2022. - С. 29-34.
5. *Акрамов, Э. Х.* Модифицированный способ лечения гнойно-некротических флегмон стопы / Э. Х. Акрамов, А. А. Бейсембаев, В. Х. Габитов [и др.] // Ульяновский медико-биологический журнал. - 2020. - № 2. - С. 80-89. - DOI 10.34014/2227-1848-2020-2-80-89.
6. *Shi, Y. T.* Amplification of antigen-antibody interactions via back-filling of HRP on the layer-by-layer self-assembling of thionine and gold nanoparticles films on Titania nanoparticles/gold nanoparticles-coated Au electrode / Y. T. Shi, R. Yuan, Y. Q. Chai [et al.] // Journal of Electroanalytical Chemistry. - 2007. - Vol. 604. - No 1. - P. 9-16. - DOI 10.1016/j.jelechem.2007.02.027.
7. *Сулайманкулова С.К., Маметова А.С., Гаффарова Х.И., Юлдашев И.М.* Способ получения нанорастворов. / Патент КР, 2017. - №1502. - 7 с.
8. *Елясин, П. А.* Структурная перестройка висцеральных лимфатических узлов при хроническом стрессе у кроликов / П. А. Елясин, Я. М. Песин, А. А. Бейсембаев, М. Я. Великородова // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - 2015. - Т. 15. - № 7. - С. 64-66.
9. *Терентюк Г.С.* Кинетика разных типов золотых наночастиц при парентеральном введении и морфологические изменения внутренних органов / Г.С. Терентюк, Б.Н. Хлебцов, Н.А. Цыганова [и др.] // Морфологические ведомости. - 2011. - № 3. - 77-82.

УДК: 620.3. 573.6.546

Келгенбаева Жазгул Коконбаевна*К.х.н., PhD, научный сотрудник лаборатории
Нанотехнология, Институт химии и фитотехнологий НАН КР***Келгенбаева Жазгул Коконбаевна***Химия илимдеринин кандидаты, илимий кызматкер,
Нанотехнология лабораториясы,
Химия жана фитотехнология институту, КР УИА***Kelgenbaeva Zhazgul Kokonbaevna***Candidate of chemical sciences, research associate,
Nanotechnology Laboratory, Institute of chemistry
and phytotechnology, NAS KR***Сулайманкулова Саадат Касымбаевна***д.х.н., профессор, зав. Лабораторией
Нанотехнологии, Институт химии и фитотехнологий НАН КР***Сулайманкулова Саадат Касымбаевна***Химия илимдеринин доктору, профессор,
Нанотехнология лабораториясынын жетекчиси,
Химия жана фитотехнология институту, КР УИА***Sulaimankulova Saadat Kasymbaevna***doctor of chemical sciences, professor,
Head of Nanotechnology Laboratory, Institute of chemistry
and phytotechnology, NAS KR***Мурзабекова Элмира Тункатаровна***к.х.н., старший научный сотрудник лаборатории
Нанотехнология, Институт химии и фитотехнологий НАН КР***Мурзабекова Элмира Тункатаровна***Химия илимдеринин кандидаты, улук илимий кызматкер,
Нанотехнология лабораториясы, Химия жана
фитотехнология институту, КР УИА***Murzabekova Elmira Tunkatarovna***Candidate of chemical sciences,
senior research associate, Nanotechnology Laboratory,
Institute of chemistry and phytotechnology, NAS KR***Абдуллаева Жыпаргул Дуйшобаевна***К.х.н., PhD, преподаватель медицинского факультета, ОшГУ***Абдуллаева Жыпаргул Дуйшобаевна***Химия илимдеринин кандидаты, окутуучу,
медициналык факультет, ОшМУ***Abdullaeva Zhyrargul Duishobaevna***Candidate of chemical sciences,
teacher of medical faculty, Osh state University*

Сырымбекова Эркингул Ибраевна

*Доцент кафедры химии и химических технологий,
КГТУ им. И.Раззакова*

Сырымбекова Эркингул Ибраевна

*Доцент, химия жана химиялык технологиялар
кафедрасы, И. Раззаков атындагы КМТУ*

Syrymbekova Erkingul Ibraevna

*Docent, department of chemistry and
chemical technologies, I. Razzakov KSTU*

ЦИТОТОКСИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ Au@Fe₃O₄

Аннотация. Магнитные наночастицы оксида железа широко применяются из-за их реактивной поверхности, которую можно легко модифицировать с помощью биосовместимых покрытий. Наночастицы оксида железа обычно покрывают, чтобы повысить их стабильность, облегчить связывание различных биологических лигандов с поверхностью наночастиц и снизить их токсичность. В данной работе были синтезированы наночастицы Au@Fe₃O₄ сферической формы из Fe-электродов, погруженных в раствор H₂AuCl₄, с использованием очень простого метода – импульсной плазмы в жидкости, без всяких легирующих примесей или специальных условий стабилизации. После изучения размер и морфологии полученных наночастиц их цитотоксичность была оценена с использованием анализа ХТТ на клетках Hela как очень низкая (жизнеспособность клеток составляло 98-89% для Fe₃O₄ и 99-91% для Au@Fe₃O₄). Это доказывает, что золото улучшает биосовместимость магнитных наночастиц, что позволяет применять их в биомедицине.

Ключевые слова: наночастицы, Au@Fe₃O₄, импульсная плазма в жидкости, цитотоксичность, Hela клетки.

МАГНИТТИК Au@Fe₃O₄ НАНОБӨЛҮКЧӨЛӨРҮНҮН ЦИТОТОКСИКАЛЫК АКТИВДҮҮЛҮГҮ

Аннотация. Үстүнкү бетинин реактивдүүлүгүнө байланыштуу магниттик темир кычкылынын нанобөлүкчөлөрү кеңири колдонулат, аларды био-шайкеш каптоолор аркылуу оңой өзгөртүүгө болот. Адатта, темир кычкылынын нанобөлүкчөлөрүнүн туруктуулугун жогорулатуу, нанобөлүкчөлөрдүн бетине ар кандай биологиялык лиганддардын байланышын жеңилдетүү жана уулуулугун азайтуу үчүн аларды капташат. Бул изилдөөдө, сферикалык Au@Fe₃O₄ нанобөлүкчөлөрү Fe электроддорун H₂AuCl₄ эритмесинде дисперлөө аркылуу өтө жөнөкөй ыкма болгон - суюктуктагы импульстук плазманы менен синтезделди. Синтездөөдө эч кандай кошумча заттар же өзгөчө стабилдештирүү шарттар пайдаланылган жок. Алынган нанобөлүкчөлөрдүн морфологиясын жана өлчөмдөрүн аныктаган сон, алардын цитотоксикалык активдүүлүгү Hela клеткаларында ХТТ анализинин жардамы менен бааланган (клетканын жашоо жөндөмдүүлүгү Fe₃O₄ үчүн 98-89% жана Au@Fe₃O₄ үчүн 99-91% болгон). Бул аркылуу алтын магниттик нанобөлүкчөлөрдүн био шайкештигин жакшыртууларын далилдеди жана аларды биомедицинада колдонууга мүмкүндүк берет.

Негизги сөздөр: нанобөлүкчөлөр, Au@Fe₃O₄, суюктуктардагы импульстук плазма, цитотоксикалык активдүүлүк, Hela клеткалары.

CYTOTOXIC ACTIVITY OF MAGNETIC Au@Fe₃O₄ NANOPARTICLES

Abstract: Magnetic iron oxide nanoparticles have been widely offered because of their reactive surface that can be easily modified by biocompatible coatings. Iron oxide nanoparticles are usually coated in order to improve their stability, facilitate the bonding of various biological ligands to nanoparticle surfaces and reduce their toxicity. In this work, spherical shaped Au@Fe₃O₄ nanoparticles were successfully synthesized from Fe electrodes immersed in HAuCl₄ solution using a very simple method - pulsed plasma in liquid, without the use of any dopants or special conditions for stabilization. After studying morphology and size of produced nanoparticles, the cytotoxicity was evaluated using a XTT assay on Hela cells to be very low (cell viability: 98-89% with Fe₃O₄ and 99-91% for Au@Fe₃O₄ NPs). It proves that Au improves biocompatibility of magnetic nanoparticles enabling them to be applied in biomedicine.

Keywords: nanoparticles, Au@Fe₃O₄, pulsed plasma in liquid, cytotoxicity, Hela cells.

Introduction

Magnetic nanoparticles have attracted great attention owing to their unique physical, chemical and structural properties when particle sizes approach the nanoscale. These unique properties endow magnetic nanoparticles with various applications, such as magnetic storage, catalysis, microwave absorption, magnetic resonance contrast, and cancer treatment by hyperthermia, cell separation, and drug delivery [1-3]. There are several types of iron oxide (magnetic) nanoparticles, among which magnetite (Fe₃O₄) is very promising because of its proven biocompatibility [4]. However, as the particle size decreases, the reactivity of the particle increases and the magnetic properties are influenced more by surface effects. Many solutions have been suggested to improve magnetic nanoparticle's biocompatibility for further biomedical applications, including coating iron oxide nanoparticles with organics such as poly (acrylic acid) (PAA) [5], dextran [6] and poly (ethylenimine) (PEI) [7] or inorganic coatings such as silica [8] and carbon [9]. Precious metals (gold or silver) are also the best candidates for that [10], because of the good tolerance of the human body to these noble metals. Gold is a widely used coating material because of its unique optical properties [11] and well-known advantages in biomedical applications [12-13]. When gold is used to coat iron oxide nanoparticles the outer gold shell acts as a barrier preventing core oxidation and enzymatic degradation [14]. Hybridization of iron oxide nanoparticles with gold results in a multimodal platform which benefits from the unique properties of both materials [15].

Concerning the synthesis of iron oxide nanoparticles coated with gold, Seino et al. synthesized magnetic carriers consisting of nano iron oxide and gold core-shell structures in an aqueous solution by using γ -ray irradiation [16]. Lyon et al prepared core-shell structures with gold coating layers on the surface of nanoparticles consisting of either Fe₂O₃ or partially oxidized Fe₃O₄ via iteration hydroxylamine seeding. They found a corresponding blue shift in the surface Plasmon resonance [17]. Yu et al. also synthesized the so-called dumbbell-like Au-Fe₃O₄ bifunctional nanoparticles [18]. Many other works have been reported on the preparation and studying the properties of new materials [19-20].

However, most of the abovementioned methods have economic disadvantages, such as the need to maintain high temperatures, high pressures, and vacuum systems, as well as the use of expensive equipments. Pulsed plasma in liquid (PPL) can be considered as one of the simplest, non-toxic, and cheapest tool for nanomaterial fabrication among other well-known techniques [21]. Pulsed plasma is an excellent tool for the nanostructuring of solid matter produced in liquids between two electrodes of a suitable conductive element from the Periodic Table. Up-to-date various types of nanostructures were successfully synthesized by PPL, and their properties and applications have been studied [22]. Unlike in previous works, in this study, we applied aqueous solution

of chloroauric acid (HAuCl_4) as a liquid. The objectives of this study is to synthesize $\text{Au}@Fe_3O_4$ nanoparticles using the PPL and to investigate their physicochemical properties. Also, the cytotoxicity effect of obtained $\text{Au}@Fe_3O_4$ nanoparticles on Hella cells has been evaluated and compared with Fe_3O_4 nanoparticles synthesized by the PPL.

Experimental part

The experimental setup of PPL was applied as described previously [21-22], by changing the medium and some experimental conditions. Iron rods with a purity of 99.9% and a diameter of 5 mm were purchased from Rare Metallic and length of 150 mm were immersed in a 200 mL Pyrex beaker filled with a liquid: aqueous solution (1.0 mM) of hydrogen tetrachloroaurate (HAuCl_4) (Kanto Chemical Co., Ltd). Pulsed plasma was applied for 1 h at room temperature followed by voltage of 125 V, current of 4 A, and frequency of 60 kHz. After experiment, the sample was separated from the liquid (solution of HAuCl_4) using centrifuge, and prepared product was subjected to structural and morphological characterizations. The resulting $\text{Au}@Fe_3O_4$ sample was dark and sparkled indicating the presence of gold in it.

Powder X-ray diffraction (XRD) was recorded on a Rigaku RINT-2500VHF diffractometer using $\text{Cu K}\alpha$ radiation ($\lambda=0.15406$ nm) and operated at 40 kV and 200 mA. For the measurement, powder-like samples were placed on a glass sample holder. High-resolution transmission electronic microscopy (HR-TEM) analysis was performed with a Philips Tecnai F20 S-Twin instrument at 200 keV to study the size and morphology of the sample. Samples for HR-TEM measurements were suspended in ethanol and ultrasonically dispersed. Drops of the suspension were placed on a copper grid coated with carbon. The size distribution of nanoparticles was determined by measuring the diameters of about 200 particles randomly selected from the HR-TEM images.

Cytotoxicity of the nanoparticles synthesized using pulsed plasma in a liquid was evaluated using a mammalian endothelial cell line (HeLa cell), which are commonly used for testing the toxicity and trafficking of nanoparticles. Magnetite nanoparticles were exposed for cytotoxicity measurements in order to compare the toxicity with $\text{Au}@Fe_3O_4$ nanoparticles. HeLa cell line seeded onto 96-well plate three days before the measurement and was incubated at 37°C in a 5% CO_2 humidified incubator. These cells were maintained as monolayer cultures in Dulbeccos's modified eagle medium (D-MEM) solution (Wako pure Chemical Industries., Ltd) supplemented with L-Glutamine, low Glucose, Phenol Red, Sodium Pyruvate and Standard Serum Supplementation. Cell viability was measured by sodium 3'-[1-(phenylaminocarbonyl)-3,4-tetrazolium]-bis (4-methoxy-6-nitro) benzene sulfonic acid hydrate (XTT) assays kit (molecular formula: $\text{C}_{22}\text{H}_{16}\text{N}_7\text{NaO}_{13}\text{S}_2$). After incubation, (3×10^3 cells/100 ml of growth medium/well) supernatants from the wells were aspirated out, and fresh aliquots of growth medium containing Fe_3O_4 and $\text{Au}@Fe_3O_4$ nanoparticles were added in various concentrations: 25, 50, 100, and 200 $\mu\text{l ml}^{-1}$. After 24 h, supernatants were aspirated out and the cell monolayers in the wells were washed, then XTT reagent was added to each well and incubated again. Cell viability was measured two times (4 h and 24 h after incubation) using a microplate reader (Bio Rad, model no 350).

Results and discussion

Figure 1 shows XRD pattern of $\text{Au}@Fe_3O_4$ nanoparticles synthesized by pulsed plasma in liquid. The diffraction peaks at (2θ) 38.2, 44.4, 64.5, and 77.6° are attributed to gold, which can be indexed to (111), (200), (220), and (311) lattice planes of gold in cubic phase (JCPDS card no 65-2870) with cell parameter of $a=0.4079$ nm. Peaks at 35.42, 43.05, 53.49, 57.03, 62.74, and 74.24° corresponded to cubic spinel structure of magnetite (JCPDS card no 19-0629: $a=0.8396$ nm), indicating the presence of both Fe_3O_4 (magnetite) and Au (gold) in the sample.

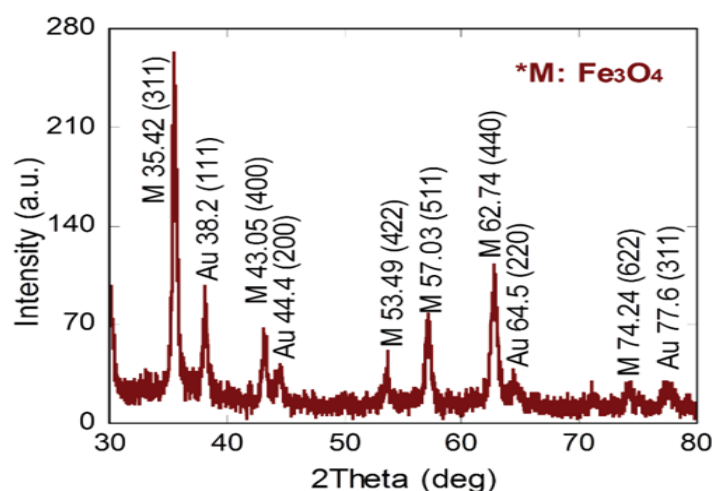


Figure 1. X-ray diffraction pattern of Au@Fe₃O₄ nanoparticles synthesized by pulsed plasma in liquid.

The morphology and size of the nanoparticles were imaged using the HR-TEM analysis. Figure 2a presents typical high-resolution TEM images of Au@Fe₃O₄ nanoparticles with Fe₃O₄ at around 14 nm and Au at 18 nm, respectively. The Au particles appear black and Fe₃O₄ are light colored in the image because Au has a higher electron density and allows fewer electrons to transmit. The lattice fringes in each of the particles correspond to atomic planes within the particle, indicating that both particles are single crystals as given in inset (Figure 3b). Figure 3c-d show the line profile of the image contrast along the lines marked in the image. The inter-planar d-spacing of the magnetite (Fe₃O₄) was found to be 0.29 nm, which are in a good agreement with (220) planes in the inverse spinel structured Fe₃O₄ and that of the gold (Au) is measured as 0.234 nm, very close to the (111) planes of face centered cubic Au.

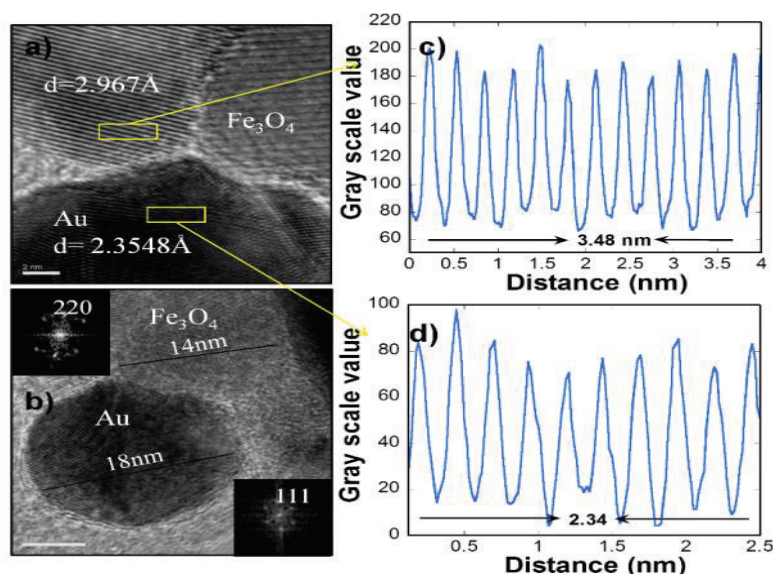


Figure 2. High-resolution TEM: a) high-resolution TEM image of one Au particle connected with two Fe₃O₄ particles; b) high-resolution TEM image of one 18-14 nm Au@Fe₃O₄ nanoparticles. The insets show a fast Fourier transform of the image showing of reflections corresponding to [220] and [111] crystallographic zone of Fe₃O₄ and Au; c-d) the gray contrast profiles for the selected regions of Fe₃O₄ and Au, respectively.

Magnetic nanoparticles have been of significant use for many different technological areas, especially in biomedical applications. However, for use in biological systems they should have biocompatibility with cells and tissues among other properties. Cytotoxicity of Fe_3O_4 and $\text{Au@Fe}_3\text{O}_4$ nanoparticles synthesized by pulsed plasma in liquid was measured and representative results obtained from the measurements are given in Figure 5. HeLa cells were exposed to nano-sized Fe_3O_4 and $\text{Au@Fe}_3\text{O}_4$ particles for 24 h. Nanoparticles suspensions with concentrations of 25, 50, 100 and 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ were prepared by serial dilution. Cytotoxic effects were determined by using XTT assay. The organics used in the XTT assay are more stable and gives results that are more accurate. The cell viability (%) was calculated according to the following Eq.:

$$\text{Cell viability (\%)} = \text{OD}_{(\text{sample})} / \text{OD}_{(\text{control})} \times 100$$

Where $\text{OD}_{(\text{sample})}$ represents the optical density of the wells treated with various concentrations of the Fe_3O_4 and $\text{Au@Fe}_3\text{O}_4$ nanoparticle samples, and $\text{OD}_{(\text{control})}$ represents that of the wells treated with D-MEM. Cell viability (%) was calculated 4h and 24 h after incubation and all results are listed in Table 1. Thus, the cytotoxicity assay results indicate that Fe_3O_4 and $\text{Au@Fe}_3\text{O}_4$ nanoparticles have low effect on the cells when they are used in low concentration, however, as the concentration of nanoparticles increased, cell viability decreased in a concentration-dependent manner. In fact, the toxicity of $\text{Au@Fe}_3\text{O}_4$ nanoparticles was lower than Fe_3O_4 nanoparticles, meaning that Au improves biocompatibility of magnetic nanoparticles enabling them to be applicable further in biomedicine.

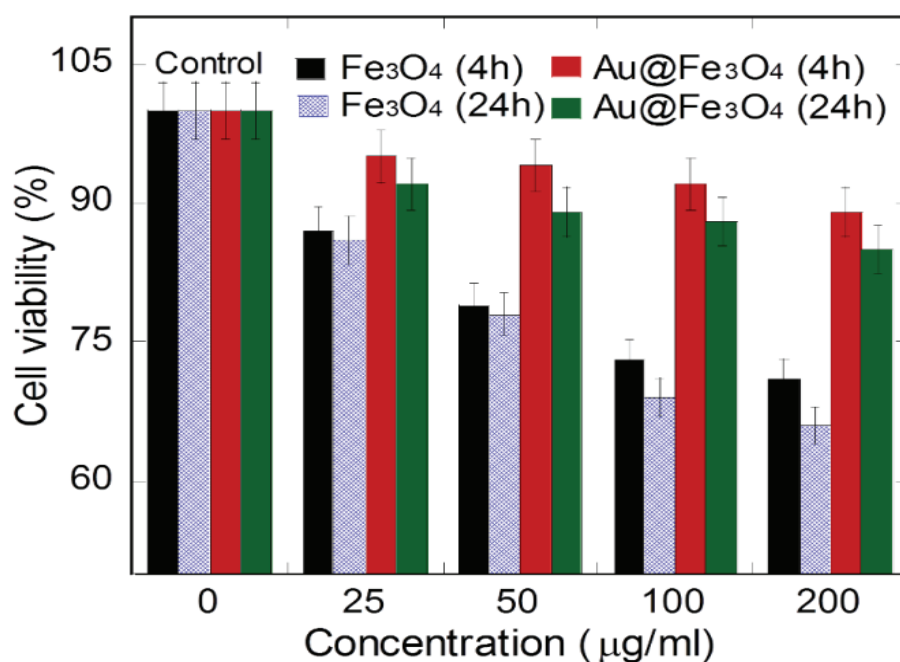


Figure 3. Cytotoxic effect of Fe_3O_4 and $\text{Au@Fe}_3\text{O}_4$ nanoparticles synthesized by pulsed plasma in liquid on HeLa cells.

Table 1. Cytotoxicity of Fe₃O₄ and Au@Fe₃O₄ nanoparticles in HeLa cells by XTT assay

Concentration (µg ml ⁻¹)	Cell viability (%)			
	Fe ₃ O ₄		Au@Fe ₃ O ₄	
	4 h	24 h	4 h	24 h
25	87	86	95	92
50	79	78	94	89
100	73	69	92	88
200	71	66	89	85

Conclusions

Ferromagnetic Au@Fe₃O₄ nanoparticles were synthesized from Fe electrodes submerged in 1.0 mM solution of HAuCl₄ by a simple route - pulsed plasma. X-ray diffraction analysis showed that sample was composed of face-centered cubic Au and spinel inverse structure of face-centered cubic Fe₃O₄. High-resolution TEM revealed that Fe₃O₄ particles with about 14 nm in size were connected to 18 nm Au particles; both of them were spherical in shape. Cytotoxicity measurements showed very low toxicity of Au@Fe₃O₄ nanoparticles (cell viability 85-95%) indicating that samples are suitable candidate for biomedical applications in cancer treatment and magnetic resonance imaging (MRI).

Acknowledgements

Authors of this study thank professor Tsutomu Mashimo and his Laboratory staff (Kumamoto University, Japan) for their contribution in performing analysis and their interpretations. This work partially was supported by MEXT (Monbukagakusho Scholarship, Japan).

References

1. Chacraborty A. Kinetics of the reduction of hematite to magnetite near its Curie transition, *J. Magn. Magn. Mater.* 1999. V. 204. P. 57-60.
2. Rodrigues EM, Fernandez G, Alvarez PM, Hernandez R and Beltran F. Photocatalytic degradation of organics in water in the presence of iron oxides: Effects of pH and light source. *Appl. Catal. B.* 2011. V. 105. P. 572-583.
3. Lais S. A., Juliano P., Ana P.M.V., Taynara M., Alberto C., and Douglas R. M. Iron oxide nanoparticles for biomedical applications: A perspective on synthesis, drugs, antimicrobial activity and toxicity, *Antibiotics* (Basel). 2018. V. 7. P 46-60.
4. Gupta R.B. and Kompella U.B. Nanoparticle Technology for Drug Delivery (Taylor and Francis Group, New York, 2006. P. 416.
5. Mak S.Y. and Chen D.H. Binding and sulfonation of poly(acrylic acid) on iron oxide nanoparticles: a novel, magnetic, strong acid cation nano-adsorbent. *Macromol. Rapid. Comm.* 2005 V. 26. P. 1567-71.

6. Hong R.Y, Feng B, Chen L.L, Liu G.H, Li H.Z, Zheng Y and Wei D.G. Synthesis, characterization and MRI application of dextran-coated Fe₃O₄ magnetic nanoparticles. *Biochem. Eng. J.* 2008. V. 42. P. 290-300.
7. Wang X, Zhou L, Ma Y, Li X and Gu H. Control of aggregate size of polyethyleneimine-coated magnetic nanoparticles for magnetofection. *Nano Res* 2009. V. 2. P. 365-72.
8. Santra S, Tapeç C, Theodoropoulou N, Dobson J, Hebard A and Tan W. Synthesis and characterization of silica-coated iron oxide nanoparticles in microemulsion: the effect of non-ionic surfactants. *Langmuir* 2001. V. 17. P. 2900-06.
9. Luo N, Liu K, Liu Z, Li X, Chen S, Shen Y and Chen T. Controllable synthesis of carbon coated iron-based composite nanoparticles. *Nanotechnology* 2012. V. 23. P. 475603-10
10. Mandal M, Kundu S, Ghosh S K, Panigrahi S, Sau T K, Yusuf S M and Pal T. Magnetite nanoparticles with tunable gold or silver shell. *J. Colloid. Interface Sci.* 2005. V. 286. P. 187-94.
11. Zijlstra P and Orrit M. Single metal nanoparticles: optical detection, spectroscopy and applications. *Rep. Prog. Phys.* 2011. V. 74. P. 106401-56.
12. Shulka R, Bansal V, Chaudharhy M, Basu A, Bhold RR and Sastry M. Biocompatibility of gold nanoparticles and their endocytotic fate inside the cellular compartment: a microscopic overview. *Langmuir* 2005. V. 21. P. 10644-54.
13. Sun Q, Wang Q, Rao BK and Jena P. Electronic structure and bonding of Au on a SiO₂ cluster: a nanobullet for tumors. *Phys. Rev. Lett.* 2004. V. 93. P. 186803.
14. Wang L, Luo J, Fan Q, Suzuki M, Suzuki I.S, Engelhard M.H, Lin Y, Kim N, Wang J.Q and Zhong C.J. Monodispersed core-shell Fe₃O₄@Au nanoparticles. *J. Phys. Chem. B.* 2005. V. 109. P. 21593-601.
15. Huang C, Jiang J, Muangphat C, Sun X and Hao Y. Trapping iron oxide into Hollow gold nanoparticles. *Nanoscale Res. Lett.* 2011. V. 6. P. 1-5.
16. Seino S, Kinoshita T, Nakagawa T, Kojima T, Taniguchi R, Okuda S and Yamamoto T.A. Radiation induced synthesis of gold/iron – oxide composite nanoparticles using high-energy electron beam. *J. Nanopart. Res.* 2008. V. 10. P. 1071-76.
17. Lyon J.L, Fleming D.A, Stone M.B, Shiffer P and Williams M.E. Synthesis of Fe oxide core/Au shell nanoparticles by iterative hydroxylamine seeding. *Nano Letters.* 2004. V. 4. P. 719-23.
18. Yu H, Chen M, Rice PM, Wang SX, White RL and Sun S. Dumbbell-like bifunctional Au-Fe₃O₄ nanoparticles. *Nano Letters* 2005. V. 5. P. 379-82.
19. Wagstaff AJ, Brown SD, Holden MR, Craig GE, Plumb JA, Brown RE, Schreiter N, Chrzanowski W and Wheta NJ. Cisplatin drug delivery using gold-coated iron oxide nanoparticles for enhanced tumour targeting with external magnetic fields. *Inorganica Chim Acta.* 2012. V. 393. P. 328-333.
20. Silva EI, Vilas-Vilela JL, Lopez-Quintela MA, Rivas J, Rodriguez M and Leon LM. Synthesis of gold-coated iron oxide nanoparticles *J. Non-Crystalline Solids.* 2010 V. 356. P. 1233-35.
21. Omurzak E, Jasnakunov J, Mairykova N, Abdykerimova A, Maatkasymova A, Sulaimankulova S, Matsuda M, Nishida M, Ihara H and Mashimo T. Synthesis method of nanomaterials by pulsed plasma in liquid. *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2007. V.7. P. 3157-9.
22. Kelgenbaeva Z., Omurzak E., Takebe S., Sulaimankulova S., Abdullaeva Z., Iwamoto C., Mashimo T. Synthesis of pure iron nanoparticles at liquid-liquid interface using pulsed plasma. *J Nanopart Res.* 2014. V. 16. P. 2603.

УДК: 544

Абдуллаева Жыпаргуль Дуйшобаевна*канд.хим.наук., Ошский государственный университет***¹Abdullaeva Zhypargul Dushabaevna,***PhD in Chemistry**¹Department of Chemistry and
chemical technologies,
Osh State University,***Сулайманкулова Саадат Касымбековна,***профессор, доцент КГТУ***Sulaimankulova Saadat Kasymbekovna,***professor; associate professor of KSTU***Келгенбаева Жазгул Коконбаевна,***канд. хим. наук, Институт химии и фитотехнологии НАН КР***²Kelgenbaeva Zhazgul Kokonbaevna,***PhD in Chemistry**²Institute of Phytotechnology,
National Academy of Sciences,
Bishkek, Kyrgyzstan*

IMPULSE PLASMA IN LIQUID METHOD FOR NANOPARTICLES SYNTHESIS

Abstract. Expanding the range of nanostructured materials applications initiates the search for reasonable methods for their synthesis and production. Impulse plasma in liquid method is considered as economically convenient and cheaper method for various nanoparticles synthesis as it uses low energy.

Keywords: Nanoparticles, nanostructured materials, pulsed plasma in liquid, method

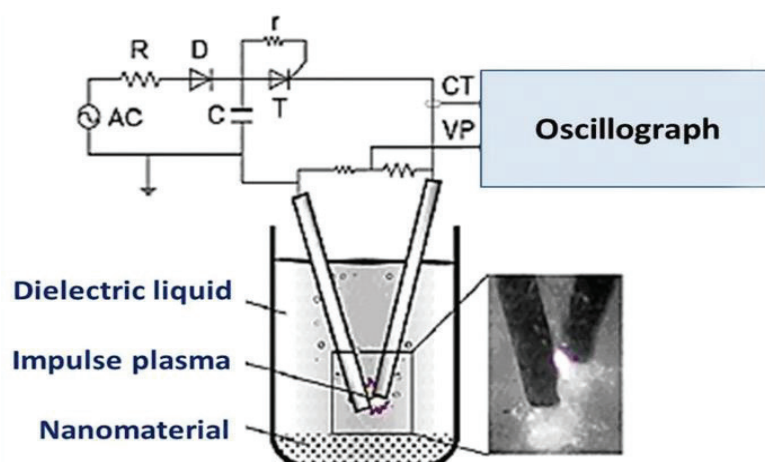
1. Introduction

Metal nanoparticles are attracting interest as a new class of alternative antimicrobial agents because of the increasing of antibiotic resistance in microorganisms. Carbon coated metal nanoparticles are consequently best for hyperthermia, drug delivery, magnetic resonance imaging contrasts, biological labels applications etc [1].

Recently Co, Ni, Fe nanoparticles, metal carbide and sulfide nanoparticles were synthesized by this method. The face-centered cubic Co and Ni, and body-centered cubic Fe core nanoparticles showed good crystalline structures with an average size between 20 and 30 nm were encapsulated in onion-like carbon coatings with a thickness of 2–10 nm [2].

Silver and tin nanocomposites were synthesized by electro spark dispersion in ethanol. Obtained nanocomposites was characterized by using the powder x-ray diffraction and emission scanning electron microscopy [3].

Obtained nanostructures of aluminum were subjected to X-ray phase and electron microscopic analyzes. Particle sizes were calculated by the Debye-Scherrer formula. The specific surface area (BET method) and porosity (BJH method) of nanostructures synthesized in microemulsion (water-benzene) were determined by the method of physical nitrogen adsorption [4].

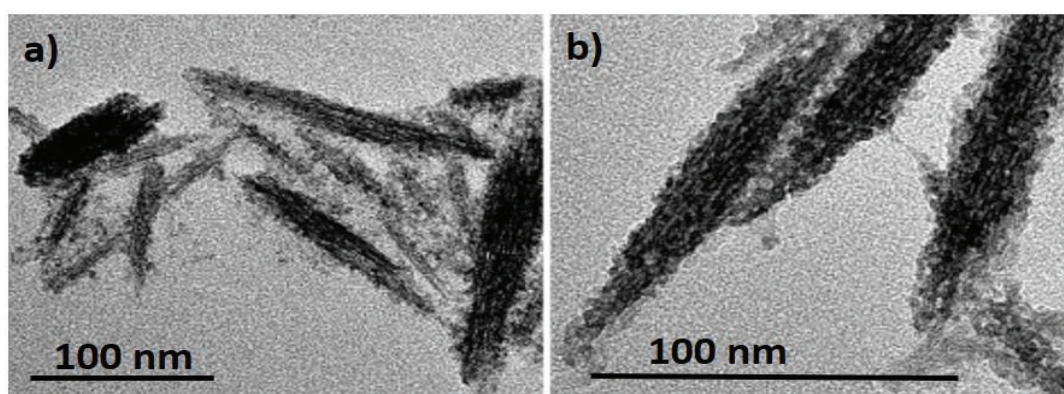


2. Experimental

The energy of a single pulse (0.05 J) was regulated by changing the power of capacitors C in an electrical circuit as shown in **Figure 1**. Energy selected after several experiments done by the authors [5]. Resulted energy of a single pulse is sufficient to disperse any even the most refractory conductive material with the formation of nanostructures.

Figure 1. Experimental setup for synthesis of nanoparticles by pulsed plasma in liquid method.

After synthesis, obtained nanoparticles are subjected to morphological structure and phase composition analyses. X-ray diffraction (XRD) measurement was performed on a Rigaku RINT-2500HV diffractometer with $\text{Cu-K}\alpha$ radiation wavelength of 0.15406 nm. Tube voltage was applied as 40 kV, and the current was 200 mA. XRD patterns were taken in the range of (2θ)



20° – 80° . Transmission electron microscopy (TEM) images of as synthesized fusiform gold nanoparticles [6] were taken using a JEOL 1400 microscope with Specification of maximum accelerating voltage 120 kV, maximum resolution of 0.2 nm.

3. Results and discussion

As synthesized gold nanoparticles had fusiform shape [6]. Structure and morphology of gold nanoparticles obtained by pulsed plasma in liquid method are different from gold nanoparticles synthesized by other conventional methods.

Figure 2. TEM images of fusiform gold nanoparticles synthesized by pulsed plasma in a liquid method.

Obtained fusiform gold nanoparticles length was from 50 to 150 nm and diameter of 5 to 15 nm. They are different from the spindle-shaped nanoparticles synthesized by the growth solution.

X-Ray Diffraction analysis showed that fusiform gold nanoparticles have a face-centered-cubic (FCC) phase, with cell parameters of $a=0.4078$ nm.

Conclusion

Pulsed plasma in liquid method is reasonable and low energy method for various nanoparticles synthesis. During synthesis spark discharge appearing between two metal electrodes submerged in liquid phase allow to obtain nanostructured particles with various shape and size.

References:

1. Omurzak E., Abdullaeva Z., Satyvaldiev, A., Zhasnakunov, Z., Kelgenbaeva, Z., Adil Akai Tegin, R., Syrgakbek kyzy, D., Doolotkeldieva, T., Bobusheva, S., and Mashimo, T. Synthesis of Nanomaterials by the Pulsed Plasma in Liquid and their Bio-medical Applications. 2018 *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 302 012076, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/302/1/012076>.
2. Abdullaeva, Z., Omurzak, E., Iwamoto, C., Ganapathy, H.S., Sulaimankulova, S., Liliang, C., Mashimo, T. Onion-like carbon-encapsulated Co, Ni, and Fe magnetic nanoparticles with low cytotoxicity synthesized by a pulsed plasma in a liquid. *Carbon*, 50, 5, 2012, 1776-1785. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2011.12.025>.
3. Zhasnakunov, Z., Satyvaldiev, A., Abdullaeva, Z., Omurzak, E. Preparation of stabilized silver and tin nanocomposites by electrical discharge. *Materials Today: Proceedings*, 31, 3, 2020, 542-544. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.201>.
4. Murzabekova, E.T., Sulaimankulova, S.K., Abdullaeva, Z.D., Toktobaev, K.K., Kelgenbaeva, Z.K., Mayorov, V.Y. Aluminum nanostructures obtained at the interface of two immiscible liquid. *RENSIT*, 2020, 12(3):369-378. <https://doi.org/10.17725/rensit.2020.12.369>
5. Sulaimankulova, S.K., Asanov, U.A. (2002) Energy-saturated media in a spark discharge plasma. Kyrgyzpatent, Bishkek.
6. Sulaimankulova, S., Mametova, A. & Abdullaeva, Z. Fusiform gold nanoparticles by pulsed plasma in liquid method. *SN Appl. Sci.* 1, 1427 (2019). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1345-z>.

УДК: 811.111:378.147

Эмил Омурзак

*к.х.н., и.о. доцент кафедры
химической инженерии, КТУ Манас*

Эмил Омурзак

*Химия илимдеринин кандидаты, доцент,
химиялык инженерия кафедрасы,
Кыргыз-Турк Манас Университети*

Emil Omurzak

*Candidate of chemical sciences, docent,
Department of Chemical Engineering,
Kyrgyz-Turkish Manas University*

Руслан Адил Акай Тегин

Преподаватель кафедры пищевой инженерии, КТУ Манас

Руслан Адил Акай Тегин

*Окутуучу, тамак-аш инженерия кафедрасы,
Кыргыз-Турк Манас Университети*

Ruslan Adil Akai Tegin

*Teacher, Department of Food Engineering,
Faculty of Engineering, Kyrgyz-Turkish Manas University*

Ричард Е.Палмер

*Профессор, колледж инженерии,
Университет Суонси, Великобритания*

Ричард Е.Палмер

*Профессор, инженерия колледжи,
Суонси Университети, Улуу Британия*

Richard E. Palmer

Professor, College of Engineering, Swansea University, UK

СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТОВ Ag/Ag₂O И ИХ

АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

Аннотация. Наночастицы серебра были успешно получены с использованием импульсной плазмы в жидкости. Этот метод основан на низковольтном импульсном искровом разряде в диэлектрической жидкости. Защитные лиганды, такие как поливинилпирролидон (ПВП), бромид цетилтриметиламмония (СТАВ) и н-додецилсульфат натрия (ДСН), использовались в качестве поверхностно-активных материалов для предотвращения агрегации частиц. Полученные рентгенограммы (XRD) приготовленных образцов подтвердили графноцентрированную кубическую кристаллическую структуру наночастиц Ag и Ag₂O. Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия (STEM) показала, что наночастицы серебра сферической формы диаметром $2,2 \pm 0,8$ нм были синтезированы в водном растворе с поверхностно-активным веществом ПВП. Аналогичным образом были получены наночастицы серебра с диаметром пика $1,9 \pm 0,4$ нм с использованием поверхностно-активного вещества SDS. Антибактериальные свойства *in vitro* всех синтезированных наночастиц се-

ребра в отношении грамотрицательных бактерий *Escherichia coli* исследовали методом диско-диффузионной чувствительности Кирби-Бауэра. Наночастицы Ag, стабилизированные ДСН, проявляли лучшую антибактериальную активность, чем наночастицы, стабилизированные ПВП или СТАВ.

Ключевые слова: наночастицы Ag и Ag₂O, поверхностно-активные вещества, антибактериальные свойства.

Ag/Ag₂O НАНОКОМПОЗИТТЕРИНИН СИНТЕЗИ

ЖАНА АЛАРДЫН АНТИБАКТЕРИАЛДЫК АКТИВДҮҮЛҮГҮ

Аннотация. Күмүш нанобөлүкчөлөрү суюктукта импульстуу плазманы колдонуу менен ийгиликтүү даярдалды. Бул ыкма диэлектрик суюктуктагы төмөнкү чыңалуудагы импульстук учкун разрядына негизделген. Поливинилпирролидон (PVP), цетил триметиламмоний бромиди (СТАВ) жана натрий n-dodecyl сульфаты (SDS) сыяктуу коргоочу лиганддар бөлүкчөлөрдүн агрегациясын болтурбоо үчүн беттик активдүү заттар катары колдонулган. Даярдалган үлгүлөрдүн алынган рентген нурларынын дифракциясы Ag жана Ag₂O нанобөлүкчөлөрүнүн бет-борбордук куб кристаллдык түзүлүшүн тастыктады. Сканирлөөчү электрондук микроскопия (STEM) диаметри $2,2 \pm 0,8$ нм болгон сфералык формадагы күмүш нанобөлүкчөлөрүнүн PVP беттик активдүү заты менен суу эритмесинде синтезделгендигин аныктайт. Ошондой эле диаметри $1,9 \pm 0,4$ нм болгон күмүш нанобөлүкчөлөрү SDS беттик активдүү зат менен алынган. Бардык синтезделген күмүш нанобөлүкчөлөрүнүн *in vitro* антибактериалдык касиеттери грам-терс бактерия *Escherichia coli*ге каршы Кирби-Бауэр дискинин диффузиялык сезгичтиги ыкмасы менен изилденген. SDS менен турукташкан Ag нанобөлүкчөлөрү PVP же СТАВ менен турукташкандарга караганда жакшыраак антибактериалдык активдүүлүк көрсөтүштү.

Негизги сөздөр: Ag и Ag₂O нанобөлүкчөлөрү, беттик активдүү заттар, антибактериалдык касиеттери.

SYNTHESIS OF Ag/Ag₂O NANOCOMPOSITES

AND THEIR ANTIBACTERIAL ACTIVITY

Abstract. Silver nanoparticles were successfully prepared by using pulsed plasma in liquid. This method is based on a low voltage pulsed spark discharge in a dielectric liquid. Protecting ligands such as Polyvinylpyrrolidone (PVP), Cetyl trimethylammonium bromide (CTAB) and Sodium n-Dodecyl Sulphate (SDS) were used as surfactant materials to prevent particle aggregation. The obtained X-Ray Diffraction (XRD) patterns of the prepared samples confirmed the face-centered cubic crystalline structure of Ag and Ag₂O nanoparticles. Scanning Transmission Electron Microscopy (STEM) reveals that spherically shaped silver nanoparticles with a diameter of 2.2 ± 0.8 nm were synthesized in aqueous solution with PVP surfactant. Similarly, silver nanoparticles with a peak diameter of 1.9 ± 0.4 nm were obtained with SDS surfactant. The *in-vitro* antibacterial properties of all the synthesized silver nanoparticles against the Gram-negative bacterium *Escherichia coli* were examined by the Kirby-Bauer disk diffusion susceptibility method. The Ag nanoparticles stabilized with SDS exhibited a better antibacterial activity than those stabilized with PVP or CTAB.

Key words: Ag and Ag₂O nanoparticles, surfactant, antibacterial properties.

Introduction

Nano-sized silver particles are intensively studied because of growing opportunities in various fields, including sensing, catalysis, electronics and optoelectronics, due to their special physical and chemical properties. [1, 2] One of the most important applications of silver (Ag) nanoparticles is as an antimicrobial agent against bacteria, fungi, and viruses [3]. Because Ag nanoparticles are safe and non-toxic to human and animal cells at low concentrations, their toxicity in the environment is considered extremely low compared with other materials [4].

Currently, many studies have been carried out to prepare advanced Ag-based antimicrobial agents, because of the increasing antibiotic resistance in microorganisms, [5] causing a grave hazard for public healthcare. [6] For example, carbon-coated Ag particles [7] are prepared to enhance stability and further decrease toxicity, since carbon is biocompatible and has less effect on physiological conditions. Moreover, to increase particle recyclability and provide magnetic resonance contrast for imaging, carbon-coated Ag particles are prepared on iron oxide supports which can be used for drug delivery, bio-imaging and biological labeling etc [8]. However, how to prepare Ag nanoparticles in large quantity and in a simple and environmentally-friendly way is still a big challenge.

In this paper, we report a simple method, pulsed plasma in liquid, to prepare Ag/Ag₂O nanoparticles based on the electrical discharge between two Ag electrodes submerged into a dielectric liquid, which is believed to be ecologically friendly and cost-efficient compared with other traditional chemical methods. [9] By changing electrode materials and the dielectric liquid, this method is capable of synthesizing particles of other materials, such as metals, oxides, sulfides, carbides, etc. too. The physical and chemical properties can also be tuned by varying the experimental conditions, including sputtering potential and current. [10] During the preparation, different surfactant materials were added to the dielectric liquid to protect the synthesized nanoparticles from aggregation. XRD diffraction (XRD) and scanning transmission electron microscopy (STEM) were employed to investigate the composition and size distribution of the nanoparticles produced. The effects of the surfactant materials on the formation of the nanoparticles and their antibacterial properties are discussed. This study opens a new way to stabilize metal nanoparticles synthesized on a large scale and explores their potential applications in biotechnology.

Experimental

Basically, pure Ag electrodes of about 2 mm in diameter and about 10 mm in length were submerged into a 50 ml pyrex beaker filled with deionized water. Plasma pulses (200 V, 50 A (peak), 10 μ s) were generated between the Ag electrodes for about 15 min. Surfactant materials with different polarities, Polyvinylpyrrolidone (PVP), Cetyl trimethylammonium bromide (CTAB) and Sodium n-Dodecyl Sulphate (SDS), which were used as stabilizing agents, were added to water 0.01M concentration in order to prevent nanoparticles from aggregation. The production yield of the samples differs with the melting point of the synthesized metals. For instance, low melting point metals such as Zn and Sn, usually can be produced up to few grams per hour.

X-Ray diffraction (XRD) patterns of the samples were obtained using Cu K α radiation, Rigaku RINT-2500VHF. The particle size distributions were characterized by a FEI Talos Scanning Transmission Electron Microscope (STEM) with a convergence angle of 20 mrad and a high angle annular dark field (HAADF) detector operating with inner and outer angles of 62 mrad and 164 mrad at 200 kV.

Antimicrobial activities of silver nanoparticles were tested using E-coli (ATCC 35218) bacteria on Plate Count Agar (PCA, Merck-M105463.0500) and Violet Red Bile Agar (VRBA, Merck-M101406.0500) media by the Kirby–Bauer disk diffusion susceptibility method in two ways: i) filter paper method (dip filter paper in the sample solutions and place on Petri dish with E-coli bacteria), and ii) hole method (make a hole in the bacteria growth zone and drop 0.1 mL sample solution inside the hole). The samples (Ag/Ag₂O) with concentration of 5 mg/ml were prepared for the antibacterial applications. The size of lysis zone was measured directly on the petri dish and used to determine the sample antimicrobial activities.

Results and Discussion

The XRD patterns of the samples produced by the pulsed plasma between two Ag electrodes, which were submerged in aqueous solutions with three different surfactant materials, SDS, CTAB, PVP and without surfactants were conducted. Diffraction peaks corresponding to Ag and Ag₂O phases are observed, which confirms that the produced nanoparticles in water mainly consist of two phases: Ag and Ag₂O. The ratio of Ag/Ag₂O for each sample (weight percentages) was calculated from the integrated peak areas. The results are summarized in Table 1. It can be seen that the samples mainly consist of two phases, Ag and Ag₂O, no matter which surfactant was used. In addition, some other unknown peaks from impurities were also observed. The content of Ag particles formed in CTAB water solution is around 72.51 %, which is slightly higher than that produced without any surfactants. In the case of samples produced with PVP, the composition (Ag, 64.62%) is very similar to that produced with pure water (Ag, 65.52%). The cell crystal parameters of Ag particles were also calculated and summarized in Table 1. Although some small deviations (less than 1%) compared with the cell parameters from JCPDS card (No. 65-2871) were found, considering the use of surfactant materials and the dynamic conditions of the pulsed plasma in liquid, these deviations are small.

Table 1. Calculated content ratio of the constituent phases of the samples prepared by using different kinds of surfactants and their cell parameters.

Samples	Constituent phases, %			Ag/Ag ₂ O ratio
	Ag	Ag ₂ O	Other	
Without surfactant	65.52	20.29	14.19	3.23
CTAB	72.51	16.75	10.74	4.33
PVP	64.62	19.92	15.46	3.24
SDS	43.94	43.87	12.19	1.00

Figure 1. Typical HAADF-STEM images of the Ag nanoparticles prepared by the pulsed plasma in presence of CTAB, PVP and SDS, respectively.

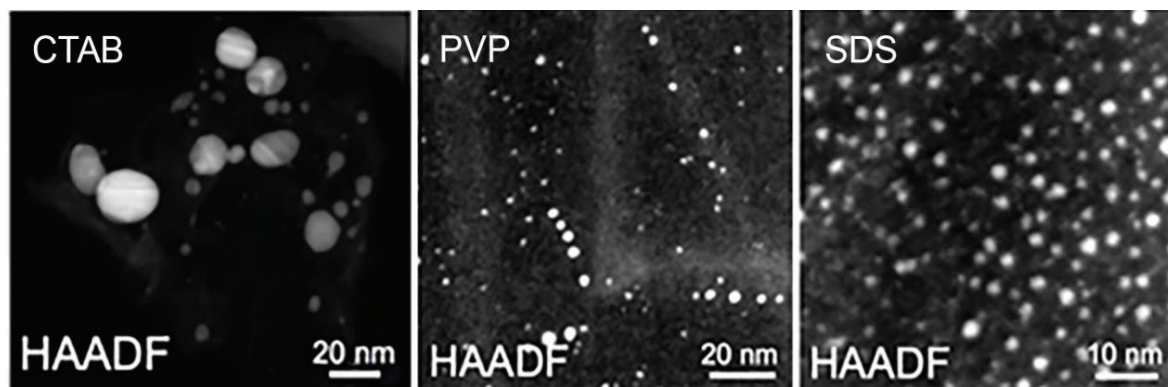


Figure 1 shows typical HAADF-STEM images of the Ag nanoparticles produced by the pulsed plasma method in presence of CTAB, PVP and SDS surfactants, respectively. In all cases, circular shaped particles were observed on TEM grids. The particle size of the three samples showed around 3-10 nm in diameter.

Antibacterial activity of synthesized nanoparticles

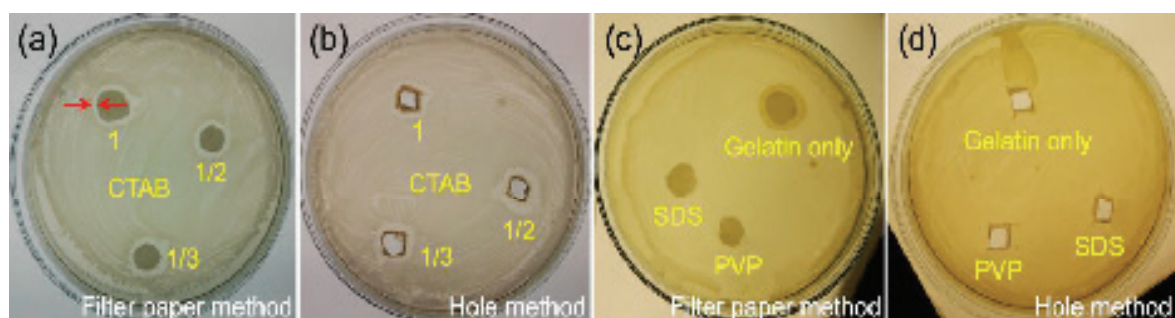


Figure 2. Antibacterial activities of the three surfactants by filter paper and hole methods: CTAB (a, b), PVP (c, d) and SDS (c, d). The ring area indicated by two red arrows is the Lysis zone which is used to determine the sample antibacterial activity. [17] The original and two diluted CTAB solutions (with solution/water ratios of 1:1 and 1:2) are labelled by 1, 1/2 and 1/3, respectively.

Before testing the synthesized Ag/Ag₂O nanoparticles, the antibacterial activities of the pure surfactant materials without any additives were measured as a reference. Figure 2 shows the obtained results (both filter paper method and hold method) for the CTAB (a, b), and SDS and PVP (c, d) surfactants. To double confirm the antibacterial activity, the original CTAB solution was also diluted twice (with solution/water ratios of 1:1 and 1:2) and tested as seen in Figures 2 (a) and (b). It can be seen that for the three CTAB surfactants, around the dark dots or holes, some Lysis zones with a ring shape (indicated by two red arrows) were clearly observed in all three cases, no matter how strong the concentration is. This demonstrates that the CTAB can inhibit E-coli bacteria growth efficiently. However, for SDS and PVP surfactants (Figures 4 (c) and (d)), no Lysis zones were found. Therefore, SDS and PVP surfactant materials are the best choices of stabilizing agent to illustrate nanoparticle antibacterial activities without introducing other effects.

After clarifying the antibacterial activities from the pure surfactants, the Ag/Ag₂O samples synthesized in presence of SDS and PVP surfactants (denoted as Ag/Ag₂O+SDS and Ag/Ag₂O+PVP) were tested using the same methods (filter paper and holes methods) on two kinds of agars, PCA and VRBA, as illustrated in Figure 3. Again, to double confirm the antibacterial activity, the original Ag/Ag₂O+SDS and Ag/Ag₂O+PVP solutions were further diluted twice (with solution/water ratios of 1:1 and 1:2) and were labelled as 1, 1/2 and 1/3 for each concentration, respectively. The sizes of the Lysis zones were directly measured from the petri dishes and are summarized in Table 2 and Table 3. It can be seen that both the filter paper method and hole method show that the sample of Ag/Ag₂O+SDS has the most active antibacterial properties against *E. coli* bacteria. In Figures 3 (a) and (c), some growth suppression zones were clearly observed on the filter paper, which indicates the samples are antibacterial active, thus bacteria cannot grow. Also, in the holes in Figures 5(b) and (d) where the sample of Ag/Ag₂O+SDS was dropped, no bacteria colonies were observed, indicating almost all the bacteria were killed. The effects of the agars on the antibacterial activities were also investigated as shown in Figure 3 and Tables 1 and 2. The antibacterial activities of Ag/Ag₂O nanoparticles (both with PVP and SDS surfactants) were found to be much higher (with larger Lysis zones) on PCA media than on VRBA, which is because PCA contains simpler ingredients without any inhibition molecules than VRBA. VRBA is a selective medium consisting of inhibitors which may be interact with the nanoparticles. To compare all samples more straightforward, the antibacterial activities (sizes of the Lysis zones) were re-plotted in Figure 7. Again, the sample of Ag/Ag₂O + SDS shows the highest antibacterial activities against *E. coli* bacteria with the average Lysis zone of around 7 mm, which is almost 5 times that of the Ag/Ag₂O+CTAB sample (1.5 mm) and 7 times that of the Ag/Ag₂O+PVP sample (1 mm). Therefore, we have demonstrated a simple and environmentally-friendly method to prepare Ag/Ag₂O nanoparticles with high antibacterial activities.

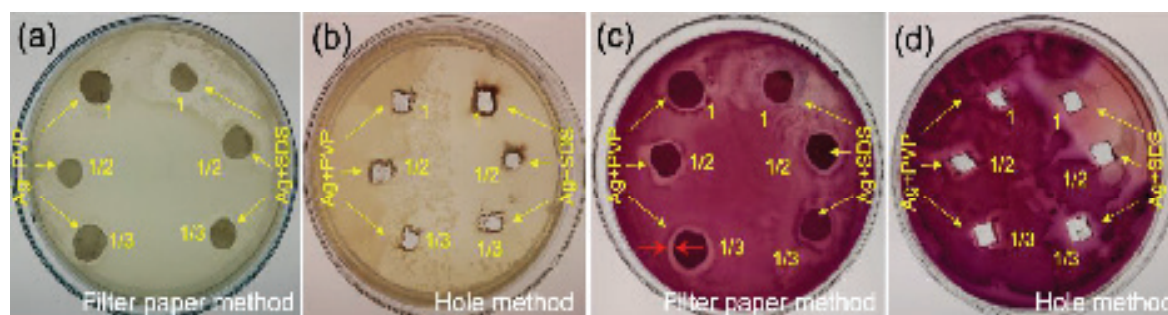


Figure 3. Antibacterial properties of the Ag nanoparticles produced by electrical discharge method in presence of PVP and SDS on PCA agar (a)-(b), and on VRBA agar (c)-(d). *E. coli* bacteria cell were cultured by the filter paper and hole methods.

Table 2. Summary of the antibacterial activities of Ag/Ag₂O+PVP and Ag/Ag₂O+SDS with different concentrations by the filter paper method

	Lysis zone (mm)					
	On PCA agar			On VRBA agar		
	Original solution (1)	Diluted solution (1/2)	Diluted solution (1/3)	Original solution (1)	Diluted solution (1/2)	Diluted solution (1/3)
Ag/Ag₂O + PVP	0.98±0.04	0.98±0.04	0.98±0.04	0.98±0.04	1.5±0.07	1.8±0.52
Ag/Ag₂O + SDS	7±1.58	0.5±0.07	0.98±0.04	2.6±0.40	1.6±0.39	0.98±0.04

Table 3. Summary of the antibacterial activities of Ag/Ag₂O+PVP and Ag/Ag₂O+SDS with different concentrations by the hole method

	Lysis zone (mm)					
	On PCA agar			On VRBA agar		
	Original solution (1)	Diluted solution (1/2)	Diluted solution (1/3)	Original solution (1)	Diluted solution (1/2)	Diluted solution (1/3)
Ag/Ag₂O + PVP	0	0	0	0	0.5±0.07	0
Ag/Ag₂O + SDS	15±0.07	15±0.07	15±0.07	7±1.58	15±0.07	9.8±0.04

Conclusions

Nanoparticles of Ag/Ag₂O were synthesized by the “pulsed plasma in liquid” method. Different surfactant materials (CTAB, SDS, PVP) prior to synthesis were added to prevent particle aggregation. The effect of the surfactants on the formation of nanoparticles was investigated. PVP and SDS result in a smaller particle size than CTAB due to the stronger interaction with the synthesized particles. In addition, the ratio of the constituent phases Ag and Ag₂O (weight percentages) was calculated from the integrated peak areas in XRD, which also confirms only Ag and Ag₂O phases were produced in the samples. The fraction of Ag in presence of CTAB in the water solution is around 72.51 %, which is slightly higher than that produced without surfactant (65.52%). In the case of PVP (SDS), the fraction of Ag product is 64.62 % (50.00 %). In vitro antibacterial properties of all the synthesized silver nanoparticles against the Gram-negative bacteria *Escherichia coli* were examined by the Kirby–Bauer disk diffusion susceptibility method.

It was found that the silver nanoparticles stabilized with SDS exhibit a better antibacterial activity than the silver nanoparticles stabilized with PVP, CTAB. We also found that the standard PCA medium, which contains basic elements for bacteria, shows less interaction with Ag nanoparticles than VRBA. Our study provides a new route to synthesize nanoparticles at a large scale with potential applications in antibacterial.

References

- [1] N.G. Bastus, F. Merkoci, J. Piella, V. Puntès. Synthesis of highly monodisperse citrate-stabilized silver nanoparticles of up to 200 nm: Kinetic control and catalytic properties. *Chem. Mater.*, 26 (2014), 2836–2846.
- [2] S. Iravani, H. Korbekandi, S.V. Mirmohammadi, B. Zolfaghari. Synthesis of silver nanoparticles: Chemical, physical and biological methods. *Res. Pharm. Sci.*, 9 (2014), 385–406.
- [3] S. Galdiero, A. Falanga, M. Vitiello, M. Cantisani, V. Marra, M. Galdiero. Silver Nanoparticles as Potential Antiviral Agents. *Molecules*, 16 (2011), 8894–8918.
- [4] N. Duran, P.D. Marcato, G.I.H. De Souza, O.L. Alves, E. Esposito, Antibacter. effect of silver nanoparticles produc. by fungal process on textile fabrics and their effluent treatment. *J. Biomed. Nanotechnol.*, 3(2007), 203-208.
- [5] Neu H C 1992 The crisis in antibiotic resistance. *Science*, 257 1064-1066.qa
- [6] Wise R, Hart T, Cars O, Streulens M, Helmuth R, Huovinen P 1998 Antimicrobial resistance is a major threat to public health *British Medical Journal*, 5 Sept., p. 609-612.
- [7]. Asoro, M. A., Kovar, D., Ferreira, P. J. Effect of surface carbon coating on sintering of silver nanoparticles: in situ TEM observations. *CHEMICAL COMMUNICATIONS* Volume: 50, Issue: 37, Pages: 4835-4838, DOI: 10.1039/c4cc01547a
- [8]. Z. Abdullaeva et al. Onion-like carbon-encapsulated Co, Ni, and Fe magnetic nanoparticles with low cytotoxicity synthesized by a pulsed plasma in a liquid. *Carbon* 50, 1776, 2012.
- [9] Omurzak E et al 2007 Synthesis method of nanomaterials by pulsed plasma in liquid *J. Nanosci. Nanotechnol.*, 7, 3157-3159.
- [10] Omurzak E, Abdullaeva Z, Iwamoto C, Ihara H, Sulaimankulova S, Mashimo T, 2015 Synthesis of hollow carbon nano-onions using the pulsed plasma in liquid *J. Nanosci. Nanotechnol.*, 15 3703-3709.
- [11]. Lee, H., Park, S., Jung, S., Yun, J., Kim, S., & Kim, D. (2013). Preparation of nonaggregated silver nanoparticles by the liquid phase plasma reduction method. *Journal of Materials Research*, 28(8), 1105-1110. doi:10.1557/jmr.2013.59
- [12]. Baruah, Bharat and Meshack Kiambuthi. “Facile synthesis of silver and bimetallic silver–gold nanoparticles and their applications in surface-enhanced Raman scattering.” (2014). *RSC Adv.*, 2014,4, 64860-64870
- [13]. Wanzhong Zhang, Xueliang Qiao, Jianguo Chen. Formation of silver nanoparticles in SDS inverse microemulsions. *Materials Chemistry and Physics* 109, Pages 411-416.

[14]. López-Miranda, A., López-Valdivieso, A. & Viramontes-Gamboa, G. Silver nanoparticles synthesis in aqueous solutions using sulfite as reducing agent and sodium dodecyl sulfate as stabilizer. *J Nanopart Res* 14, 1101 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11051-012-1101-4>

[15]. Song, K.C., Lee, S.M., Park, T.S. et al. Preparation of colloidal silver nanoparticles by chemical reduction method. *Korean J. Chem. Eng.* 26, 153–155 (2009). <https://doi.org/10.1007/s11814-009-0024-y>

[16]. BR Locke, M Sato, P Sunka, MR Hoffmann, JS Chang. Electrohydraulic discharge and nonthermal plasma for water treatment. *Industrial & engineering chemistry research* 45 (3), 882-905

[17]. Barry, A., Thorsberry, C., 1985. Susceptibility test: Diffusion Tests Procedures In: Lennette, E.H., Balows, A., Hausler, W.J., Shadomy, H.J., 1985. *Manual of Clinical Microbiology*, 978–987.

УДК 616.314-06-035

Шайымбетова Алтынай Рысбековна*старший преподаватель**кафедры терапевтической стоматологии, КPCY им. Б. Ельцина***Шайымбетова Алтынай Рысбековна***улук окутуучу, терапевтикалык стоматология**кафедрасы, Б. Ельцин атындагы КPCY***Shayimbetova Altynai Rysbekovna***Senior-teacher, department of Therapeutic dentistry**KRSU named after Yeltsin***Шаяхметов Давлетша Белекович***д.м.н; и.о профессора кафедры**хирургической стоматологии КГМА им. И.К. Ахунбаева***Шаяхметов Давлетша Белекович***медицина илимдеринин доктору, профессор, хирургиялык**стоматология кафедрасы, И.К. Ахунбаев атындагы КММА***Shayahmetov Davletsha Belekovich***doctor of medical sciences, professor,**department of surgical dentistry, I.K. Akhunbaev KSMA***Сулайманкулова Саадат Касымбаевна***д.х.н; профессор, зав.лабораторией Нанотехнология,**Институт химии и фитотехнологий НАН КР***Сулайманкулова Саадат Касымбаевна***химия илимдеринин доктору, профессор,**Нанотехнология лабораториясынын башчысы,**Химия жана фитотехнология институту, КР VIIA***Sulaimankulova Saadat Kasymbaevna***doctor of chemical sciences, professor, head of laboratory of Nanotechnology,**Institute of chemistry and phytotechnology, NAS KR*

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО АПИКАЛЬНОГО ПЕРИОДОНТИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОРАСТВОРА ЗОЛОТА

Аннотация. На сегодняшний день эндодонтическое лечение корневых каналов требует высокого профессионализма от врача-стоматолога. В данной статье рассматривается клинический случай эндодонтического лечения с применением нанораствора золота при временном и постоянном пломбировании корневого канала. Хронический периодонтит является одним из распространенных заболеваний зубочелюстной системы. Игнорирование симптомов при хроническом периодонтите может привести к деструктивным изменениям костной ткани челюсти. Также о частой ошибке стоматологов при лечении эндодонтическом лечении – недостаточная медикаментозная обработка корневого канала и постоянная obturation при несоблюдении морфологических особенностей причинного зуба. Причины возникновения хронического апикального периодонтита могут быть разными, связанными

с анатомическими особенностями строения корня зуба и дополнительными ответвлениями корневых каналов. Каждому эндодонтисту необходимо знание морфологии зуба, корней и правил препарирования в определённой клинической ситуации. Четкое соблюдение всех этапов механической и медикаментозной обработки во время эндодонтического лечения, использование подходящего инструментария, знания анатомии зуба, а также правильная изоляция рабочего поля с помощью коффердама.

Ключевые слова: хронический апикальный периодонтит, нанораствор золота, ирригация корневого канала.

CLINICAL CASE OF ENDODONTIC TREATMENT OF CHRONIC APICAL PERIODONTITIS USING GOLD NANOSOLUTION

Abstract. To date, endodontic root canal treatment requires high professionalism from a dentist. This article discusses a clinical case of endodontic treatment using gold nanosolution for temporary and permanent root canal filling. Chronic periodontitis is one of the most common diseases of the dental system. Ignoring the symptoms of chronic periodontitis can lead to destructive changes in the jaw bone tissue. Also about the common mistake of dentists in the treatment of endodontic treatment is insufficient medical treatment of the root canal and permanent obturation if the morphological features of the causative tooth are not observed. The causes of chronic apical periodontitis may be different, associated with the anatomical features of the structure of the tooth root and additional branches of the root canals. Each endodontist needs knowledge of tooth morphology, roots and preparation rules in a particular clinical situation. Strict observance of all stages of mechanical and medical treatment during endodontic treatment, the use of suitable instruments, knowledge of the anatomy of the tooth, as well as the correct isolation of the working field using a rubber dam.

Key words: chronic apical periodontitis, gold nano-solution, root canal irrigation.

АЛТЫНДЫН НАНОЭРИТМЕСИН КОЛДОНУУ МЕНЕН ӨНӨКӨТ АПИКАЛДЫК ПЕРИОДОНТИТТИ ЭНДОДОНТТУК ДАРЫЛООНУН КЛИНИКАЛЫК ИШИ

Аннотация. Бүгүнкү күндө тамыр каналын эндодонттук дарылоо тиш доктурдан жогорку кесипкөйлүктү талап кылат. Бул макалада тамыр каналын убактылуу жана туруктуу толтуруу үчүн алтын наносолицияны колдонуу менен эндодонтиялык дарылоонун клиникалык учуру талкууланат. Өнөкөт периодонтит - тиш системасынын кеңири таралган ооруларынын бири. Өнөкөт периодонтиттин белгилерине көңүл бурбоо жаак сөөк тканында кыйратуучу өзгөрүүлөргө алып келиши мүмкүн. Ошондой эле эндодонтиялык дарылоону дарылоодо стоматологдордун кеңири тараган жаңылыштыгы – бул тамыр каналын медициналык жактан дарылоонун жетишсиздиги жана эгерде козгогуч тиштин морфологиялык белгилери байкалбаса, туруктуу обтурация. Өнөкөт апикалдык периодонтиттин себептери ар кандай болушу мүмкүн, тиштин тамырынын түзүлүшүнүн анатомиялык өзгөчөлүктөрү жана тамыр каналдарынын кошумча бутактары менен байланышкан.

Ар бир эндодонтияда иштеген врач тиштин морфологиясын, тамырын жана белгилүү бир клиникалык кырдаалда даярдоо эрежелерин билиши керек. Эндодонтиялык дарылоодо механикалык жана медициналык дарылоонун бардык этаптарын катуу сактоо, ылайыктуу аспаптарды колдонуу, тиштин анатомиясын билүү, ошондой эле резина дамбаны колдонуу менен жумушчу талааны туура изоляциялоо.

Негизги сөздөр: өнөкөт апикалдык периодонтит, алтын нано-эритме, тамыр каналын сугаруу.

Введение

В настоящее время в арсенале врачей-стоматологов есть множество методик обработки и расширения корневых каналов, ультразвуковые инструменты для ирригации и методы диагностики. Несмотря на большинство исследований в области эндодонтии лечение периодонтитов остается актуальной проблемой стоматологии. Воспалительные процессы периодонта – одна из частых причин удаления зубов. В последнее время все больше внимания уделяется качеству эндодонтического лечения корневых каналов. Ни для кого не секрет, что сегодня ситуация с медикаментозной обработкой остается неутешительна. С этих позиций основная цель эндодонтического лечения – это воздействие на биопленку корневого канала с помощью ручных и ротационных инструментов с целью уменьшения количества патогенных микроорганизмов в причинном зубе, а также для предотвращения повторной обсемененности системы корневых каналов [1].

Основными антисептическими растворами для медикаментозной обработки корневых каналов является 3,0-5,5 % раствор гипохлорита натрия, раствор хлоргексидина, раствор ЭДТА в жидкой форме, йодо-содержащие препараты, лимонная кислота и перекись водорода. Также активация гипохлорита натрия дает хороший результат при ирригации. После каждого антисептического раствора желательна промыть корневой канал физиологическим раствором, для предотвращения смешивания в системе корневых каналов. Как показывает повседневная практика, идеального антисептического раствора нет, и каждый раствор из перечисленных препаратов имеет недостатки [2]. Обнаружение и медикаментозная обработка лишь части основной системы корневых каналов может стать причиной прогрессирования заболевания и развития деструктивных осложнений [3]. Ирригация антисептическими растворами является одним из важных этапов обработки корневых каналов, который предотвращает даль-

нейшую контаминацию корневых каналов патогенными микроорганизмами. Однако, ирриганты не всегда справляются с данной функцией, что приводит к возникновению вторичной инфекции [4]. Применение наночастиц в медицине набирают обороты в последние десятилетия. К наночастицам относят высокодисперсные твердофазные частицы, размеры которых колеблются в пределах от 1 до 100 нм. Технологии, в которых данные частицы применяются, получили название нанотехнологий. Поскольку этот сегмент научных поисков достаточно молодой, стоматологи еще не очень хорошо ориентируются в вопросах возможностей практического применения нанотехнологий при лечении воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области, а также недостаточно знакомы с их преимуществами и перспективами внедрения. Сегодня активно происходит внедрение накопленных теоретических и практических знаний в том числе в стоматологию. Насколько успешным будет вопрос внедрения узкопрофильных исследований в практическую деятельность – покажет только время.

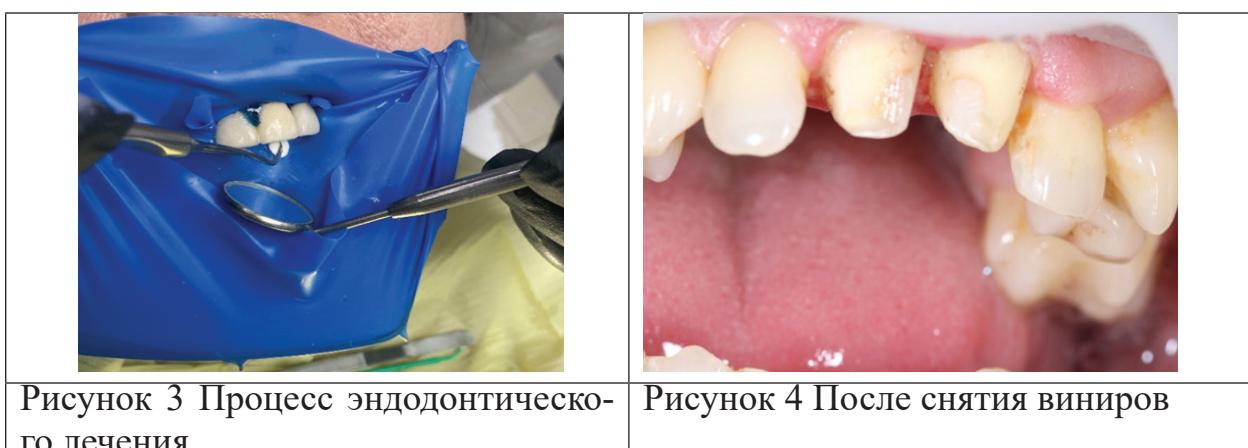
Разработка новейших и внедрение существующих нанотехнологичных медицинских методик лечения – перспективное направление развития современной стоматологии. Также существуют научно доказанные результаты применения нанорастворов в хирургической стоматологии при лечении кист и гранулем [5].

Сложное строение и индивидуальная вариабельность системы корневых каналов в сочетании с уникальными свойствами биопленки делают дезинфекцию этой системы проблемной. Даже после качественного по клиническим и рентгенологическим показателям эндодонтического лечения персистенция микрофлоры в СКК в дентинных канальцах обуславливает его низкую эффективность. При изучении биопленки корневых каналов разработаны разные методы [6, 7]. В проведенном нами клиническом случае использовали в качестве ирриганта нанораствор золота после механической об-

работки корневого канала для наибольшего антисептического действия.

В представленном клиническом случае описывается эндодонтическое лечение у пациента с деструктивными изменениями в апикальной части 2.1 зуба. Клинический случай: пациент А. Л. обратился в клинику с жалобами на болезненность при накусывании на центральные зубы в области второго квадранта. Дата осмотра – апрель 2021 года. (Рис.3) Во время осмотра провели фистулографию с использованием гуттаперчи № 20, для подробной диагностики клинического случая. Далее в обязательном порядке проводился фотопротокол. При рентгенологическом исследовании пациента (рис. 1) четко обнаруживалась достаточно значительная деструкция костной ткани в области корней зуба 2.1 зуба. Диагноз: хронический апикальный периодонтит 2.1 зуба». На снимке определили степень проходимости корневого канала и недостаточное пломбирование корневого канала. Далее принято решение провести эндодонтическое лечение. Со слов пациента жалобы начались после протезирования на центральную часть верхней челюсти. Пациенту были установлены виниры на центральные зубы год назад в другой стоматологической клинике. При объективном осмотре выявили свищевой ход, который периодически появлялся в области переходной складки. Первым этапом после инфильтрационной анестезии изолировали рабочее поле с помощью коффердама, для предотвращения затекания антисептических растворов в полость рта. При эндодонтическом лечении произвели доступ корневному каналу, создали ковровую дорожку. При антисептической обработке корневого канала наблюдали небольшое количество

гноя. (рис. 5) В данном клиническом случае выбрали методику Step back для расширения корневого канала. Провели механическую и медикаментозную очистку корневой системы с применением 3 % гипохлорита натрия, далее физиологическим раствором и после нанораствором золота. Для пролонгированного действия применяли временное пломбирование корневого канала гидроксидом кальция с нанораствором золота на две недели, закрывая полость стеклоиономерным цементом. Через две недели удалили стеклоиономерный цемент, изолировали раббердамом, провели повторную медикаментозную обработку корневого канала и ирригацию нанораствором золота перед постоянным пломбированием методом латеральной конденсации с использованием силера Ah plus с добавлением нанораствора золота, обладающим выраженным антибактериальным эффектом. После проведена художественная реставрация фотокомпозитным материалом (Рис. 4). Спустя 2 недели пломбирования ни болевых ощущений, ни осложнений у пациента не наблюдалось. Ситуация через 6 месяцев оптимистична (рис. 2.). Пациенту рекомендовано продолжить динамический рентгенологический контроль, для наблюдения за продолжительными результатами. Таким образом, успешное эндодонтическое лечение зуба 2.1 зуба стало возможным благодаря комплексному диагностическому исследованию, применению нанораствора золота в корневой канал, тщательной антибактериальной обработке инфицированных канала с использованием ирригации нанораствором золота и гидроксида кальция обладающих стимулирующими свойствами в отношении регенерации апикальной части корня зуба.



Выводы

Таким образом, после эндодонтического лечения регенерация апикальной части корня 2.1 зуба наиболее интенсивно протекает после применения нанораствора золота при ирригации и пломбировании корневого канала. Сокращается срок регенерации костной ткани, уменьшение

деструктивных изменений и улучшаются отдаленные результаты лечения. Применение нашей методики лечения заключается в использовании нанораствора золота с целью ускорить сроки регенерации при деструктивных изменениях, а также уменьшить количество посещений пациента на прием к врачу-стоматологу.

Литература

1. *Латышева С.В., Будзейская Т.В.* Проблемные вопросы в эндодонтии. Современный взгляд // Современная стоматология. 2015. – N2. 4–7.
2. *Белова Н.М., Полевая Н.П., Елисеева Н.Б.* Неудачи эндодонтического лечения и их профилактика. Медицинский алфавит. 2019;1(5):12-22.
3. *Покровский М.Ю., Алешина О.А., Горячева Т.П.* Пропущенный корневой канал как фактор, влияющий на периапикальный статус. Эндодонтия Today. 2022;20(4):292-296.
4. *Хабадзе З.С., Генералова Ю.А., Шубаева В.С., Исмаилов Ф.Р., Шерозия М.Г., Недашковский А.А., Негорелова Я.А.* Анализ бактерицидного действия гипохлорита натрия и хлоргексидина на резистентные микроорганизмы биопленки (*E. Faecalis*, *S. Albicans*). Эндодонтия Today. 2020;18(4):36-43.
5. *Блинова А.В., Румянцев В.А.* Нанотехнологии - реальность современной стоматологии (обзор литературы). Эндодонтия Today. 2020;18(2):56-61.
6. *Румянцев В.А., Родионова Е.Г., Некрасов А.В., Черджијева .Ф., Куприянова М.С.* Биопленка в эндодонтии Часть I. Свойства и методы изучения (обзор литературы). Эндодонтия Today. 2018;16(1):17-21.
7. *Naapasalo M., Udnes T., Endal U.* Persistent, recurrent, and acquired infection of the root canal system post-treatment // Endod. Top. 2003. Vol. 6. P. 29-56.

УДК 541. 18. 544. 546.28

Келгенбаева Жазгул Коконбаевна

к.х.н., Институт химии и фитотехнологий НАН КР

Келгенбаева Жазгул Коконбаевна

*химия илимдеринин кандидаты, химия жана
фитотехнология институту, КР УИА*

Kelgenbaeva Zhazgul Kokonbaevna

*Candidate of chemical sciences, Institute of
chemistry and phytotechnology, NAS KR*

Дюшеева Бегимжан Мухамбетовна

*к.х.н., доцент кафедры биохимия с курсом общей
и биоорганической химии, КГМА им.И.К.Ахунбаева*

Дюшеева Бегимжан Мухамбетовна

*химия илимдеринин кандидаты, доцент, жалпы
жана биоорганикалык химия курсу менен
биохимия кафедрасы, И.К.Ахунбаев атындагы КММА*

Dyusheeva Begimjan Muhambetovna

*Candidate of chemical sciences, docent, department of
biochemistry with the course of general
and bioorganic chemistry, I.K.Akhunbaev K SMA*

Ниязалиева Жамиля Карыбековна

*Преподаватель кафедры биохимия с курсом общей
и биоорганической химии, КГМА им.И.К.Ахунбаева*

Ниязалиева Жамиля Карыбековна

*окутуучу, жалпы жана биоорганикалык химия курсу
менен биохимия кафедрасы, И.К.Ахунбаев атындагы КММА*

Niazalieva Zhamilya Karybekovna

*Teacher, department of biochemistry with the course of
general and bioorganic chemistry, I.K.Akhunbaev K SMA*

ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ПАВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ НАНОЧАСТИЦ

НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА СПОСОБОМ ХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Аннотация. Восстановлением соли железа гидразингидратом в щелочной среде синтезированы наноструктуры железа и оксид железа. Исследовано влияние поверхностно-активных веществ – поливинилпирролидон (ПВП) и стабилизатора (желатин) на фазовый состав и морфологию полученных наночастиц. Показано, что при восстановлении соли железа в присутствии ПВП и стабилизатора образуются монофазные наночастицы магнетита со сферической формы и размером 28-85 нм.

Ключевые слова: наночастицы железа, оксид железа – магнетит, химическое восстановление, ПАВ.

ХИМИЯЛЫК КАЛЫБЫНА КЕЛТИРҮҮ ЖОЛУ МЕНЕН ТЕМИРДИН НЕГИЗИНДЕ НАНОБӨЛҮКЧҮЛӨРДҮ АЛУУДА БЕТТИК АКТИВДҮҮ ЗАТТАРДЫН РОЛУ

Аннотация. Темир жана темир оксидинин наноструктуралары щелочтук чөйрөдө темир тузун гидразингидрат менен калыбына келтирүү жолу менен синтезделди. Алынган нанобөлүкчөлөрдүн фазалык курамына жана морфологиясына беттик активдүү зат – поливинилпирролидондун (ПВП) жана стабилизатордун (желатин) тийгизген таасири изилденди. ПВП жана стабилизатордун катышуусунда темир тузун калыбына келтирүү сфералык формадагы жана 28–85 нм өлчөмүндөгү бир фазалуу магнетит нанобөлүкчөлөрүнүн пайда болушуна алып келди.

Негизги сөздөр: темир нанобөлүкчөлөрү, темир оксиди – магнетит, химиялык калыбына келтирүү, беттик активдүү зат.

THE ROLE OF SURFACTANT IN THE PRODUCTION OF IRON-BASED NANOPARTICLES BY CHEMICAL REDUCTION

Abstract. Iron and iron oxide nanostructures have been synthesized by reduction of iron salt with hydrazine hydrate in an alkaline medium. The effect of surfactants - polyvinylpyrrolidone (PVP) and a stabilizer (gelatin) on the phase composition and morphology of the obtained nanoparticles was studied. It was found that the reduction of an iron salt in the presence of PVP and a stabilizer results in the formation of single-phase magnetite nanoparticles with a spherical shape and a size of 28–85 nm.

Keywords: iron nanoparticles, iron oxide – magnetite, chemical reduction, surfactant

Введение

Магнитные наночастицы были широко изучены за последние полвека и продолжают поддерживать интерес из-за их потенциального использования в областях, от хранения данных высокой плотности до биомедицинских приложений. Среди магнитных материалов наночастицы на основе железа и соединений железа имеют практическое применение в промышленности из-за их низкой стоимости и обилия. Металлическое железо имеет самую высокую намагниченность насыщения при комнатной температуре, а его кубическая кристаллическая структура делает его мягким магнитным материалом (легко намагниченным, так и размагниченным) [1]. Исходя из своих уникальных физических, химических, термических и механических свойств, суперпарамагнитные наночастицы предлагают высокий потенциал для нескольких биомедицинских применений, таких как кон-

трастные средства магнито-резонансной томографии (МРТ), гипертермия, целевая доставка лекарств, биочувствительность и разделение белков. Кроме того, в очистке воды используются суперпарамагнитные наночастицы железа. Из-за их небольших размеров и большой площади поверхности, наночастицы железа эффективны для превращения галогенированных органических загрязнителей и тяжелых металлов в воде [2-4]. Разработка способов получения наночастиц на основе железа и их соединений доступным, экономически и технически выгодным путем остается **актуальной**. Применение полученных магнитных наноматериалов открывает широкие возможности для создания новейших материалов-биоактивных веществ, имплантатов, методов диагностики и лекарственных средств.

Целью данной работы является получение наночастиц на основе железа доступным и экономически выгодным путем,

а также изучение их физико-химических свойств.

Среди существующих химических процессов обычно предпочтительным является химическое восстановление, поскольку этот способ является простым, экономически выгодным и эффективным, также он может воспринять улучшенное управление размер частиц и дисперсией путем оптимизации экспериментальных факторов, например молярного отношения стабилизатора с солью прекурсора и фракции восстановителя со своей солью-прекурсором [5]. Скорость роста наночастиц зависит от различных параметров, включая концентрацию ионов металла, тип восстановителя, pH среды и температуры [6]. Время также является ключевым параметром в синтезе наночастиц. Наличие огромного числа ядер в заданное время привело к уменьшению размера наночастиц, поскольку маленькие ядра металла растут и одновременно используют ионы металлов.

В работе [7] описан способ получения наночастиц металлов в водной среде, в котором синтез наночастиц металлов осуществляется путем восстановления соли металла, находящегося в водном растворе, химическим восстановителем (боргидридом, гидразином, водородом). В этом случае процесс формирования частиц и их агрегация протекает в водном ядре, окруженном оболочкой из молекул поверхностно-активных веществ. В результате окислительно-восстановительной реакции финишная водная среда содержит наночастицы металла диаметром от 3 до 50 нм. К недостаткам описанного способа следует отнести невозможность получения высокочистого коллоидного раствора наночастиц металла, поскольку использование в качестве солей нитратов, сульфатов, перхлоратов и других обуславливает наличие в конечном растворе загрязняющих его соответствующих анионов (NO_3^- , SO_4^{2-} , ClO_4^-).

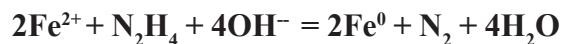
В любой окислительно-восстановительной реакции значения стандартных восстановительных потенциалов (E°) определяют пары реагентов, необходимых для успешного химического превращения.

Экспериментальная часть

Для приготовления наночастиц использован способ химического восстановления. Схема установки метода представлена на **Рисунке 1**. Использованные реагенты (исходные материалы), кроме желатина, имели классификацию «х.ч.» и «ч.д.а.», поэтому они дополнительной очистке не подвергались. Растворы, содержащие ионы железа, были приготовлены из сернокислого железа (II) - кристаллогидрата сульфата $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (РЕАХИМ). Для растворения гидросульфата железа использовалась дистиллированная вода. В качестве восстановителя использован 64 %-ный раствор гидразин гидрата $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ от фирмы Скат, Казахстан.

Для стабилизации наночастиц железа/оксидов железа были использованы пищевой желатин и поливинилпироллидон (ПВП: $(\text{C}_6\text{H}_9\text{NO})_n$, Cica-Reagent, Япония) которые очищались промыванием в дистиллированной воде и в этаноле.

Синтез наноразмерных порошков железа основан на химическом восстановлении ионов железа (II) гидразином по уравнению:



Восстановительная активность гидразина усиливается при pH более 10, поэтому синтез наночастиц проводили в щелочной среде при pH = 11-12.

Восстановление ионов железа (II) осуществляли на воздухе, чтобы исследовать устойчивость полученных нанопорошков к окислению. Для определения условий получения устойчивых к агрегации и окислению наночастиц железа процесс проводили также в присутствии желатины и ПВП.

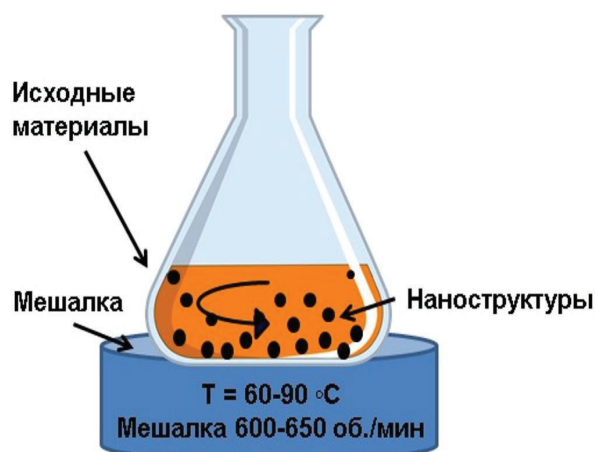


Рис. 1. Экспериментальная установка синтеза наноматериалов химическим восстановлением

Для синтеза нанопорошков железа, в щелочной среде, в водном растворе железа ($C_{\text{Fe}^{2+}} = 0,05 \text{ M}$) добавляется насыщенный раствор гидроксида натрия NaOH до достижения pH раствора соли до 11. Затем раствор нагревается до 70-80 °С на водяной бане и приливается раствор гидразина. Раствор при непрерывном перемешивании выдерживается при данной температуре в течение 30 минут. Затем продукт восстановления отделяется от жидкой фазы, промывается водой до нейтральной реакции и этиловым спиртом на центрифуге со скоростью 3000 об/мин. Полученный продукт высушивается на воздухе в сушильном шкафу при 65-70 °С. При синтезе нанопорошков железа в присутствии желатина в раствор соли железа добавляется раствор желатина в таком количестве, чтобы в полученной смеси содержание желатина составляло 0,2 %. Далее порядок синтеза протекает по выше указанной схеме.

Для синтеза нанопорошков железа в присутствии стабилизатора желатин + ПВП, в раствор прибавляется 0,4%-ный раствор желатина в таком количестве, чтобы в конечном растворе содержание желатина составляло 0,2% и порошкообразный ПВП в разных концентрациях для изучения их влияния на свойства наночастиц. Далее порядок синтеза протекает по выше указанной схеме. Для изучения влияния стабилизатора на фазовый состав и морфологию наночастиц ряд экспериментов проводился с раз-

ными видами и разным концентрациями стабилизаторов. Фазовый состав полученных нано-продуктов устанавливался методом рентгенофазового анализа. Дифрактограммы снимались на дифрактометре D-8 Advance ECO (АФ ИЯФ МЭ Астана, Казахстан).

Для определения дисперсности и морфологию синтезированных нанопорошков, использован метод электронной микроскопии. Микрофотографии высокодисперсных частиц продуктов снимали на растровом электронном микроскопе высокого разрешения JEOL JSM-7500F с системой энерго-дисперсионным рентгеновским микроанализатором (ИЯР, Астана, Казахстан). Изучено влияние стабилизаторов и их концентрации на процесс восстановления железа. Для этого восстановление железа гидразином проводили из раствора сульфата железа в щелочной среде, в присутствии желатина и желатина с ПВП в разных концентрациях.

Дифрактограммы полученных продуктов представлены на **рисунках 2-5**.

Результаты дифрактограммы показывают, что образцы полученные в присутствии желатина в разных концентрациях являются многофазными, обнаружались пики присущие оксиду железа Fe_2O_3 (магемиту) и Fe_3O_4 (магнетиту). А образцы, полученные в присутствии желатина и полимера, являются монофаз-

ными, и присутствуют пики только магнетита. Это означает, что полимер ПВП может играть роль “защитника” образованных наночастиц от дальнейшего окисления и с увеличением концентрации ПВП увеличивается монофазность образца. В образце в присутствии желатина (1:1) соотношении содержание кубической фазы Fe_3O_4 состав-

ляет 61,9%, во втором образце 62,7%, а в присутствии желатина и ПВП содержание магнетита составляет 100%.

В нашем процессе синтеза гидразин гидрат действует как восстановитель, а дистиллированная вода действует как поставщик кислорода. Основная функция желатина и

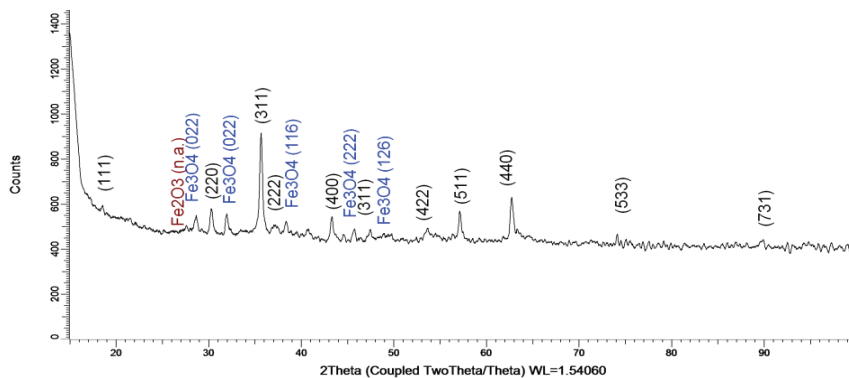


Рисунок 2. Дифрактограмма продукта восстановления железа гидразином в присутствии желатина в 1:1 соотношении с исходным веществом.

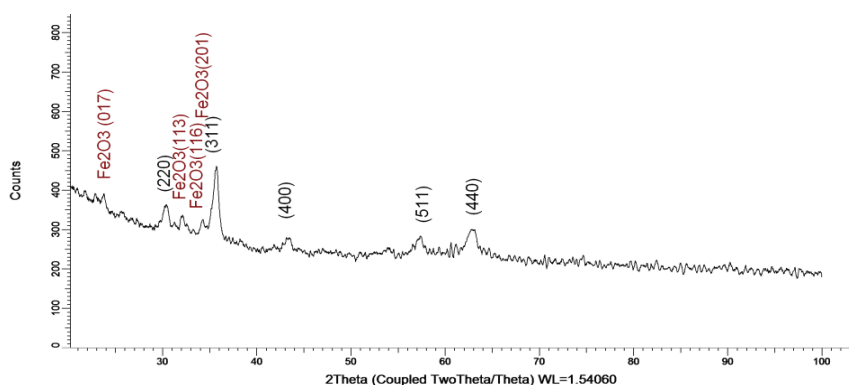


Рисунок 3. Дифрактограмма продукта восстановления железа гидразином в присутствии желатина в 2:1 соотношении с исходным веществом.

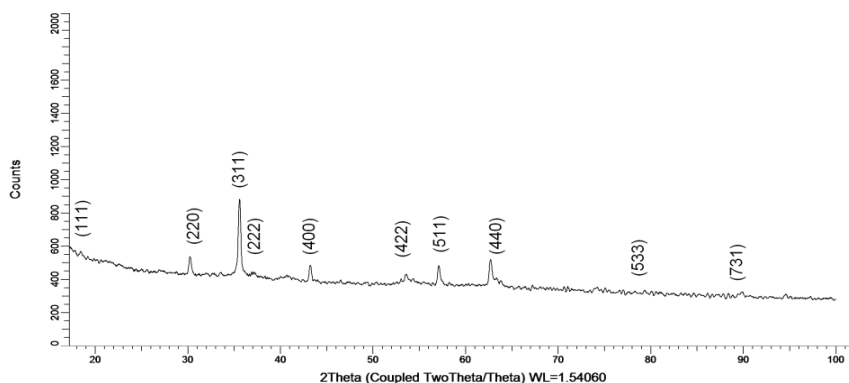


Рисунок 4. Дифрактограмма продукта восстановления железа гидразином в присутствии желатина в 1:1 соотношении и ПВП (50 мг).

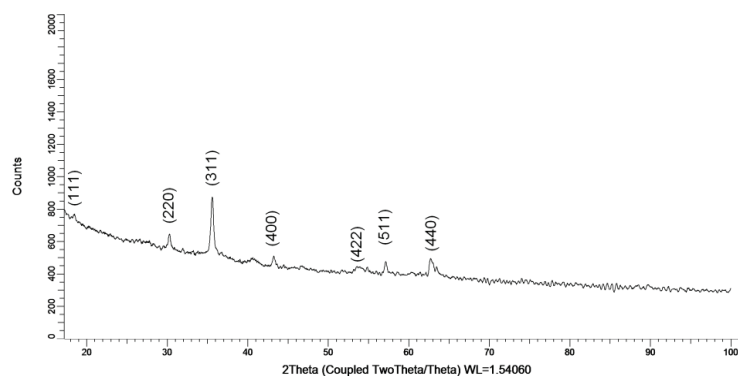


Рисунок 5. Дифрактограмма продукта восстановления железа гидразином в присутствии желатина в 1:1 соотношении и ПВП (100 мг).

полимера ПВП это стабилизация размера и формы наночастиц. Наночастицы оксида железа образуется следующим образом:

FeSO_4 (восстановление N_2H_4) \rightarrow ионы Fe (Fe^{2+} , Fe^{3+}) \rightarrow наночастицы Fe \rightarrow наночастицы Fe_xO_y (из-за воздействия атмосферы)

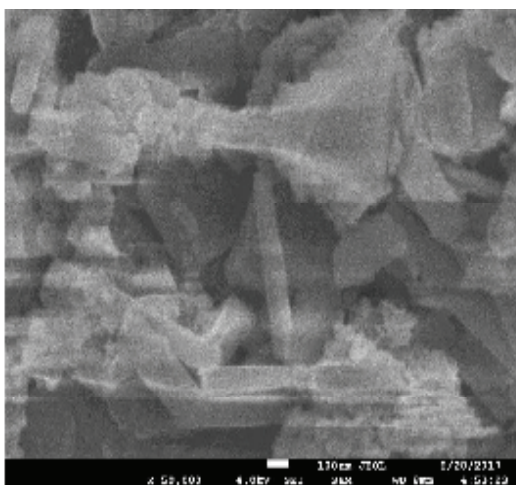
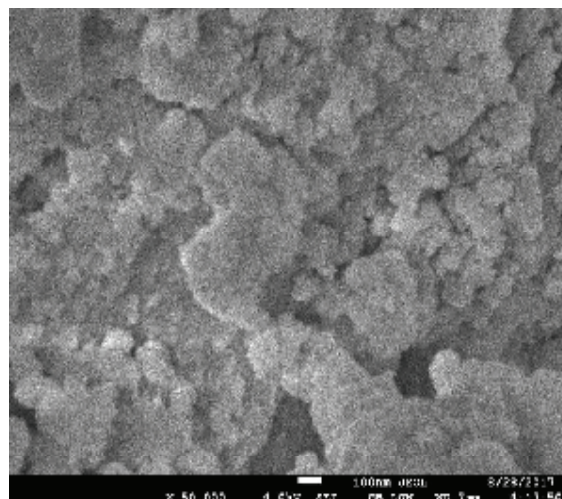


Рис. 7. Микрофотография продукта восстановления железа гидразином в присутствии желатина в соотношении 2:1.

Для изучения дисперсности наночастиц на основе железа, синтезированных при восстановлении гидразином использован метод электронной микроскопии. На **рисунках 6-9** представлены микрофотографии нанопорошков оксидов железа, синтезированных при восстановлении гидразином в присутствии желатина и желатина с полимером ПВП.

Рис. 6. Микрофотография продукта восстановления железа гидразином в присутствии желатина в соотношении 1:1.



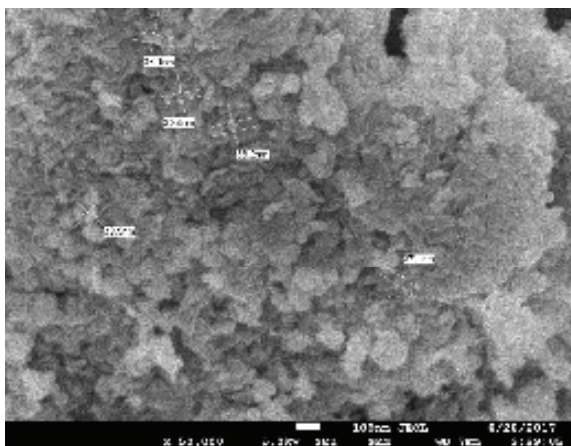


Рис. 8. Микрофотография продукта восстановления железа гидразином в присутствии желатина в соотношении 1:1 и ПВП (50 мг)

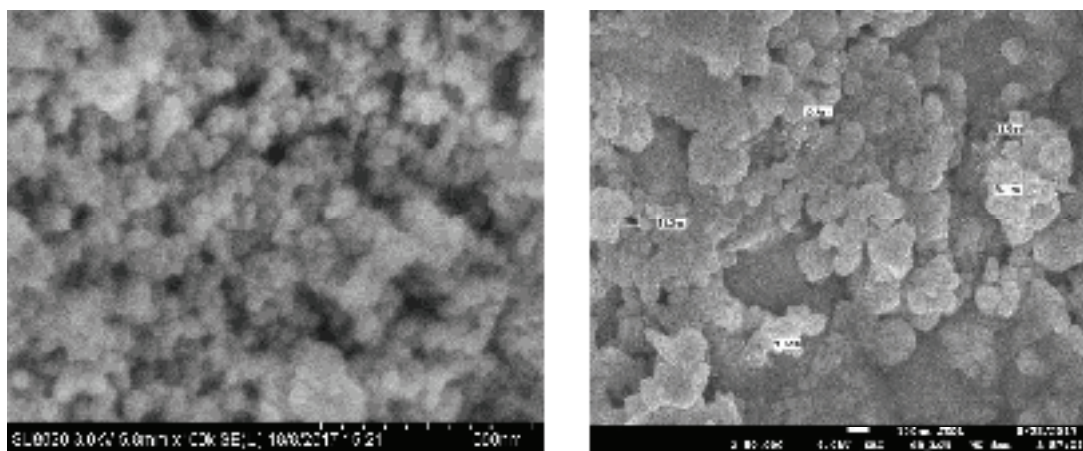


Рис. 9. Микрофотографии продукта восстановления железа гидразином в присутствии желатина в соотношении 1:1 и ПВП (100 мг)

Из микрофотографий видно, что при восстановлении ионов железа гидразином происходит образование наноразмерных частиц и структур, которые образуют агрегаты, в основном, сферической формы и различных размеров. Влияние концентрации (50 и 100 мг) полимера ПВП на размер и морфологию частиц можно заметить из микрофотографий (рисунки 8 и 9), где агрегаты наночастиц имеют сферические формы и размер в пределах 35-50 и 28-85 нм, соответственно. Продукты восстановления железа гидразином в присутствии желатина в соотношении 1:1 наноструктуры, имеют формы разного вида, т.е. вид стержней, ни-

ток и пленок. Все результаты по продуктам восстановления железа гидразином методом рентгенофазового анализа и растровой электронной микроскопии представлены в таблице 1.

Выводы: Синтезированы наночастицы на основе Fe способом химического восстановления. Изучено влияния ПАВ при восстановлении железа гидразином на фазовый состав и морфологию и размер полученных наночастиц. При восстановлении железа из солей железа гидразином в присутствии желатина с ПВП образовались монофазные наночастицы магнетита со сферической морфологией.

Таблица 1. Продукты восстановления железа гидразином в присутствии желатина и желатина с ПВП

Образец	Стабилизаторы, концентрация (%)	Фазовый состав	Размер частиц (нм)
1	Желатин (1:1)	Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄	
2	Желатин (2:1)	Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄	30-150
3	Желатин + ПВП (50 мг)	Fe ₃ O ₄	30-100
4	Желатин + ПВП (100 мг)	Fe ₃ O ₄	20-60
ПВП – поливинилпироллидон			

Работа выполнена при финансовой поддержке Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ (№ 038/110).

Литература

1. Huber D. L. Small, 2005, 1, 482-501.
2. Liu Y.Q., Majetich S.A., Tilton R.D., Sholl D.S., Lowry G.Y., Environ Sci Technol, 2005, 39, 1338-1345.
3. Cao J., Elliott D., Zhang W. J. Nanopart Res, 2005, 7, 499-506.
4. Quinn J., Geiger C., Clausen C., Brooks K., Coon C., O'hara S., Krug T., Major D., Environ Sci Technol, 2005, 39, 1309-18.
5. Dang T.M., Le T.T., Blanc E.F., Dang M.C., Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol., 2011, 2, 15009–15012.
6. Han K.N., Kim N.S., KONA Powder Part J. 2009, 27, 73.
7. Pileni M P., Langmuir, 1997, 13, 3266-3276

УДК 546.814-31

Ан¹ Владимир Вилорьевич

*Доктор химических наук, Научно-образовательный центр Н.М.Кижнера, Профессор
Томского политехнического университета*

Ан¹ Vladimir Vilorevich

*Doctor of chemical sciences, N.M.Kizhner scientific and educational center,
Professor of Tomsk Polytechnic University*

Рахимбеков² Кахрамон Анвар угли

Аспирант III курса Томского политехнического университета

Rakhimbekov² Kahramon Anvar ugli

postgraduate student of the III course Tomsk polytechnic university

^{1,2} *Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

(г. Томск, Россия)

^{1,2} *National Research Tomsk Polytechnic University*

(Tomsk, Russia)

НАНОСТРУКТУРНЫЙ ОКСИД SnO₂ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. В данной работе представлен аналитический обзор по методам получения наночастиц SnO₂ триботехнического назначения. Основное внимание в работе обращается на параметры получения и зависимость от них свойств синтезируемых наночастиц оксида олова (IV). Вкратце объясняется потенциал дальнейшего применения наночастиц оксида олова в составе смазочных материалов.

Ключевые слова: наноструктурные оксиды; оксид олова (IV) (SnO₂); лазерная абляция; порошок; суспензия; физические и химические методы.

NANOSTRUCTURED OXIDE SnO₂ FOR TRIBOTECHNICAL APPLICATIONS

Abstract. In this article, an analytical review on the production of SnO₂ nanoparticles for tribotechnical applications is presented. The main attention in the work is paid to the fabrication parameters and dependence of tin (IV) oxide nanoparticle properties on them. The further application of nanoparticles in the composition of lubricating materials is briefly explained.

Keywords: nanostructured oxides; tin (IV) oxide (SnO₂); laser ablation; powder; suspension; physical and chemical methods.

Введение

В последние годы исследования в области нанотехнологий нацелены на синтез, определение характеристик, модификации и применения наноматериалов в таких областях, как косметология, фармацевтика, оптика, пищевая, машиностроительная и текстильная промышленность, энергетика, электрохимия, медицина, электроника [1,2,3,4]. В частности, среди наночастиц различной природы, оксид олова (IV) (SnO₂)

привлекает огромное внимание благодаря своим уникальным свойствам. Универсальные приложения, такие как оптоэлектронные устройства [5], газовое зондирование [6], электроды для литий-ионных аккумуляторов [7], дисплеи с полевой эмиссией [8], светодиоды [9], катализ [10], солнечные элементы на основе красителей [11], медицина [12], фотодатчики и антистатические покрытия [13].

В триботехнике наночастицы SnO_2 можно применять в качестве добавок к смазочным маслам. Поскольку наночастицы представляют собой однородную массу, возникает вопрос сохранения стабильности в системе смазочного масла. Множество исследователей занимались решением этих вопросов изменением условий в системе поверхностно-активных веществ [14-18].

В данном аналитическом обзоре предоставлены материалы исследования, опубликованные в ведущих научных изданиях. Критериями подбора литературных источников являлись данные о триботехнических характеристиках, методах получения, областях применения и других аналитических материалах, содержащих информацию о наноструктурном оксиде олова (IV).

Наноструктурный оксид олова SnO_2

Благодаря уникальным физико-химическим свойствам и разнообразным потенциальным применениям наночастиц оксида олова (IV) научному сообществу удалось разработать множество методов получения наночастиц [19].

Получение высокочистых и недорогих наночастиц SnO_2 становится важной проблемой, которую еще предстоит решить. В настоящее время для подготовки SnO_2 используются различные методы [20].

Наночастицы SnO_2 синтезируются различными физическими, химическими и биологическими методами. К химическим методам относятся золь-гель, гидротермальный, осаждение, механохимический, микроэмульсионный и др. [21-27].

Синтезом наночастиц SnO_2 физическими методами, такими как распылительный пиролиз, термическое окисление, химическое осаждение из паровой фазы, лазерная абляция и ультразвук занимались Абдулла Н., Исмаил Н.М., Нуруззаман Д.М., Патил Г., Каджале Д., Гайквад В., Джайн Г., Рехман С., Асири С.М., Хан Ф.А., Джерми Б.Р., Хан Х., Ахтар С., Нагирняк С.В., Лутц В.А., Донцова Т.А., Астрелин, Десаркар Х.С., Кумбхакар П., Митра А. [28-32].

Золь-гель-метод

Благодаря электронным и оптическим свойствам порошков и зольей оксида олова, полученный данным методом, применяется во всех областях промышленности и техники для создания различных устройств.

По данному методу с помощью допирующих добавок производится получение пленок наночастиц оксида олова (IV). В качестве допирующей добавки можно использовать ионы Cl^- .

О.В. Кривоzubов и его коллеги [33] предложили методику получения золь-гель нанокompозита $\text{SnO}_2\text{-SiO}_2$. Сначала приготавливался ксерогель SiO_2 путем сушки водного геля нанодисперсного коллоидного SiO_2 при температуре 400°C ($\pm 50^\circ\text{C}$) в муфельной печи. Далее золь оксида олова (IV) пропитывался полученный ксерогель. На этой стадии в растворе $[\text{SnCl}_2] \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ в этиловом спирте формируется золь, который сушится в муфельной печи.

Согласно результатам исследований полученный продукт имеет высокую пористость, внутри пор (диэлектрического каркаса ксерогеля) располагается тетрагональный SnO_2 .

Метод термического окисления

Данный метод является более чистым относительно других методов и основан на термическом окислении расплавленного SnCl_2 при температурах выше 400°C , без необходимости использования защитных сред, закрытых сосудов или вредных химических веществ.

Сиюань Ли и его коллеги [36] исследовали прямое превращение расплавленного SnCl_2 в кристаллы SnO_2 , под влиянием расплавленного LiCl-KCl и ПЭТ-пластика на морфологию и структуру продукта. Для этого SnCl_2 смешали с ПЭТ-гранулами, KCl и LiCl , и смесь нагрели со скоростью нагрева 5°C мин^{-1} до различных конечных температур в печи, при этом время выдержки при максимальной температуре составляет 20 мин. Затем печь быстро охлаждали до комнатной температуры, а содержимое корундового тигля промывали дистиллированной

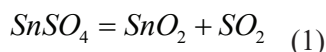
водой для удаления оставшихся солей с последующей вакуумной фильтрацией и сушкой при температуре около 100 °С в течение 2 ч. Термическое окисление SnCl₂ приводит к образованию кристаллов SnO₂ со средним размером около 50 нм при температуре 600 °С.

Метод химического осаждения

Оксид олова (SnO₂), получаемый методом химического осаждения, является одним из самых перспективных материалов с большим промышленным потенциалом. Например, в работе [34] нанопорошки SnO₂ получали путем растворения 2 г (0,1 М) дегидрата хлорида двухвалентного олова (SnCl₂·2H₂O) в 100 мл дистиллированной воды. После полного растворения к вышеуказанному раствору добавляли раствор аммиака по каплям при перемешивании. Полученные гели фильтровали и сушили при 80 °С в течение 24 часов. По этой методике, в конечном итоге, нанопорошки оксида олова в течение 2 часов образовывались при 550 °С.

Термическое разложение

Ещё одной интересной группой методов получения наноструктурных оксидов олова (IV) является термическое разложение различных оловосодержащих соединений. В.В. Иванов, И.А. Сидорак и другие исследовали термическое разложение SnSO₄ в твердой форме при температуре 350 °С без плавления, с повышением температуры до 700 °С. Изменение массы соответствует реакции (1):



Согласно экспериментальным данным в составе твердого продукта получено 28,06 % диоксида олова. Теоретические расчёты в соответствии изменением массы в ходе реакции показал, что в нем содержится 29,9 % оксида. Рентгенофазовый анализ продуктов разложения показал наличие фазы оксида олова с кристаллической структурой типа рутила [35].

Метод лазерной абляции

Лазерная абляция в жидкости - это простой, легкий и менее опасный метод, доступный для создания наночастиц без химических добавок. Дайчи Накаяма и его коллеги проводили наносекундную лазерную абляцию в различных водных растворителях для создания наночастиц оксида олова (SnO₂) из объемного порошка SnO.

Порошок SnO использовался в качестве сыпучих материалов для лазерной абляции в жидкой среде. Суспензию частиц SnO в растворителе поместили в стеклянную бутылку. Однородность суспензии поддерживали перемешиванием с помощью магнитной мешалки и облучали Nd:YAG-лазера. Лазерный луч диаметром 5 мм вводили в жидкость без фокусировки на лазерном луче. Лазерный луч направляли горизонтально к раствору в течение 30 мин. Для лазерной абляции можно использовать три различных растворителя: этанол, воду и водный раствор этанола (1:1). Растворы сушили при 100 °С для выпаривания воды и содержания этанола с получением мелкодисперсного порошка.

Результаты сканирующей электронной микроскопии показали образование наночастиц SnO₂ размером около 10-20 нм. Электронно-дифракционное изображение продукта подтвердило образование кристаллической фазы SnO₂ [37].

Гидротермальные методы

Контролируемый синтез оксидов на основе Sn с различным валентным состоянием по-прежнему остается сложной задачей. С помощью простого гидротермального метода селективного получения можно получить Sn⁴⁺ соединения регулируя валентное состояние Sn в последовательности от Sn⁴⁺ до Sn²⁺, путем изменения среды гидротермального раствора от богатой атмосферным O₂ и с дефицитом O₂, что достигалось добавлением в раствор H₂O₂ или мочевины.

Цзинхуэй Вана, Хуэй Ли и другие установили, что состав продукта определяется

атмосферой гидротермального раствора и достигается путем контроля состава раствора. Sn^{2+} может окисляться до Sn^{4+} вместе с гидролизом в H_2O . Растворенный O_2 служит окислителем [55,56]. Из-за ограничения O_2 , некоторые Sn^{2+} могут проявиться в качестве самолегирующего мономера в продукте, что приводит к образованию $\text{Sn}^{2+} - \text{SnO}_2$. Этот остаток Sn^{2+} устраняется путем добавления H_2O_2 в раствор и в качестве продукта получится SnO_2 . Если добавить мочевины, то разложение мочевины при $160\text{ }^\circ\text{C}$ [57] приводит к созданию смеси O_2 и CO_2 . Некото-

рая часть Sn^{2+} , затем прекурсор окисляется до SnO_2 , в то время как другой будет преобразовываться в SnO под защитой CO_2 , что приводит к получению в виде продукта составом SnO/SnO_2 . Перед гидротермальной обработкой раствор содержащий мочевины, будет очищен от растворенного O_2 путем продувки с помощью N_2 получится SnO . Где может образоваться SnO_2 вызванный окислением SnO , которое происходит во время сбора или хранения SnO . Селективное получение этих оксидов Sn кратко описано в следующей таблице.

Таблица преобразования SnCl_2 в целевые оксиды олова путем контроля состава гидротермального раствора [38].

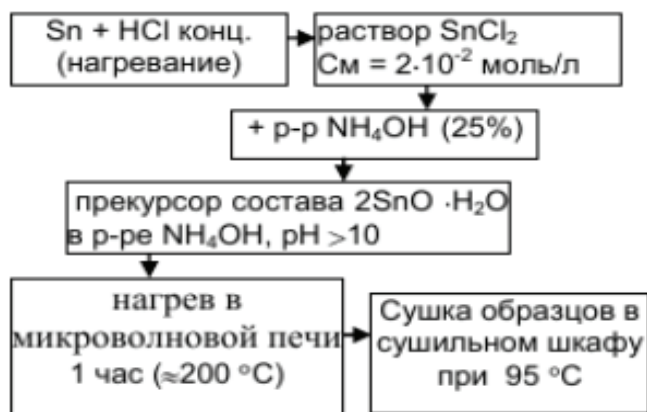
Реакция	Продукт
$\text{Sn}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_4 \rightarrow$	SnO_2
$\text{Sn}^{2+} + \text{OH}^- + \text{O}_2 \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_{x(2 < x < 4)} \rightarrow$	$\text{Sn}^{2+} - \text{SnO}_2$
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{CO}_2 + \text{OH}^-$ $\text{Sn}^{2+} + \text{OH}^- + \text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_2 + \text{Sn}(\text{OH})_x \rightleftharpoons \text{SnO}_2$	
$\text{Sn}^{2+} + \text{OH}^- + \text{N}_2 \xrightarrow[\text{на } \text{N}_2]{\text{мочевины}} \text{Sn}(\text{OH})_2 \rightarrow$	$\text{Sn}^{2+} - \text{SnO}_2$

Метод микроволнового нагрева

Получение нанопорошков по данному методу является современным способом, поскольку впервые об этом методе начали говорить всего 10 лет назад. Данный метод основывается на передаче энергии микроволн веществу, что приводит к химическому взаимодействию веществ за счёт их нагревания [39].

Олово в металлическом виде растворяется в концентрированной соляной кислоте. Далее осаждается из полученного раствора гидроксо-формы олова (II) избытком 25% раствора аммиака. Процесс проводится в микроволновой печи.

Схема получения по данному методу выглядит следующим образом [40]:



Результаты рентгенофазового анализа полученного данным методом продукта показывают образование оксида олова (IV) тетрагональной структуры с 60% кристаллической и 40% аморфной фазы.

В настоящем разделе обобщены различные методы, используемые для синтеза наночастиц оксида олова (IV), и влияние на их свойства в этих методах. Эта работа также описывает достижения в понимании механизма образования, о которых сообщается в литературе, и различные аналитические методы, используемые для характеристики этих наночастиц.

Многочисленные физические и химические методы используются в наши дни для производства наночастиц оксида олова. Однако эти методы являются дорогостоящими, требуют высоких энергозатрат, а также используют различные токсичные химические вещества во время синтеза. Возросшая озабоченность, связанная со здоровьем человека и воздействием на окружающую среду, приводит каждого исследователя в этой области к разработке экономически эффективных и экологически безопасных процессов его производства.

Литература

- [1] *Frewer LJ, Gupta N, George S, Fischer A, Giles E, Coles D* (2014) Consumer attitudes towards nanotechnologies applied to food production. *Trends Food Sci Technol* 40(2):211–225.
- [2] *Ahmed S, Chaudhry S.A, Ikram S* .(2017) A review on biogenic synthesis of ZnO nanoparticles using plant extracts and microbes: a prospect towards green chemistry. *J Photochem Photobiol, B* 166:272–284.
- [3] *Hussein A.K.* (2016) Applications of nanotechnology to improve the performance of solar collectors-recent advances and overview. *Renew Sustain Energy Rev* 62:767–792.
- [4] *Ahmed S, Ahmad M, Swami B.L, Ikram S.* (2016) A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: a green expertise. *J Adv Res* 7(1):17–28.
- [5] *He J.H, Wu T.H, Hsin CL, Li K.M, Chen L.J, Chueh Y.L.* et al (2006) Beaklike SnO₂ nanorods with strong photoluminescent and field-emission properties. *Small* 2(1):116–120.
- [6] *Wei Wang, Guoxin Xie, Jianbin Luo* Black phosphorus as a new lubricant *Friction*, 6 (1) (2018), pp. 116-142.

Заключение

Согласно вышесказанному в последние годы исследования в области нанотехнологий нацелены на синтез, определение характеристик, модификации и применения наноматериалов во многих областях нашей современности обуславливается тем, что наноматериалы имеют очень большое отношение площади поверхности к объему и чрезвычайно малый размер в диапазоне от 1 до 100 нм, эти материалы могут привести к совершенно новой или улучшенной электрической, оптической, магнитной, каталитической, антимикробной и трибологической активности по сравнению с их объемными материалами [41,42,43]. Из материалов данного аналитического обзора можно понять, что наночастицы оксида олова (IV) благодаря своим уникальным свойствам находится во внимании научных сообществ всего мира. В триботехнике наночастицы оксида олова (IV) имеют многообещающее будущее поскольку наночастицы в качестве добавок к смазочным материалам остаются незаменимыми. Все эти преимущественные свойства наночастицы оксида олова (IV) ставят вопросы перед научным сообществом по снижению стоимости и организации поточного производства.

- [7] *He Z.Q., Li X.H., Xiong L.Z., Wu X.M., Xiao Z.B., Ma M.Y.* (2005) Wet chemical synthesis of tin oxide-based material for lithium ion battery anodes. *Mater Res Bull* 40(5):861–868.
- [8] *Li L., Zong F., Cui X., Ma H., Wu X., Zhang Q.* et al (2007) Structure and field emission properties of SnO₂ nanowires. *Mater Lett* 61(19–20):4152–4155.
- [9] *Wang Y., Chen T.* (2009) Nonaqueous and template-free synthesis of Sb doped SnO₂ microspheres and their application to lithium-ion battery anode. *Electrochim Acta* 54(13):3510–3515.
- [10] *Carreño N.L., Fajardo H.V., Maciel A.P., Valentini A., Pontes F.M., Probst L.F.* et al (2004) Selective synthesis of vinyl ketone over SnO₂ nanoparticle catalysts doped with rare earths. *J Mol Catal A Chem* 207(2):91–96.
- [11] *Snaith H.J., Ducati C.* (2010) SnO₂-based dye-sensitized hybrid solar cells exhibiting near unity absorbed photon-to-electron conversion efficiency. *Nano Lett* 10(4):1259–1265
- [12] *Sudhparimala S., Gnanamani A., Mandal A.B.* (2014) Green synthesis of tin based nano medicine: assessment of microstructure and surface property. *Am J Nanosci Nanotechnol* 2(4):75–83
- [13] *Zhao Q., Ma L., Zhang Q., Wang C., Xu X.* (2015) SnO₂-based nanomaterials: synthesis and application in lithium-ion batteries and supercapacitors. *J Nanomater.*
- [14] *R. Kumar, R.K. Dwivedi, S. Ahmed.* Influence of multiphase high silicon steel (Retained Austenite-RA, Ferrite-F, Bainite-B and Pearlite-P) and carbon content of RA-C_γ on rolling/sliding wear Silicon, 13 (10) (2021), pp. 3307-3320
- [15] *R. Kumar, R.K. Dwivedi, S. Ahmed.* Stability of retained austenite in carbide free bainite during the austempering temperature and its influence on sliding wear of high silicon steel Silicon, 13 (4) (2021), pp. 1249-1259
- [16] *N.F. Azman, S. Samion.* Dispersion stability and lubrication mechanism of nanolubricants: a review. *Int. J. Precis. Eng. Manuf. – Green Technol.*, 6 (2) (2019), pp. 393-414
- [17] *R. Taheri, B. Kosasih, H. Zhu, A. Tieu.* Dispersion stability and lubrication performance correlation of vegetable oil-in-water emulsions with nanoparticle-shielded oil droplets *Lubricants*, 6 (2) (2018), p. 55
- [18] *S. Jendrzej, B. Gökce, S. Barcikowski.* Colloidal stability of metal nanoparticles in engine oil under thermal and mechanical load *Chem. Eng. Technol.*, 40 (9) (2017), pp. 1569-1576.
- [19] *Mittal AK, Chisti Y, Banerjee U.C.*, (2013) Synthesis of metallic nanoparticles using plant extracts. *Biotechnol Adv* 31(2):346–356.
- [20] *Bhattacharjee A., Ahmaruzzaman M., Sil A.K., Sinha T.* (2015) Amino acid mediated synthesis of luminescent SnO₂ nanoparticles. *J Ind Eng Chem* 22:138–146.
- [21] *Chakravarty R., Chakraborty S., Shukla R., Bahadur J., Ram R., Mazumder S.* et al (2016) Mechanochemical synthesis of mesoporous tin oxide: a new generation nanosorbent for 68 Ge/68 Ga generator technology. *Dalton Trans* 45(34):13361–13372.
- [22] *Abdelkader E., Nadjia L., Rose-Noëlle V.* (2016) Adsorption of Congo red azo dye on nanosized SnO₂ derived from sol-gel method. *Int J Ind Chem* 7(1):53–70.
- [23] *Song K.C., Kang Y.* (2000) Preparation of high surface area tin oxide powders by a homogeneous precipitation method. *Mater Lett* 42(5):283–289

[24] *Zamand N., Pour A.N., Housaindokht M.R., Izadyar M.* (2014) Size-controlled synthesis of SnO₂ nanoparticles using reverse microemulsion method. *Solid State Sci* 33:6–11.

[25] *Farrukh M.A, Tan P, Adnan R.* (2012) Influence of reaction parameters on the synthesis of surfactant-assisted tin oxide nanoparticles. *Turk J Chem* 36(2):303–314.

[26] *Yang H., Hu Y., Tang A., Jin S., Qiu G.* (2004) Synthesis of tin oxide nanoparticles by mechanochemical reaction. *J Alloy Compd* 363(1–2):276–279.

[27] *Karthik T., Maldonado A., Olvera MdLL,* eds (2012) Synthesis of tin oxide powders by homogeneous precipitation. Structural and morphological characterization. In: 2012 9th international conference on electrical engineering, computing science and automatic control (CCE). IEEE.

[28] *Abdullah N., Ismail N.M., Nuruzzaman D.M.* (eds) (2018) Characterization of tin oxide (SnO₂) nanostructures prepared by thermal oxidation. In: AIP conference proceedings. AIP Publishing LLC.

[29] *Patil G., Kajale D., Gaikwad V., Jain G.* (2012) Spray pyrolysis deposition of nanostructured tin oxide thin films. *ISRN Nanotechnol.*

[30] *Rehman S., Asiri S.M., Khan F.A., Jermy B.R., Khan H., Akhtar S.* et al (2019) Biocompatible tin oxide nanoparticles: synthesis, antibacterial, anticandidal and cytotoxic activities. *ChemistrySelect* 4(14):4013–4017.

[31] *Nagirnyak S.V., Lutz V.A., Dontsova T.A., Astrelin I.M.* (2016) Synthesis and characterization of tin (IV) oxide obtained by chemical vapor deposition method. *Nanoscale Res Lett* 11(1):343.

[32] *Desarkar H.S., Kumbhakar P., Mitra A.* (2012) Optical properties of tin oxide nanoparticles prepared by laser ablation in water: influence of laser ablation time duration and laser fluence. *Mater Charact* 73:158–165.

[33] *Кривоzubов О.В.* «Получение и исследование SnO₂/SiO₂ золь-гель нанокомпозита» *Динамика систем, механизмов и машин*, vol. 3, no. 1, 2016, pp. 257-260.

[34] *Asama. N. Naje, Azhar S.Norry, Abdulla. M.* Suhail “Preparation and Characterization of SnO₂ Nanoparticles” *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* (An ISO 3297: 2007 Certified Organization) Vol. 2, Issue 12, December 2013

[35] *Victor V. Ivanov, Irina A. Sidorak, Alexander A. Shubin, Lubov T. Denisova.* Synthesis of SnO₂ Powders by Decomposition of the Thermally Unstable Compounds. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies* 2 (2010 3) 189-213

[36] *Siyuan Li, Ali Reza Kamali.* Fast and clean preparation of highly crystalline SnO₂ nanoparticles incorporated in amorphous carbon, and its dye removal performance, *Inorganic Chemistry Communications*, Volume 142, 2022, 109597, ISSN 1387-7003, <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2022.109597>.

[37] Creation of three dimensional octahedral tin oxide nanostructure produced by laser ablation in liquid Daichi Nakayama, Pankaj Koinkar, Tetsuro Katayama and Akihiro Furube. *Modern Physics Letters B* 2022 36:16

[38] *Jinghui Wang, Hui Li, Sugang Meng, Xiangju Ye, Xianliang Fu and Shifu Chen*ab. Controlled synthesis of Sn-based oxides via a hydrothermal method and their visible light photocatalytic performances. *Royal society of chemistry/* First published on 22nd May 2017

[39] МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ. Екатеринбург 2007. 79 стр. 1324735_lectures.pdf - Яндекс.Документы (yandex.ru)

[40] С.А. Кузнецова, В.В. Козик. Структура и состояние поверхности наноксида олова (IV), полученного микроволновым нагревом гидратированного оксида олова (II). Ползуновский вестник №3 2009

[41] Charinpanitkul T., Faungnawakij K., Tanthapanichakoon W. (2008) Review of recent research on nanoparticle production in Thailand. *Adv Powder Technol* 19(5):443–457

[42] Rad A.G., Abbasi H., Afzali M.H. (2011) Gold nanoparticles: synthesising, characterizing and reviewing novel application in recent years. *Phys Procedia* 22:203–208

[43] Das Purkayastha M., Manhar A.K. (2016) Nanotechnological applications in food packaging, sensors and bioactive delivery systems. In: Ranjan S, Dasgupta N, Lichtfouse E (eds) *Nanoscience in food and agriculture 2*. Springer International Publishing, Cham, pp 59-128.

ФИТОТЕХНОЛОГИЯ

УДК: 574.4. (575.2)(04)

Шалпыков Кайыркул Тункатарович,
*член-корреспондент НАН КР,**доктор биологических, профессор***Шалпыков Кайыркул Тункатарович,***КР УИАнын член-корреспонденти,**биология илимдеринин доктору, профессор,***Shalpykov Kayirkul Tunkatarovich,***Corresponding Member of the NAS Kyrgyz Republic,**Dr. biological, professor,***Рогова Наталья Александровна,***научный сотрудник***Рогова Наталья Александровна,***илимий кызматкер***Rogova Natalya Alexandrovna,***Researcher,***Долотбаков Айбек Канатбекович,***научный сотрудник***Долотбаков Айбек Канатбекович,***илимий кызматкери***Dolotbakov Aibek Kanatbekovich,***Researcher,***Усон уулу Чынгыз,***научный сотрудник**Институт химии и фитотехнологий НАН КР***Усон уулу Чынгыз,***КР УИАнын Химия жана фитотехнология институтунун илимий кызматкери***Uson uulu Chyngyz,***Researcher**Institute of Chemistry and phytotechnology NAS Kyrgyz Republic***Бузурманов Бекбаатыр,***начальник управления биоресурсов**Министерство природных ресурсов, экологии и технического надзора КР***Бузурманов Бекбаатыр,***Кыргыз Республикасынын Жаратылыш ресурстары, экология жана техникалык**көзөмөл министрлигинин биоресурстар бөлүмүнүн башчысы***Buzurmanov Bekbaatyr,***head of the bioresources department**the Ministry of natural resources,**ecology and technical supervision of the Kyrgyz Republic*

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЭФИРОМАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ (НАДЗЕМНОЙ МАССЫ) ПЕРОВСКИЙ НОРИЧНИКОЛИСТНОЙ (*PEROVSKIA SCROPHULARIAEFOLIA* BGE.) В ОТДЕЛЬНЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ БАТКЕНСКОЙ И ОШСКОЙ ОБЛАСТЕЙ КЫРГЫЗСТАНА

Аннотация. В статье приводятся данные по запасам эфиромасличного сырья (зеленая надземная масса) перовский норичниковолистной (*Perovskia scrophulariaefolia* Bge.) в отдельных горных районах Баткенской и Ошской областей Кыргызстана, полученные в результате экспедиционных выездов в апреле – сентябре 2022 года. Описаны сообщества, в которых произрастает данный вид с указанием ярусности и видового состава растительности. Определена продуктивность, биологический и эксплуатационный запасы сырья. Определен выход эфирного масла.

Ключевые слова: биологические ресурсы, перовския норичниковолистная, ярусность, эфирные масла, фитоценоз, видовой состав.

КЫРГЫЗСТАНДЫН БАТКЕН ЖАНА ОШ ОБЛУСТАРЫНДАГЫ КЭЭ БИР ЖЕР ШАРТТАРЫНДА ЧАКАЛАЙЧАН СЫЯКТУУ КОЁН ТОМУКТУН (*PEROVSKIA SCROPHULARIAEFOLIA* BGE.) ЭФИР МАЙЛУУ СЫРЬЁСУНУН (ЖЕР ҮСТҮНДӨГҮ МАССАСЫ) БИОЛОГИЯЛЫК РЕСУРСТАРЫ

Аннотация. Макалада Кыргызстандын Баткен жана Ош облустарындагы кээ бир жер шарттарында 2022 жылдын апрель-сентябрь айларындагы экспедициялык жүрүштөрдүн негизинде чогултулган чакалайчан сыяктуу коён томуктун (*Perovskia scrophulariaefolia* Bge.) эфирмайлуу сырьёсунун (жер үстүндөгү жашыл массасы) корлорунун көрсөткүчтөрү берилген. Анда бул өсүмдүк өскөн коомдоштуктары, өсүмдүктөрдүн деңгээлдери жана түрлөрүнүн курамы аныкталган. Чийки заттын өндүрүмдүүлүгү, сырьёнун биологиялык жана эксплуатациялык корлору берилген. Эфир майдын алынуучу өлчөмү аныкталган.

Негизги сөздөр: Биологиялык ресурстар, чакалайчан сыяктуу коён томук, деңгээлдери, эфир майлары, фитоценоз, түрлөрдүн курамы.

THE BIOLOGICAL RESOURCES OF THE ETHERICLANE RAW MATERIALS (ABOVEGROUND MASS) OF PEROVSKIY NORCHIKOVA (*PEROVSKIA SCROPHULARIAEFOLIA* BGE.) IN SEPARATE HABITATS OF THE BATKEN AND OSH REGIONS OF KYRGYZSTAN

Abstract. The article provides data on the stocks of essentialized raw materials (green aboveground mass) of Perovskiy Norchikovsky (*Perovskia Scrophulariaefolia* Bge.) In some mountainous regions of the Batken and Osh regions of Kyrgyzstan, obtained as a result of expeditionary exits in April - September 2022. Communities are described in which this type grows indicating the tier and species composition of vegetation. The productivity, biological and operational reserves of raw materials are determined. The yield of essential oil is determined.

Keywords: Biological resources, Perovsky nouric leaves, tier, essential oils, phytocenosis, species composition.

Введение. Богат и разнообразен растительный мир Кыргызстана, включающий значительное количество групп растений различного использования. Наиболее обширные группы составляют лекарственные

и эфиромасличные растения. В Кыргызстане, по нашим данным, насчитывается 388 видов эфиромасличных растений, из них 111 видов относится к семейству Яснотковых (*Lamiaceae* Lindl.).

Наиболее ярким представителем этого семейства является перовския норичниковолистная - *Perovskia scrophulariaefolia* Vge., которая распространена в Алайском и Туркестанском хребтах. Растет отдельными экземплярами или группами по сухим галечниковым руслам рек, на каменисто-щебнистых склонах гор среди травянистой, реже, кустарниковой растительности.

Перовския норичниковолистная – полукустарник с разветвленной корневой системой, направленной вертикально вниз. Она уходит вглубь до 1,5 м, что обеспечивает растение влагой в засушливый период. Стебли до 1,5 метра высоты, прямые, у основания деревянистые, со слабо морщинистыми, яйцевидными листьями. Соцветие длиной до 40 см с фиолетовыми цветками. Семянки - бурые, гладкие орешки [1].

Кусты перовския норичниковолистной обладают специфическим резким запахом, смолистые. В надземной части содержится 0,20 - 0,48% эфирного масла, флавоноиды, кумарины лактоны, следы алкалоидов. В народной медицине отвар из надземной части растения употребляют для лечения чесотки. Цветки используют в качестве красителя [2].

Кусты перовския норичниковолистной очень декоративны, засухоустойчивы, неприхотливы к условиям произрастания, хорошо переносят засуху и защелбнение почвы и могут быть использованы в озеленении населенных пунктов. Размножается семенами и корневыми отпрысками. Растение - хороший медонос [3]. Это один из интересных и перспективных видов для получения эфирного масла, которое высоко оценили парфюмеры.

Эфирное масло перовския норичниковолистной мы получали из дикорастущего сухого эфиромасличного сырья, которое состоит из соцветий (13%), листьев (49%) и зеленых, не одревесневших побегов (38%), собранного в фазу массового цветения растений. Использовали метод перегонки сырья с водяным паром по методике Гинзберга [4]. По нашим данным, выход эфирного масла у

перовския норичниковолистной составил, в среднем, 0,89%, что значительно выше, чем в литературных источниках [2]. Эфирное масло темно-желтого цвета со специфическим запахом.

Определение запасов зеленой надземной массы перовския норичниковолистной в естественных местах обитания проводилось по методике ВИЛАР, разработанной А. И. Шретером и др. [5]. Так же определены сообщества растительности, в которых произрастает изучаемое растение и видовой состав сопутствующей растительности [6,7].

1. Местность между с. Мадыген и с. Дархум и окрестности с. Булак-Баши. Массив перовския норичниковолистной начинается с высоты 1425 м и заканчивается на высоте 1660 м над уровнем моря. Доминирующим видом она растет по сухой пойме реки, в ложбинах, на нижней и средней части склонов.

Сообщество - перовскиевое-разнотравное. 1 ярус – перовския норичниковолистная, вишня тяньшанская (*Prunus tianshanica* Pojark.). 2 ярус – гармала обыкновенная (*Peganum harmala* L.), незабудка (*Myosotis* sp.), мак павлиний (*Papaver pavonicum* Schrenk.), эремурус (*Eremurus* sp.), злаково-бобовое разнотравье.

На 1 м², в среднем, 1 куст. Диаметр отдельных кустов вместе с корневыми отпрысками достигает 3 м. Высота кустов 90-120 см. Сухой вес надземной массы с 1 м² - 160 г. Площадь – 31 га.

2. Местность Жалпак. Высота над уровнем моря 1191 м. Сообщество перовскиевое-шиповниково-разнотравное, растительность трехъярусная. 1 ярус – миндаль (*Amygdalus* sp.), боярышник (*Crataegus* sp.), шиповник (*Rosa* sp.). 2 ярус – вишня тяньшанская, терескен серый (*Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst.), полынь (*Artemisia* sp.), гармала обыкновенная. 3 ярус – злаки.

Перовския норичниковолистная обильно произрастает по сухому руслу реки, по ложбинам, на северном и южном склонах. Высота кустов 110-130 см. Местами на раз-

мытых берегах реки видна оголенная корневая система перовский. Длина главного корня достигает 1,2 м, диаметр в верхней части – до 5 см. На 1 м², в среднем, 1 куст, вес сухой надземной массы - 98 г. Площадь – 28 га.

3. На территории Ак-Турпакского и Карабакского Айыл Окмоту (Ак-Чон-Кол) в саях на высоте 1020 м обнаружены значительные заросли перовский норичниковолистной. Сообщество растительности то же, что и в предыдущем местообитании. На 1 м², в среднем, 0,7 куста, вес сухой надземной массы - 77 г. Площадь – 150 га.

4. Ущ. Патан. Алга Айыл Окмоту. Местообитание перовский норичниковолистной начинается с высоты 743 м н.у.м. и поднимается в горы до высоты 1020 м н.у.м. Сообщество – перовскиево-караганово-шиповниковое. 1 ярус – шиповник, карагана красивая (*Caragana laeta* Kom.). 2 ярус – перовский норичниковолистной. 3 ярус - полынь, крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), лапчатка Муркрофта (*Potentilla moorcroftii* Wall. ex Lehm.), гармала обыкновенная, просвирник пренебреженный (*Malva neglecta* Wallr.), тюльпан (*Tulip* asp.), злаки. Проективное покрытие растительностью – 60%. Почвы галечниковые и каменисто-щебнистые.

Перовский норичниковолистной массово произрастает по дну сая, в предгорьях, в нижнем и среднем поясе гор. Высота кустов, в среднем, 125 см. На 1 м², в среднем, 1 экземпляр, сухой вес надземной массы – 114 г. Площадь – 520 га.

В данной местности проводится интенсивный выпас скота. В результате съедена вся злаковая растительность, обломано много веток перовский норичниковолистной и кусты засорены шерстью.

5. Ноокатский район, территория Айыл Окмоту Кок-Жар, местность Жан-Буба. Перовский норичниковолистной растет на высоте 2185 м н. у. м. в можжевельниково-кустарниково-разнотравном сообществе. 1 ярус – можжевельник полу-

шаровидный (*Juniperus semiglobosa* Regel), кизильник (*Cotoneaster* sp.), таволга зверобоелистная (*Spiraea hypericifolia* L.). 2 ярус – барбарис продолговатый (*Berberis oblonga* (Regel) Schneid.), жимолость (*Lonicera* sp.), шиповник кокандкий (*Rosa kokanica* (Regel) Juz., шиповник, можжевельник казахский (*Juniperus Sabina* L.), эфедра хвоцевая ((Хвойник хвоцевой - *Ephedra equisetina* Bunge), вишня тяньшаньская, перовский норичниковолистной. 3 ярус – эремурус, терескен серый, лапчатка (*Potentilla* sp.), осока (*Carex* sp.), ковыль (*Stipa* sp.), мялик луговой (*Poa pratensis* L.), тысячелистник арабский (Биберштейна) (*Achillea arabica* Kotschy), одуванчик лекарственный, молочай (*Euphorbia* sp.), клевер земляничный (*Trifolium fragiferum* L.), эдельвейс (*Leontopodium* sp), Бузульник Томсона (*Ligularia thomsonii* (Clarke) Pojark.) подорожник ланцетный (*Plantago lanceolata* L.), незабудка, очный цвет полевой (*Anagallis arvensis* L.), герань холмовая (*Geranium collinum* L.), мышиный горошек (*Vicia cracca* L.), тмин обыкновенный (*Carum carvi* L.), подмаренник (*Galium* sp.).

Перовский норичниковолистной растет крупными куртинами, генеративные побеги низкорослые - 50-60 см. На 1 м² - 0,25 куста. Сухой вес надземной массы с 1 м² – 90 г. Общая площадь – 10000 га.

6. Араванский район, Местность Карьер. Перовский норичниковолистной растет отдельными кустами или сплошным массивом на склонах гор на высоте 1672 м и вдоль дороги. Растительное сообщество такое же, как и в предыдущем местообитании. На 1 м², в среднем, 1 куст с 60-104 (85) побегами, из них более половины – вегетативные. Высота генеративных побегов - 55 – 80 см. Сухой вес надземной массы с 1 куста, в среднем 170 г. Площадь – 180 га

На данном участке обнаружен 1 куст перовский норичниковолистной с белыми цветами. Это единственный случай из всех обследованных местообитаний.

7. Бассейн р. Папан, район Папанского водохранилища. Перовский норичниково-

волистная растет на высоте 1290 м н.у.м. в кустарниково-перовскиево-разнотравном сообществе. 1 ярус – боярышник (*Crataegus* sp.), миндаль, шиповник, барбарис (*Berberis* sp.), кизильник, отостегия Ольги (*Otostegia olgae* (Regel) Korsh.), вишня тяньшанская, перовския норичниковолистная. 2 ярус – эремурус, шалфей мускатный (*Salvia sclarea* L.), полынь (*Artemisia* sp.), полынь эстрагон (*Artemisia dracuncululus* L.), василек растопыренный (*Centaurea squarrosa* Willd.), шлемник (*Scutellaria* sp.), астрагал (*Astragalus* sp.), бородач кровоостанавливающий (*Bothriochloa ischaetum* (L.) Keng), тысячелистник арабский, лук (*Allium* sp.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), тмин обыкновенный (*Carum carvil* L.), овес волосистолистный (*Avena trichophylla* C.Koch.).

Проективное покрытие – 50%. Почва щебно-песчаная. Крутизна склонов – 50-60°.

Перовския норичниковолистная образует куртины 1,5 х 2 м или растет отдельными кустами диаметром до 1 м. На 100 м², в среднем, 8 куртин. Высота генеративных побегов – от 50 до 70 см. Средний вес сухой надземной массы с 1 м² – 87 г. Площадь массива – 400 га.

8. Нижняя часть Кулун-Атинского заповедника, бассейн реки Кулун Ата. Местность Арпа Тектир, окрестности с. Кондук. Перовския норичниковолистная распространена на высоте 1960 м н.у.м. в перовскиево-кустарниково-разнотравном сообществе. 1 ярус - карагана красивая (*Saragana laeta* Kom.), спирея зверобоелистная, перовския норичниковолистная, 2 ярус – полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), ломонос джунгарский (*Clematis songarica* Bunge), мятлик луговой, овес волосистолистный (*Avena trichophylla* C.Koch.) лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.), рогоз (*Typha* sp.), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris* R.Br.), недотрога мелкоцветная (*Impatiens parviflora* DC.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.), латук (*Lactuca* sp.), дескурайния струйчатая (*Descurainia Sophia*

(L.) Webb ex Prantl), люцерна тяньшанская (*Medicago tianschanica* Vass.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), лопух гладкосемянный (*Arctium leiospermum* Juz. et C.Serg), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.).

Определяемый вид растет сплошным покрытием (до 95%) на южном склоне крутизной 25-30° на каменисто-щебнистой почве. Отдельные кусты не выражены, высота – 100-120 см. Сухой вес надземной массы с 1 м² - 300 г. Площадь – 2 га.

9. Ущ. Ой Тал, район слияния рек Тар и Кулун-Ата, бассейн р. Ылан, окрестности сел Ой-Тал, Кара-Таш и Сары-Бээ. Перовския норичниковолистная отмечена в низинах, на предгорьях и в ущельях, где доходит до середины склонов на высоте 1739 м н.у.м. Сообщество перовскиево-разнотравное. 1 ярус - перовския норичниковолистная, цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), шток-роза голоцветковая (*Alcea nudiflora* (Lindl.) Boiss.). 2 ярус – полынь горькая, солodka голая (*Glycyrrhiza glabra* L.), тысячелистник таволговый (*Achillea filipendulina* Lem.), мордовник (*Echinops* sp.), щавель Паульсена (*Rumex paulsenianus* Rech.), дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium* L.), синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.), полынь эстрагон, шалфей пустынный (*Salvia deserta* Schangin), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.). Проективное покрытие растительностью – 60%, почва каменистая. Сухой вес надземной массы с 1 м² – 270 г.

Там же, за с. Сары Бээ, продолжается местообитание перовския норичниковолистной, которая растет через р. Ылай Талаа в каждом отщелке в низинах. Массовое произрастание отмечено в 10 отщелках. Общая площадь – 60 га.

10. Местность Аю Тапан (Ак-Каин) по обоим сторонам ущелья и на левом берегу р. Гульча в районе с. Кызыл-Суу перовския норичниковолистная растет отдельными участками общей площадью 70 га. Растительность и сообщество те же. Урожайность сухой надземной массы с 1 м² - 240 г.

11. Ущ. Баул. Выше с. Баул. Верхняя зона. Перовския норичниковолистная растет на высоте 1435 м н.у.м. по сухой пойме и на склонах в перовскиево-кустарниково-разнотравном сообществе. 1 ярус – карагана, курчавка (*Atraphaxis* sp.), таволга звездоболистная, вишня тяньшанская. 2 ярус: перовския норичниковолистная. 3 ярус – цикорий обыкновенный, эремурус, полынь (2 вида), василек растопыренный, сафлор остроколючий, мордовник (*Echinops* sp.), шандра неравнозубая (*Marrubium anisodon* С.Коч), гармала обыкновенная, шалфей мускатный, просвирник пренебреженный, подорожник ланцетный.

Проективное покрытие – 80%. На 1 м², в среднем, 0,8 куста. Сухой вес надземной массы с 1 куста – 120 г. Площадь – 47 га.

12. Местность перед перевалом Кок-Бель в сторону с. Арбын. Отмечен участок перовския норичниковолистная на высоте 1643 м н.у.м. Сообщество перовскиево-шиповниково-разнотравное. 1 ярус – шиповник кокандский, перовския норичниковолистная. 2 ярус – сафлор остроколючий, тысячелистник таволговый, полынь, солодка голая, василек растопыренный, дурнишник обыкновенный, цикорий обыкновенный, шандра неравнозубая, люцерна тяньшанская (*Medicago tianschanica* Vass.), подорожник ланцетный, пырей ползучий (*Agropyron repens* (L.) Beauv.).

Проективное покрытие растительностью 80%. Высота кустов 140 – 150 см. На 1 м² - 1 куст, вес сухой надземной массы – 165 г. Площадь - 7 га.

13. Узгенский район. Местность Ак-Жар. Перовския норичниковолистная растет по саям с периодическим увлажнением на высоте 1390 м н.у.м. в кустарниково-перовскиево-разнотравном сообществе. 1 ярус – фисташка настоящая (*Pistacia vera* L.), кизильник, боярышник, шиповник, жостер слабительный (*Rhamnus cathartica* L.). 2 ярус – перовския норичниковолистная. 3 ярус – сафлор остроколючковый, душица мелкоцветковая (*Origanum tyttanthum* Gontsch.), шандра неравнозубая, шалфей мускатный,

подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), тысячелистник таволговый, тысячелистник Биберштейна, василек растопыренный, вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), зизифора тонкая (*Ziziphora tenuior* L.), люцерна тяньшанская, лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.).

Проективное покрытие растительностью 70%. Почва песчано-каменистая. Высота кустов перовския 100-110 см. На 1 м², в среднем, 0,5 куста, вес надземной массы в сухом виде – 80 г. Площадь – 400 га.

14. Бассейн р. Куршаб. Ущ Кара-Таш, от с. Беш-Абышка до с. Элчибек. Высота местности произрастания перовския норичниковолистной - 1174 м н.у.м. Растительное сообщество и местоположение как в предыдущем местообитании. На 1 м² - 0,7 куста, сухой вес надземной массы – 65 г. Площадь – 400 га

15. Местность Ормон – Жилга, окрестности с. Миялы. Перовския норичниковолистная растет отдельными кустами на высоте 1710 м н.у.м. Сообщество кустарниково-разнотравное. 1 ярус – боярышник. 2 ярус - шиповник, перовския норичниковолистная. 3 ярус – сафлор остроколючковый, тысячелистник таволговый, полынь эстрагон, ковыль.

Проективное покрытие растительностью – 80%. Почва песчано-каменистая. Высота кустов перовския – 75-90 см. Один куст занимает, в среднем, 1 м², сухой вес надземной массы – 74 г. м². Площадь – 50га.

Данные по продуктивности, биологическому и эксплуатационному запасам надземной массы перовския норичниковолистной на обследованных участках представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, нами установлено, что на обследованных 15 крупных массивах Баткенской и Ошской областей перовския норичниковолистная произрастает на площади 12345 га. Наиболее крупные массивы на площади более 10 000 га сосредоточены в Ноокатском районе Ошской области, на территории Айыл Окмоту Кок-Жар, местность Жан-Буба. Продуктивность местооби-

таний составляет от 400 до 3000 кг/га надземной массы в сухом виде. Наиболее продуктивными оказались участки бассейна р. Кулун-Ата, местность Арпа-Тектир, окрестности с. Кондук. ущ. Ой-Тал, район слияния р.Тар и р. Кулун Ата, около сел Караташ и

Бээ; местность Аю-Тапан, место Ак-Каин и перед с. Кызыл-Суу – от 2400 до 3000 кг/га. Общий биологический запас изученных участков составляет – 11211 т. Эксплуатационный запас, с учетом периода восстановления кустов после заготовки надземной массы, составляет 5605 т.

Таблица 1 Результаты определения запасов перовский норичниковолистной в отдельных местообитаниях Баткенской и Ошской областей Кыргызстана

№ п/п	Местообитание	Площадь, га	Продуктивность, кг/га	Биологический запас, т	Эксплуатационный запас, т
1	Местность между с. Мадыген и с. Дархум и окрестности с. Булак-Баши	5,6	1600	49,6	24,8
2	Местность Жалпак,	28	980	27,4	13,7
3	Карабакский Ак Чон Кол	150	770	115,5	57,7
4	ущ. Патан.	520	1140	592,8	296,4
5	Местность Жан-Буба	10000	900	9000	4500
6	Местность Карьер	180	1700	306	153
7	Басс. р. Папан	400	870	348	174
8	Басс. р. Кулун-Ата, Местность Арпа Тектир, окрестности с. Кондук	2	3000	6,0	3,0
9	ущ. Ой Тал , район слияния р.Тар и р. Кулун Ата, около сел Караташ и Бээ	60	2700	162,0	81,0
10	Местность Аю Тапан. Место Ак-Каин и перед с. Кызыл-Суу	70	2400	168,0	84,0
11	ущ. Баул, выше с. Баул	47	960	45,1	22,5
12	Местность перед пер. Кок-Бель в сторону с. Арбын	7	1650	11,5	5,7
13	Местность Ак-Жар	400	400	160	80
14	ущ Кара-Таш, От с. Беш-Абышка до с. Элчибек	400	455	182	91
15	Местность Ормон-Жылга, с. Миялы	50	740	37	18,5
	Всего:	12345		11211	5605

По литературным данным выход эфирного масла составляет от 0,2 до 0,45 %. Максимальный выход из этого количества сырья составляет порядка 25, 223 тонны.

Заключение. Таким образом, в изученных нами 15 массивах Баткенской и Ошской области имеются промышленно-пригодные участки перовский норичниковолистной. Во время изучения местообитаний перовский норичниковолистной были сделаны описания растительных сообществ с определением видового состава, ярусности,

обилия видов, проективного покрытия и характер почвенной поверхности. Растительные сообщества в основном состоят из 2-х и 3-х ярусов. В результате установлено, что совместно с перовской норичниковолистной произрастают 210 видов древесных, кустарниковых и травянистых растений. Приведенные нами данные представляют определенный интерес для заготовителей и переработчиков эфирно-масличного сырья как внутри республики, так и зарубежом.

Литература

1. Флора Киргизской ССР. Т.IX, Изд. АН Кирг. ССР. - Фрунзе, 1960. - 220 с.
2. Лекарственные растения Средней Азии: Узбекистан и Кыргызстан. Под редакцией Саши Айзенмана, Давида Э. Заурова, Кайыркула Т. Шалыкова и Лены Струве. Бишкек, 2014. - С. 431.
3. Нурбаев А.Т., Керималиев Ж.К., Рогова Н.А. «Медоносные растения Кыргызстана», Бишкек, 2009, - 116 с.
4. Гинзберг А.С. Упрощенный способ определения количества эфирного масла в эфирно-носах. Журн. хим.-фармац. пром., № 8-9, 1960. -С. 326-329.
5. Крылова М.К., Шретер А.И. Методические указания по изучению запасов дикорастущих лекарственных растений. М., ВИЛР, 1986. - С. 70.
6. Флора Киргизской ССР. Т.I-X1, Изд. АН Кирг. ССР. - Фрунзе 1959-1965.
7. Лазыков Г.А., Султанова Б.А. Кадастр флоры Кыргызстана. Сосудистые растения. Бишкек, 2014. – С. 160.

УДК: 582.86

¹Ашымбаева Бурулкан Ашымбаевна,
канд.химических наук, вед.научн.сотр.

¹Ашымбаева Бурулкан Ашымбаевна,
химия илимдеринин кандидаты, жет. илимий кыз.
Ashymbaeva Burulkan Ashymbaevna,
cand.chemical sciences. Leading scientific specialist

²Сазыкулова Гулбайра Джолдошбековна
канд.биологических наук, доцент

²Сазыкулова Гулбайра Джолдошбековна
биология илимдеринин кандидаты, доцент
Sazykulova Gulbaira Dgoldoshbekovna,
cand.biol.sciences, associate professor

²Кубанычбек к. Анара
соискатель

²Кубанычбек к. Анара
изденуучу
Kubanychbek k. Anara
applicant

¹Институт химии и фитотехнологий НАН КР,

² Факультет биологии и химии КГУ им И.Арабаева,

РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ *PRÚNUS ARMENÍACA L.*

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос разработки безотходной технологии абрикоса обыкновенного. Наша республика является одним из центров культивирования абрикоса. Фермеры, занимаясь выращиванием и переработкой абрикосов в сухофрукты, имеют немалые доходы. И нам хотелось использовать не только плоды абрикоса в пищевой промышленности, но и отходы абрикоса (скорлупу косточек, древесину, камедь), чтобы они тоже нашли применение в различных областях промышленности.

Ключевые слова: абрикосы, безотходная технология, косметика, настой, экстракт, биологически активные вещества.

PRÚNUS ARMENÍACA L. КОЛДОНУУДА КАЛДЫКСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ

Аннотация. Макалада *Prúnus armeníaca L.* пайдаланууда калдыксыз технологияны иштеп чыгуу масалеси каралды. Биздин республика өрүктү өстүрүүнүн бирден бир борбору катары белгилүү. Өрүктү өстүрүп, аны кургатуунун негизинде фермерлер пайда табышат. Биздин изилдөөлөрүбүз өрүктү азык катары гана пайдаланбастан анын калдыктарын (данектеринин кабыгын, дарагын, камедь) дагы өндүрүштүн ар кандай тармактарына киргизүүгө негизделген.

Негизги сөздөр: өрүк, калдыксыз технология, косметика, настой, экстракт, биологиялык активдүү заттар.

DEVELOPMENT OF WASTE-FREE TECHNOLOGY FOR THE USE OF *PRUNUS ARMENIACA* L.

Abstract. The article considers the issue of developing a waste-free technology for common apricot. Our republic is one of the centers of apricot cultivation. Farmers, engaged in the cultivation and processing of apricots into dried fruits, have considerable income. And we would like to use apricot fruits not only in the food industry, but also apricot waste (stone shells, wood, gum), so that they also find application in various industries.

Key words: apricots, non-waste technology, cosmetics, infusion, extract, biologically active substances.

Абрикос (*Prunus armeniaca* L.) – семейство розоцветные (*Rosaceae*) произрастает в странах Средней Азии и распространён почти повсеместно. Одним из главных центров культивирования абрикоса является Баткенская область Кыргызстана, и свежие абрикосы в больших объемах поставляет Иссык-Кульская область. Абрикос необыкновенно красив весной в бело-розовой дымке крупных своих цветков. В Кыргызстане встречается 4 вида абрикоса. Плоды бывают округлой, овальной, яйцевидной, миндалевидной и плоско - округлой формы. Мякоть сочная, ароматная, сладкая и горьковато-сладкая. Комплексное использование дерева абрикоса со всеми содержащими в ней веществами для получения различных продуктов и сельскохозяйственной нужды было бы своевременным и имело бы большее значение [3,4].

Материалы растительного происхождения, накапливающиеся в значительном количестве в виде отходов различных производств (целлюлозно – бумажная промышленность, сельское хозяйство) представляют практический интерес в качестве сырья для получения сорбентов. Они могут использоваться для решения многих задач: очистки сточных вод, газовых выбросов, грунта и т.д. Низкая стоимость, простая технология приготовления сорбентов стимулирует исследования, направленные на получение новых абсорбционно – активных материалов из растительного сырья [2].

Нетрадиционным сырьем, которое еще не нашло широкого применения в промышленности, могут быть косточки различных

плодовых деревьев (абрикоса, персика, сливы, вишни, винограда) и скорлупы различных орехов, которые в настоящее время являются отходами производства. Следовательно, получение ряда ценных продуктов, медицинских и косметических препаратов из различных частей абрикосового дерева и нахождение путей их рационального использования явилось бы началом в освоении безотходной технологии и комплексной переработки абрикосового дерева.

В связи с этим перед нами поставлена цель: разработать и внедрить безотходные комплексные технологии по использованию абрикоса (листья, незрелые околоплодники, зрелые плоды, семена, скорлупа косточек, древесина и камедь) в кондитерской, медицинской и технической промышленности.

Для достижения поставленной цели нам предстоит выполнить задачи: изучить макромикроэлементный состав сырья абрикоса; получить настой, экстракт, крем, биоскраб, масла; провести испытание полученных веществ и определить область применения; выработать безотходный промышленный регламент по использованию полученного средства.

Декстрины, содержащиеся в плодах абрикоса, способствуют мягкому сбраживанию сахара в получении вина, спирта, ликеро-водочных изделий, витаминно-минеральных полисмесей, абрикосового масла, активированного угля, которые используются в различных отраслях промышленности. Древесина абрикоса используется для изготовления различных столярных, художественно-прикладных изделий, а также му-

зыкальных инструментов как кыргызский комуз и сурнай [6].

Получение биоскраба для тела и лица.

Наверное всем известен фабричный скраб из абрикосовых косточек. Его изготавливают из твердых оболочек, но в домашних условиях раздробить толстую кожуру вряд ли получится. По эффективности использования домашняя косметика ничуть не отличается от магазинной. Различие лишь в том, что фабричная удобна в применении и имеет длительный срок хранения. У нее приятная структура и аромат. Ее использование значительно сокращает время на уход за телом. Большой плюс домашней косметики – ее абсолютная натуральность, отсутствие консервантов и красителей. К тому же всегда будешь знать состав, из чего изготовлены крем или маска [3,4].

Для получения скраба использовали косточки 4 сортов абрикоса (иссык-кульский, иранский, мерсанжалский, исфаринский). Для этого следует скорлупу косточек абрикоса перемолоть на кофемолке очень мелко до пудрообразного состояния (0,01 мм). Затем полученную массу помещаем в 4 трехгорлые колбы, снабженные механической мешалкой по 50 гр., в каждую колбу добавляем по 150 гр. мазевую основу и доводим до однородного состояния, далее при нагревании и перемешивании постепенно добавляем густую массу алоэ, полугустую массу золотого уса, минеральную соль, продолжаем перемешивать в течение 35-40 минут. Полученную массу перекладываем в стеклянную посуду, оставляем остывать при комнатной температуре для придания формы.

Алоэ используется для тонуса и способствует сохранению красоты и молодости, делая кожу гладкой и упругой. Золотой ус останавливает воспалительные процессы, придает коже свежесть и эластичность. Минеральная соль бережно очищает и отшелушивает омертвевшие клетки, делая ее упругой. Скраб из разных сортов абрикоса прекрасно смягчает и тонизирует кожу лица, рук и тела. Бережно удаляет с поверхности

кожи омертвевшие клетки, улучшает обмен веществ, цвет лица и восстанавливает свежесть и эластичность тела.

Получение ликера. Приготовление настоя и экстракта из плодов абрикоса как в свежем, так и в сушеном виде. Плоды абрикоса полезны при малокровии и заболеваниях сердечно-сосудистой системы. Полученные продукты-настой и экстракт относятся к пищевой промышленности и могут быть использованы как общеукрепляющее и тонизирующее средства. Они содержат сумму биологически активных веществ, обогащающих продукт. Полученные настой и экстракт отфильтруем и добавляем можжевельные ягоды, глюкозу, мед, лимонную кислоту и экстракт солодки, чтобы расширить ассортимент ликеров из плодовой абрикосовой вытяжки.

Настой корня солодки содержит много полезных веществ, а именно: флавоноиды, сапонины, глицирризиновую кислоту и др. Например, флавоноиды способствуют снятию спазмов и воспалений, расслаблению мускулатуры. Для глицирризиновой кислоты характерны антисклеротическое и антиаллергическое действия, она уменьшает биосинтез холестерина и стимулирует работу надпочечников.

Сапонины относятся к пенообразующим веществам, обладают дезинфицирующим и противовоспалительным действием. Защищают органы дыхания и ЖКТ от раздражений и воспалений, помогают в борьбе с кашлем. Корень солодки применяется для лечения разных заболеваний органов дыхания, в том числе и в гинекологии. Эффективна добавка в лечении кожных заболеваний, в том числе дерматита, экземы, волчанки, псориаза и т.д. [8].

Результаты анализа показывают, что содержание жира, протеина, органических кислот, флавоноидов, эфирного масла, горечи, пигментов, смолистых веществ, липидов, камеди накапливаются в листьях стеблях [7]. Можжевельные ягоды содержат до 45% сахаров, смолы, жирное и эфирное

масла, которые содержат альфа-пинен, альфа-фенан, дрен, альфа-терпинен и органические кислоты. Обладают мочегонным, антимикробным, антисептическим действием, возбуждающим аппетит и используются при холецистите, гастрите.

Получение лака для волос любого типа. Из естественных трещин абрикосовых деревьев натёки засыхают на воздухе и

образуют абрикосовую камедь. Измельченная в порошок камедь используется в медицине как полноценный заменитель гуммиарабика, а в косметической промышленности как лак для волос любого типа.

Получение масла из ядер абрикоса. В качестве сырья использованы очищенные ядра абрикоса. Сделан химический анализ сырья (ядра) (табл.1).

Таблица 1. Химический анализ ядра абрикоса

Название показателей	Результаты анализа, в %
Содержание жира	37,00
Сахароза	27,00
Моносахара	0,49
Олигосахара	2,00
Полисахара	1,09
Пектины	4,5 – 5,0
Эфирное масло (горькое ядро)	0,9 – 1,0

Получение масла из ядер абрикоса.

В масложировой промышленности известны способы получения растительного масла методом прессования и методом экстракции после предварительного увлажнения. Известный способ: методы тепловой обработки заключается в том, что механическая деформация ядер абрикоса происходит одновременно с тепловой обработкой в специальном аппарате, снабженном пропеллерной мешалкой. Деформация ядер происходит при скорости 1500-1600 об/мин. Масса подвергается многократному трению и сжатию в течение 50-60 мин. [1,2]. Происходит самопроизвольное нагревание до 100°C, ядра абрикоса деформируются до толщины лепестка 0,2-0,3 мм. Затем полученную массу прессуют. Выход масла составляет 33-35%. В семенах абрикоса содержится от 35 до 50% жирного масла, по химическому составу близко к персиковому маслу. Абрикосо-подсолнечное масло получают экстракцией из измельченных

зерен абрикосов с подсолнечным маслом в соотношении 2:1. Экстракцию проводят в аппарате, снабженном мешалкой с числом оборотов 1500-1600 об/мин. При этом происходит одновременное сплющивание ядер абрикоса и нагревание. Растительное масло экстрагируют. Полученную массу прессуют. Выход растительного масла 48-50%.

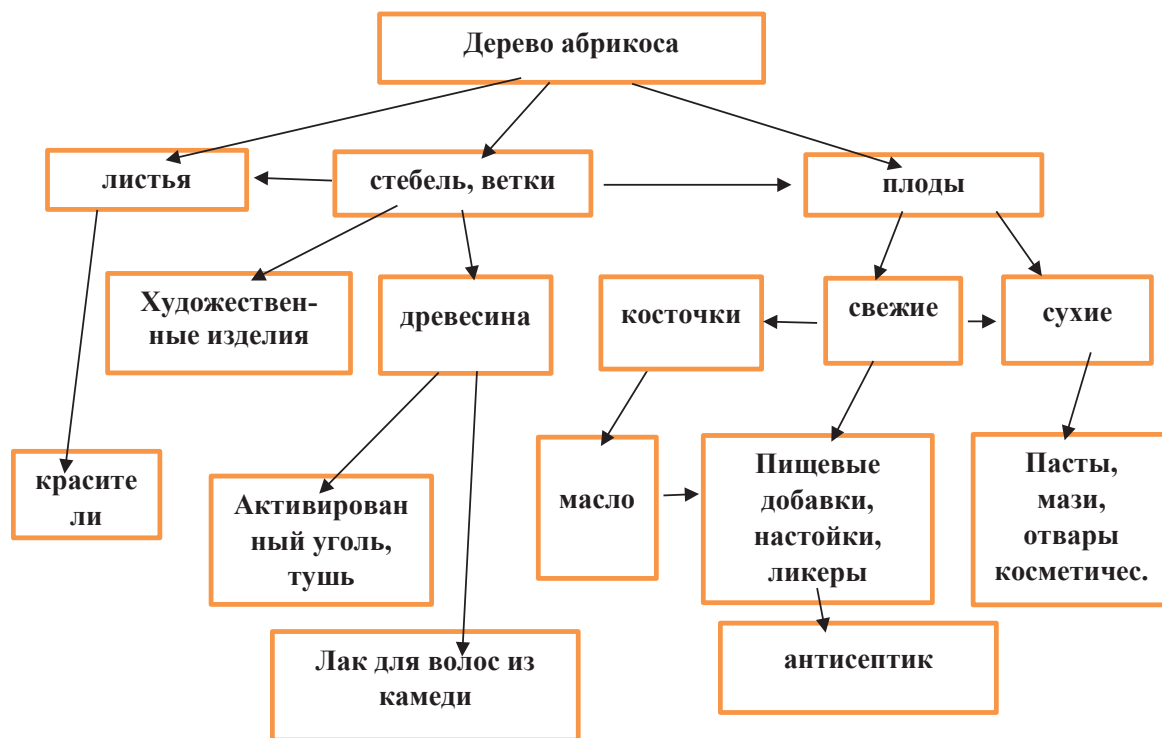
Получение крема для сухой кожи. Абрикосы обладают питательными свойствами, густой экстракт абрикосовой кураги содержит органические кислоты: винную, яблочную, лимонную, салициловую, витамин С и др. Масло оливковое омолаживает, смягчает, увлажняет, улучшает цвет лица. Алоэ вера делает кожу гладкой и упругой, помогает разгладить мелкие морщинки.

В трехгорлую колбу, снабженную механической мешалкой, при интенсивном перемешивании приливаем 50 г. густо экстракта абрикосовой кураги, затем добавляем 50 г. густой массы алоэ вера и 40 мл. оливкового масла, также кремовых компо-

нентов. Получили бледно – желтую светлую мягкую кремовую форму, предназначенную для сухой кожи. Коллаген обеспечивает эла-

стичность и упругость кожи, омолаживает, увлажняет и помогает разглаживанию мелких морщинок.

Схема безотходной технологии по использованию *Prúnus armeniáca* L.



Литература:

1. Большая советская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1969 – 1978 гг.
2. И.В. Долбня, Е.А. Татаринцева, Л.Н. Ольшанская, Модификация абрикосовой косточки с целью получения сорбционного материала для очистки водных сред от нефтепродуктов. Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского технического университета им.Гагарина Ю.А., 2015.
3. Целебные фрукты и ягоды. «Кострома», РИО, г. Кострома, 2021, С.9-16.
4. А. А. Алтымышев, Природные целебные средства. 2-е изд. Бишкек, Кыргызстан, 1991.
5. Химический анализ лекарственных растений. - М.: изд. «Высшая школа», 1999, с.28.
6. А. А.Иванова, Технология лекарственных форм. Том 2. :М, 1991.
7. Б. А. Ашымбаева, Разработка и внедрение физиологически активных препаратов на основе лекарственных растений хребта Кыргызский Ала – Тоо. Бишкек «Кыргызстан», 2016.
8. <https://vedtver.ru> › primeneniye-i-polza-kornya-solodki

УДК 633.2:581.2 (575.2)(043.3)

Кожомбердиев Жыргалбек,
*аспирант***Кожомбердиев Жыргалбек,**
*аспирант***Kogomberdiev Gyrgalbek**
*graduate student***Содомбеков Ишенбай,***доктор биол.наук, про фессор***Содомбеков Ишенбай,***биология илимдеринин доктору, профессор***Sodobekov Ishenbay***doctor of boil.sciences, professor*

*Институт химии и фитотехнологии НАН КР
КР УИАнын химия жана фитотехнология институту
Institute of Chemistry and Phytotechnology of the NAS Kyrgyz Republic*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛУПУСТЫННЫХ ПРИСЕЛЬНЫХ ПАСТБИЩНЫХ РАСТЕНИЙ (на примере Базар-Коргонского района)

Аннотация: В данной статье по морфологическим и фенологическим признакам проанализировано 59 видов растений, зарегистрированных в результате мониторинга, проведенного на присельных пастбищах айыльного аймака Талдуу-Булак Жалал-Абадской области. Среди зарегистрированных видов 22 злаковых, 35 бобовых и 2 полукустарниковых растений. Семь видов злаковых трав и три вида бобовых трав являются однолетними растениями. Из 59 видов 46 (77,96%) поедаемые для скота, а остальные 13 являются непоедаемыми. Тем не менее основу общей биомассы составляют однолетние растения. Их увеличение в составе пастбищной травы является индикатором деградации пастбищ и изменения климата. По данным научной литературы однолетние травы имеют меньшую кормовую ценность, чем многолетние травы.

Ключевые слова: Управление пастбищами, перевыпас, деградация пастбищ.

АЙЫЛДАРГА ЖАКЫНКЫ ЖАРЫМ ЧӨЛДҮҮ ЖАЙЫТ ӨСҮМДҮКТӨРҮНҮН УЧУРДАГЫ АБАЛЫ (Базар-Коргон районунун мисалында)

Аннотация. Бул макалада Жалал-Абад областындагы Талдуу-Булак ААнын айылга жакынкы жайыттарда жүргүзүлгөн мониторингдин жыйынтыгында жазылып алынган 59 өсүмдүктүн түрлөрү морфологиялык жана фенологиялык өзгөчөлүктөрүнө жараша анализденип чыкты. Катталган түрлөрдүн ичинен 22си дандуу чөптөр, 35и чанактуу чөптөр жана экөө жарым бадалдар. Дандуу (злаковые) чөптүн жети түрү жана чанактуу (бобовые) чөптүн үч түрү бир жылдык өсүмдүктөр. 59 түрдүн ичинен 46сы (77,96%) мал үчүн жегиликтүү, калган 13ү жегиликсиз. Жалпы биомассанын негизги курамын бир жылдык өсүмдүктөр түзөт. Алардын саны жайыт чөбүнүн курамында көбөйүүсү жайыттын деградациясынын жана климаттын өзгөрүүсүнүн индикатору болуп саналат. Бир жылдык чөптөр илимий адабияттарга ылайык тоют катары баалуулугу көп жылдык чөптөргө салыштырмалуу төмөн.

Негизги сөздөр: жайыттарды башкаруу, ашыкча мал жаюу, деградацияны алдын алуу.

CURRENT STATE OF SEMI-DESERT NEAR VILLAGE PASTURE PLANTS (On the example of Bazar-Korgon district)

Abstract. In this article, 59 plant species registered a result of monitoring conducted in the village pastures of the Talduu-Bulak aiyl aimak of Jalal-Abad oblast have been analyzed by morphological and phenological characteristics. The recorded species include 22 cereals, 35 legumes and 2 semi-shrubs. Seven species of cereal grasses and three species of leguminous grasses are annual plants. Of the 59 species, 46 (77.96%) are palatable for livestock and the remaining 13 are unpalatable. Nevertheless, annual plants form the basis of the total biomass.

Their increase in pasture grass composition is an indicator of pasture degradation and climate change. According to scientific literature, annual grasses have less fodder value than perennial grasses.

Keywords: Pasture management, overgrazing, pasture degradation.

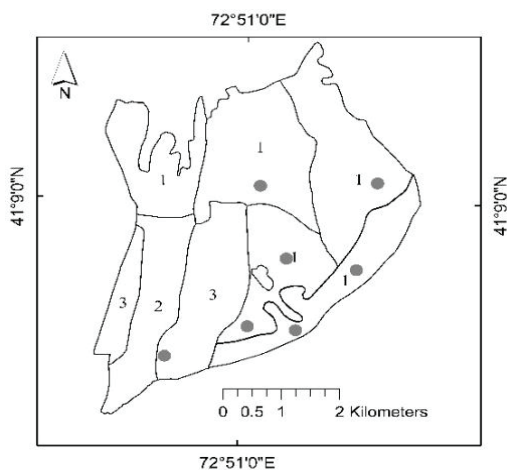
Кыргызстанда жайыттар негизги жаратылыш байлыгы болуп саналып, өлкөнүн жалпы аянтынын 40% жана айыл чарба жерлеринин 85% түзөт [1]. Жайыттардын абалы жыл сайын начарлап жатат. Буга малдын саны өсүп жаткандыгы эң негизги себеп. КРнын Улуттук статистикалык комитетинин маалыматына ылайык малдын саны Союз мезгилиндеги эң көп болгон мезгилге жетип калгандыгы белгиленет.

Учурда айылга жакын жайыттар башка жайыттарга салыштырмалуу деградацияга көбүрөөк учураганы байкалууда. Мунун негизги себеби калктуу конуштарга жакын болуп, жыл бою мал жайылып тургандыгында. Жакынкы жайыттар негизинен жаз жана күз мезгилдеринде мал жаюуга ылайыкташтырылгандыгына карабастан [2], учурда көптөгөн чарбалар өздөрүнүн

малдарын жыл бою жайып, жайытка басымдуулук өсүүдө [3], [4].

Ботаникалык жактан айылга жакын жайыттар чөлдүү жана жарым чөлдүү өсүмдүктөрдүн зонасына кирет жана түшүмдүүлүгү 0,2-0,4 т/га жылына ашпайт деп мүнөздөлөт [5]. Бул чөлдүү жайыттарда эфемердик жана эфемероиддер басымдуулук кылат. Эфемердик (кыска мөөнөттүү бир жылдык) жана эфемероиддүү (кыска мөөнөттүү көп жылдык) өсүмдүктөрдүн жайыттык мааниси чоң жана эрте жаз, күз жана кыш мезгилдеринде жайыт үчүн абдан маанилүү.

Изилдөө усулдары жана материалдар: Материалдар САМР Алатоо коомдук фонду Жалал-Абад облусунун Базар-Коргон районунда (Фергана өрөөнүнүн чегинде Кыргызстандын түштүк бөлүгү) жайгашкан Талдуу-Булак АА аймагында жүргүзгөн изилдөөлөргө таяндык. Изилдөө июнь жана сентябрь айларында эки ирет өткөрүлгөн жана 1 картада көрсөтүлгөндөй 7 тилкеде (10мх10м) жүргүзүлгөн. Ар бир тилке-



1-карта. Изилденүүчү аймактагы мониторинг участкаторунун жакынкы жайыттарынын негизги өсүмдүктөрүнүн түрлөрүнүн бөлүштүрүлүшү. 1. Эрмендүү-Эфемердик өсүмдүктөр *A. tenuisecta* басымдуу, 2. Эрмендүү-Эфемердик өсүмдүктөр негизинен *Artemisia glandulifera* басымдуу; 3. Арпакандуу.

Изилдөөнүн жыйынтыктары

Изилдөө учурунда Талдуу-Булак айыл аймагынын жакынкы жайыттарында өсүүчү өсүмдүктөрдүн номенклатурасы төмөндөгүдөй аныкталды:

Катталган түрлөрдүн ичинен 22си чанактуу, 35и дандуу өсүмүктөр жана экөө жарым бадалдар. Дандуу (злаковые) өсүмдүктөрдүн жети түрү жана чанактуулардын (бобовые) үч түрү бир жылдык өсүмдүктөр. 59 түрдүн ичинен 46сы (77,96%) мал үчүн жегиликтүү, калган 13ү жегиликсиз. Талдуу-Булак айыл аймагынын жайыт жерлеринин жалпы аянты 10171 га, анын 6191 га жазгы жана күзгү жайыттар

жана 3980 га жайкы (алыскы) жайыттар. Кошумча 1376 гектар жер жайыт катары пайдаланылат.

Базар-Коргон райондук агро-башкармалыгынын маалыматына ылайык аталган аймактагы малдын санынын 2011-2021-жылдар аралыгында өсүү динамикасы б.а. 10 жыл аралыгында ири мүйүздүү малдын (ИММ) саны 26%, кой-эчкинин саны 45%, ал эми жылкынын саны 3% пайызга көбөйгөн. 1 диаграмманы караңыз. Бул жайыттарга болгон басым 10 жыл мурдагыга салыштырмалуу дээрлик эки эсеге көбөйдү дегенди түшүндүрөт. Жыйынтыгында жайыттардын өсүмдүк каптоосу өзгөрүүгө дуушар болуп жатат.

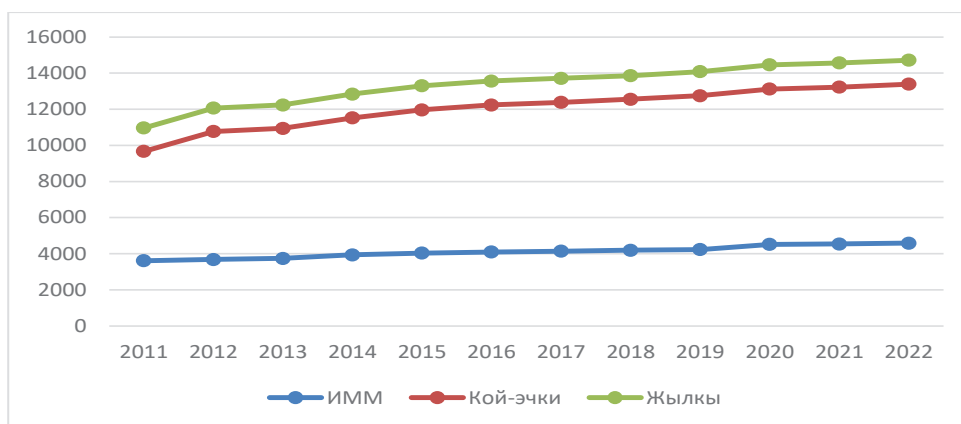


Диаграмма 1. Талдуу Булак айыл аймагында 2011-2022 жж. аралыгында малдын өсүү динамикасы

Жайыт өсүмдүктөрүнүн абалын баалоодо бүгүнкү күндө Кыргызстанда аны менен катар кошуна өлкөлөрдө да жайыттардын түшүмдүүлүгү негизги көрсөткүч болуп саналат. Жалпысынан алганда жайыттар айыл чарба багытында экономикалык мааниси биринчи орунга коюлгандыктан алардын биоартүрдүүлүгү, жана аны менен байланышкан өсүмдүк топторунун курамындагы өзгөрүүлөргө тиешелүү көңүл бурулбай келет.

Талдуу-Булак ААнын жакынкы жайыттарындагы 59 түр өсүмдүктүн арасынан түшүмдүүлүктү баалоо үчүн кыркылып алынган биомассанын негизги бөлүгүн бир жылдык өсүмдүктөр түздү. Бул албетте ал жердин жарым-чөлдүү климаттык шартынан маалымат берет. Ошону менен

бирге эле бир жылдык өсүмдүктөрүнүн курамынын көбөйүшү бир нече факторлорго байланыштуу. Ушуга байланыштуу бул макаланын алкагында негизги көңүл бир жылдык өсүмдүктөрдүн өзгөчөлүктөрүн таанып билүүгө бурулду.

Бир жылдык өсүмдүктөрдүн туруктуулугу

Эмне себептен бир жылдык өсүмдүктөр мал жаюу басымы жогору болгон, кургак шарттуу жайытта туруктуулукка ээ болууда? – деген суроонун тегерегинде жооп издегенге аракет жасадык. Чогултулган маалыматтарга таянсак бир жылдык чөптөрдүн туруктуулугу алардын эң алгач кыска мөөнөттө бышып жетилүүсү, көп үрөн өндүрүүсү, үрөндөрдүн узак убакытка чейин топуракта сапатын жоготпостон

сакталып турусу, ошондой эле үрөндөрдүн өнүмдүүлүгү абдан жогору экендиги менен байланыштуу болуп чыкты. Азыраак жегиликтүү болгон кыска мөөнөттүү түрлөр негизинен бир жылдык болуп саналат жана алар экологиялык стресске жооп катары олуттуу баш аламандыктардан кийин гүлдөшөт. Бул чөл экосистемасындагы түрлөрдүн эволюциясынын бир механизми. Бир жылдык түрлөр көбүнчө катуу кургакчылыктан кийин үстөмдүк кылып, ошону менен өсүмдүктөр курамында алардын мол болушун камсыздайт [6]. Көп жылдык өсүмдүктөрдөн айырмаланып, жигердүү өсүү мезгили кыска жана үрөндүн узак мөөнөткө сакталуу жөндөмү бар болгондуктан, жаан-чачын учурунда жетишерлик нымдуулук алганга чейин кургакчылык учурунда уктап калат [7].

Р.Н.Ионовдун [8] айтымында, жарым чөлдүү жайыттардын өсүмдүктөр тобунун эфемерлерге жана эфемероиддерге (жашоо цикли кыска болгон бир жылдык жана көп жылдык өсүмдүктөргө) карай жылышы климаттын өзгөрүшүнө байланыштуу. Бул негизинен жылдык жаан-чачындын азайышы жана абанын температурасынын жогорулашы менен түшүндүрүлөт, анткени чөлдүү жайыттардын түшүмдүүлүгү жаан-чачынга катуу айкалышат [9].

Буга ылайык, изилдөө аймагынан жазылып алынган бир жылдык чөптөрдүн үрөн чыгаруу жөндөмдүүлүгү жана алардын өнүмдүүлүгү боюнча бир катар адабияттар изилденип чыгып, анын жыйынтыгында бир жылдык чөп эң азы 500 даанадан көп үрөн себет жана алардын өнүү жөндөмдөрү дагы абдан жогору, кеминде 70% дан өйдө. Бул абдан жогору көрсөткүч жана адабий булактарда келтирилген себептерди толук далилдейт. Эфемердик өсүмдүктөр (же кыска мөөнөттүү өсүмдүктөр) - жаздын аягында же жайдын башында эриген кар жана жамгыр суусун пайдалануу менен өзүнүн жашоо циклин тез жана ийгиликтүү аяктаган өсүмдүктөрдүн түрлөрүнүн тобу. Катаал чөйрөдө, алар тез өсүү жана өнүгүү, фотосинтездин жогорку эффективдүүлүгү,

күчтүү көбөйүү жана уруктанышы ж.б. сыяктуу көптөгөн өзгөчөлүктөргө ээ.

Бир жылдык өсүмдүктөрдүн тоют катары пайдалуулугу

С.Л.Дуйсенбеков [10] белгилегендей, көп жылдык өсүмдүктөрдүн түрлөрүн тоют баалуулугу төмөн болгон бир жылдык өсүмдүктөргө алмаштыруу жайыттын бузулушунун коркунучтуу даражасын чагылдырат. Бул билдирүүнүн негизинде бир жылдык түрлөрдүн экономикалык баалуулугу көп жылдык түрлөргө салыштырмалуу өтө төмөн деген божомол жатат. Анткени бир жылдык чөптөр жаш-жумшак убагында жегиликтүүлүгү жогору болуп тоют катары бааланат. Ал эми өсүмдүк кургап катыган сайын, анын курч машактарынын мурутчалары жаныбарлардын оозуна зыян келтирип, тоюттук мааниси жоголот [11].

Бир жылдык өсүмдүктөрдүн экологиялык ролу

Ал эми маселени экологиялык көз караштан караган бир нече авторлор бир жылдык өсүмдүктөр биологиялык ар түрдүүлүк, ал тургай тоют баалуулугу боюнча чөлдүү жайыт өсүмдүктөрүнүн маанилүү компоненти экенин айтышкан [12]. Андан тышкары, бир жылдык түрлөр топуракка жер семиртүүчү заттарга байытат жана көп жылдык түрлөр жана башка отоо чөптөр менен жакшы атаандашуу үчүн жыйынтыктуу шарттарды камсыз кылат [13]. Бир жылдык эфемер чөптөр кышында жана эрте жазда топурактын эрозиясын болтурбоочу өсүмдүк каптоосун камсыздайт. Мындан тышкары, бир жылдык түрлөр өнүп чыгуу жана көчөттөрдүн аман калышы үчүн коопсуз жерлерди түзүү аркылуу керектүү түрлөрдүн пайда болушуна шарт түзөт. Эрте сукцессиялык түрлөр топурактын касиеттеринин өзгөрүшүнө алып келиши мүмкүн, бул кийинчерээк сукцессияга же эң керектүү түрлөргө көмөктөшөт [14]. Бул түрлөрдү башкаруу жана туура пайдалануу боюнча билимге ээ болуу, жайытты калыбына келтирүү процесстерин керектүү багыттарга бурууга болот дегенди билдирет.

Корутунду: Бул макалада 59 түрдүн морфологиялык жана фенологиялык мүнөздөмөлөрү талдоого алынган. Жашоо цикли кыска (бир жылдык эфемер) жана кыска бойлуу өсүмдүктөр жайыт басымына чыдамдуураак, бул башка авторлордун тыянагына дал келет. Анын негизинде биз бир жылдык чөптөр жайыттарды пайдалануудан улам жайыттардын деградациясынын көрсөткүчү деп айта алабыз. Климаттын өзгөрүшүнүн, жайыттардын ашыкча пайдаланылышынын жана жарым чөл жайыттарынын ажырагыс бөлүгү болгон бир жылдык өсүмдүктөрдү байланыштырган ар кандай авторлордун бир нече аргументтерине карабастан, бул өзгөчө факторлордун кайсы-

нысы болбосун эң чоң роль ойноду деп айтуу кыйын. Б.а. жайытка болгон басым бул бир жылдык чөптөрдүн аз же көп болуусун аныктайт деген тыянакты Талдуу-Булак айыл аймагынын шартында чыгаруу кыйынга турат. Бул суроого жооп берүү үчүн узак мөөнөттүү изилдөөлөр зарыл жана ага жараша жайыт ресурстарын башкарууну жакшыртуу сунуштамалары берүүгө болот. Ошондой эле, бир нече жыл бою салыштыруу үчүн жайыт басымы бар жана жок бир нече участктор менен эксперимент жүргүзүү зарыл, натыйжада эки талаанын курамындагы өзгөрүүлөрдүн динамикасын талдоо аркылуу бул макалада жетишилген божомолдорду тастыктоого мүмкүнчүлүк түзүлөт.

Колдонулган адабияттар:

1. Государственное агентство охраны окружающей среды и лесного хозяйства, Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызской Республики за 2006-2011 годы. 2012.
2. N. Kitaeva, "Analytical note: Land degradation in the Kyrgyz Republic - the pastures as a strategic resource," 2016. <http://www.caresd.net/land/fl.html>
3. SAEPF (State Agency on Environment Protection and Forestry), "Kyrgyzstan: Environment and Natural Resources for Sustainable Development," Bishkek, 2007. 4. A. Mirzabaev, M. Ahmed, J. Werner, J. Pender, and M. Louhaichi, "Rangelands of Central Asia: challenges and opportunities," *J Arid Land*, vol. 8, no. 1, pp. 93–108, 2016.
5. В. Шихотов, А. Кулатаев, Л. Горборукова и Д. Гончаренко, Кыргызстандын жайыттарын рационалдуу пайдалануу боюнча сунуштар (жайыт оборотторунун жөнөкөй схемалары менен, 1981.
7. P. L. Sassi, P. A. Taraborelli, C. E. Borghi, and R. A. Ojeda, "Cattle grazing effects on annual plants assemblages in the Central Monte Desert, Argentina," *J Arid Environ*, vol. 73, no. 4–5, pp. 537–541, 2009, doi: 10.1016/j.jaridenv.2008.12.014.
6. T. Espigares and B. Peco, "Mediterranean pasture dynamics: the role of germination," *Journal of Vegetation Science*, vol. 4, no. 2, pp. 189–194, 1993, doi: 10.2307/3236104.
8. П.Н. Ионов, «Прогнозы изменения растительности в условиях глобального изменения климата» *Вестник КРСУ*, том 6, 2003, doi: 582:581.524:577.41.
9. S. N. Maliha, W. G., A. G. Whitford, J. W. de Souza, and K. M. H. van Zee, "Livestock activity and Chihuahuan desert annual-plant communities: boundary analysis of disturbance gradients," *Ecological Applications*, vol. 9(3), no. 3, pp. 814–823, 1999.
10. С. Л. Дуйсенбеков, С. Т. Назарбекова, А. Т. Куатбаев, and С. К. Таирова, «Вестник КазНУ» *Вестник КазНУ*, vol. 1, no. 2(43), pp. 379–384, 2015.
11. K. Tozer, C. Cameron, and G. Edwards, "Control options for annual grass weeds in New Zealand high country pastures," *Eighteenth Australasian Weeds Conference Control*, pp. 215–218, 2007. https://www.researchgate.net/publication/269692374_Control_options_for_annual_grass_weeds_in_New_Zealand_high_country_pastures
12. Институт ботаники при НАН СССР, Флора СССР Определитель растений II. Ленинград: Типография НАН СССР, 1934. <http://archive.krc.karelia.ru/>
13. Р. Таганов, «Закономерности распределения эфемеров и эфемероидов туранской флоры (Средняя Азия и Южный Казахстан)», Государственный Ленинградский университет, 1965.
14. J. R. Lacey and R. L. Sheley, "Leafy spurge and grass response to picloram and intensive grazing," *Journal of Range Management*, vol. 49, no. 4, pp. 311–314, 1996, doi: 10.2307/4002588. <https://library.ndsu.edu/ir/bitstream/handle/10365/3129/330LAC96.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

УДК:581.1:58.01(575.2)(04)

¹ **Кендирбаева Алмагул Жумадыловна,**
канд. географических наук., доцент
Кендирбаева Алмагул Жумадыловна,
география илимдеринин кандидаты, доцент
Kendirbaeva Almagul Jumadilovna
cand.geogr.of sciences, associate professor

¹ **Бусурманкулова Асем Омурбековна,**
ст. преподаватель
¹ **Бусурманкулова Асем Омурбековна,**
улук окутуучу
Busurmankulova Asem Omurbekovna.,
senior researcher

Базарова Гульмира Ымановна,
ст. преподаватель
Базарова Гульмира Ымановна,
улук окутуучу
Bazarova Gulmira Imanovna
senior researcher

² **Содомбеков Ишенбай,**
доктор биол. наук., профессор
² **Содомбеков Ишенбай,**
биология илимдеринин доктору, профессор
Sodombekov Ishenbay
doctor of boil. sciences., professor

¹ Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына, Бишкек
² Институт химии и фитотехнологии НАН КР, Бишкек

¹ Ж. Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университети, Бишкек
² КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту, Бишкек

¹ *Kyrgyz National University named after J. Balasagyn, Bishkek²*
Institute of Chemistry and Phytotechnology
of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА ХРЕБТА КЫРГЫЗСКОГО АЛА-ТОО

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы современного состояния растительности северного склона Кыргызского хребта. Дана краткая характеристика основным типам растительных сообществ. В настоящее время в естественных кормовых угодьях происходит пасквальная дигрессия. Затронуты проблемы антропогенной нагрузки, которые испытывает растительность рассматриваемого района. В результате бессистемного выпаса и выжигания древесной, кустарниковой и травянистой растительности в целях расширения площади кормовых угодий наносится большой урон видовому составу растений.

Ключевые слова: степи, луга, леса и редколесья, биоразнообразие, пирогенный способ уничтожения растений, бессистемный выпас скота, рациональное использование биоресурсов.

ТҮНДҮК МАКРОБЕТТЕГИ КЫРГЫЗ АЛА-ТОО КЫРКАЛАРЫНДАГЫ ӨСҮМДҮКТҮҮЛҮКТҮН ДИНАМИКАСЫ

Аннотация. Бул макалада Кыргыз Ала-Тоо кыркаларынын түндүк бетиндеги өсүмдүктүүлүктүн азыркы абалы боюнча маселелер камтылган. Өсүдүктөрдүн коомдоштуктарынын негизги типтерине кыскача мүнөздөмө берилген. Азыркы мезгилде табыйгий тоют жерлери тездик менен дигрессияга учурап жаткан маалы. Аталган райондо өсүмдүктүүлүк антропогендик басымга дуушар болуп жаткан маселелер каралган. Тоют жерлерин кеңейтүү максатында өсүмдүктөрдүн түрдүк курамына жыгач, бадал, чөп өсүмдүктөрүн өрттөлүшү жана чар жайыт малдарды жаюуда чоң зыян алып келинүүдө.

Негизги сөздөр: талаалар, шалбаалар, токойлор, биоартүрдүүлүк, малды чар жайыт жаюу, питогендик жол менен өсүмдүктөрдү жок кылуу, биоресурстарды сарамжалдуу пайдалануу.

VEGETATION DYNAMICS OF THE NORTHERN MACRO-SLOPE OF THE KYRGYZ ALA-TOO

Abstract. The article observes the current state of vegetation of the Kyrgyz ridge on northern slope. A brief description of the main types of plant communities is given. Only in recent years the cattle ranching had become a major direction in agriculture. At present, the natural forage lands are undergoing pastoral degradation. The rising concern regarding the anthropogenic stress problems on vegetation in the given area. As a result of haphazard grazing burning of woody, shrubby and herbaceous vegetation to expand the area of forage lands, great damage is done to the composition of plant species.

Key words: steppes, meadows, forests and woodlands, biodiversity, pyrogenic method of plant destruction, unsystematic grazing, rational use of biological resources.

Растительный покров выполняет функцию чуткого индикатора в экосистемах. Являясь важнейшим компонентом экосистемы растительность выполняет средообразующую функцию, среди которых выделяют защитную, стабилизирующую и формирующую. Защитная функция растительности направлена на ослабление процессов разрушения почв (противоэрозионная, противоденудационная, противолавинная). Стабилизирующая функция растительности выражается в газообмене, поддержании баланса газов в воздушной среде. Формирующая функция проявляется в процессах почвообразования. Растительность горных экосистем еще более уязвима и восприимчива к любого рода воздействиям.

Воздействия антропогенного характера вызывают изменения в растительных сообществах, в их видовом составе, структуре и продуктивности. Деятельность человека – мощный фактор, влияющий на состав, структуру и продуктивность фитоценозов, нередко вызывающий смены одних растительных сообществ другими. В районе исследования оказывают заметное влияние на динамику растительности выпас скота и выжигание растительности некоторыми животноводами для расширения и поддержания продуктивности травяных кормовых угодий.

Растительность района исследования изучена довольно подробно в советский период Е.В.Никитиной [1], А.М. Молдояровым [2], Л.П.Лебедевой [3] и др.

В последние годы на исследование травянистой растительности уделяется недостаточно внимания. Возрастающая степень антропогенного прессинга приводит к оскудению видового состава растительных сообществ и уменьшению продуктивности фитоценозов. Значительное число видов растений испытывает сильный антропогенный прессинг.

Изменения, вызванные антропогенным фактором, приводят к глубокой трансформации растительного покрова. Эти изменения коснулись не только предгорий, но и заметны в среднегорном и высокогорном поясах. В результате намечается тенденция к увеличению однообразных травянистых сообществ, где доминантами выступают небольшое количество видов. Это наиболее устойчивые виды растений адаптированные к определенным видам нагрузки. В целом эти обстоятельства приводят к обеднению фитоценоза.

Видовой состав и вегетационный ритм растений обусловлен гидротермическим режимом. По гидротермическому режиму низкие предгорья наиболее увлажнены в весеннее время и первую половину лета, а вторая половина лета знойная с дефицитом осадков. В предгорьях района исследования распространены овсяницевые, ковыльиные, бородачевые и пырейные формации. Первые два вида злаков имеют широкое распространение и доминируют в северных дерновинных степях республики. Последние два вида являются ценозообразователями в южных саванноидных степях.

Широкому распространению злаковых степей в значительной мере способствовала антропогенная деятельность, в частности, скотоводство.

В предгорных и среднегорных аридных фитоценозах весной создают синузии шафран алатавский, гусиные луки, тюльпаны Зинаиды, Колпаковского, Грейга и Островского.

Сообщества, образованные овсяницей валлийской, встречаются почти во всех растительных поясах района исследования. В

предгорьях она вместе с полынью поздней является содоминантом в полупустынных сообществах. В среднегорном поясе она образует овсяницевые степи, в высокогорном поясе выступает в качестве субдоминанта субальпийских и альпийских луговых степей.

В овсяницевых степях района с высоким обилием встречаются эремурусы тяньшаньский и загорелый [4]. Эремурусы-красиво цветущие растения. Кроме сбора их в декоративных целях, в последние годы им находят применение и в кулинарии. Так срезаются вегетативные части молодых побегов эремурусов в целях сбыта для пищевых нужд. В результате в природных экосистемах эремурусы стали встречаться реже. Для использования растений в пищевых целях необходимо создание плантаций.

Крупнодерновинные степи из ковыля волосатика занимают предгорную часть северного макросклона Кыргызского Ала-Тоо, реже поднимается до высоты 2000 м над уровнем моря. Ковыль волосатик образует плотную дерновину, состоящую из вегетативных побегов. Генеративные побеги ковыля встречается очень редко из-за интенсивного стравливания скотом в весенний период.

Бородачовые степи встречаются небольшими фрагментами в устьевой части почти всех урочищ северного макросклона Кыргызского Ала-Тоо. Бородач кровеостанавливающий часто образует монодоминантное сообщество. Очень устойчив к засухе и выпасу, что указывает на противоэрозионную, почвозащитную роль бородача на горных склонах, подверженных как геологической, так и более сильно действующей пастбищной эрозии, усугубляемой чрезмерным выпасом скота [5].

Пырейно-разнотравные степи наиболее распространены в западной части района исследования. Пырейные степи в предгорьях района исследования под влиянием интенсивного выпаса скота зачастую превращены в полидоминантные сообщества с большим количеством непоедаемых и плохо

поедаемых видов растений таких, как горчак ползучий, тысячелистник щетинистый, котовник венгерский, зверобой продырявленный и др.

В среднегорном поясе на северных, северо-восточных и северо-западных склонах распространены луговостепные сообщества. В сравнении со степями отличаются более богатым видовым составом. В составе злаково-разнотравных степей – овсяница валлийская, мятлики узколистый и луговой, костер безостый, пырей волосоносный, эремурусы, душица, пион гибридный, зверобой продырявленный, буквица олиственная, котовник венгерский, тысячелистник и единично встречается пион гибридный. Травянистая растительность представлена злаково-разнотравными сообществами. Широко встречаются также кустарники, как в поясе степей, так и в поясе лесостепей – шиповник плоскошиповый, таволга вязолистная, карагана, реже – афлатуния вязолистная.

Среднегорному поясу района исследования в пределах абсолютных высот 1600-2500 м характерны высокогорные луга. Травостой густой и сомкнутый, богатый флористический состав. Среди злаковых растений встречаются ежа сборная, костер безостый, тимофеевка степная и луговая, мятлики луговой и др. Из представителей разнотравья часто встречаются бузульники (Томсона, разнолистный), горцы (красивый, джунгарский), борцы (джунгарский, белостый, лесной), герани, сныть горная, вика узколистная и др.

Среднегорной зоне приурочены леса из ели тянь-шанской и редколесья из арчи полушаровидной. Ельники имеют более сомкнутый характер на северных экспозициях боковых долин. Совместно с елью произрастают рябина тяньшанская, ива алатавская, шиповник, кизильник, жимолость и в нижней части пояса – можжевельник полушаровидный. Можжевеловые редколесья формируются как на северных, так и на более теплых южных экспозициях [6].

Субальпийские среднетравные луга до

абсолютной высоты 2500-3000 м приходят на смену высокогорным лугам. Преобладающие растения – зопник горолюбивый, манжетка отклонено-волосистая, герань скальная, бузульник альпийский, лапчатка азиатская, мятлик альпийский, борец круглолистный, незабудка душистая и др. Встречается также стланиковая форма можжевельника туркестанского.

В высокогорном поясе на абсолютных высотах 3600-3800 м развиты низкотравные альпийские луга. Характерен короткий вегетационный период и недостаток тепла. В травостое доминируют осоковые, кобрезиевые. Среди злаков – мятлик альпийский, овсяница, а также зопник горолюбивый, герань скальная, купальница джунгарская и др.

Выше альпийского пояса на примитивных каменистых почвах встречаются сообщества субнивальной растительности. Это подушковидные растения – дриадоцвет четырехтычинковый и моховидка. В подушках этих криофитных растений поселяются лапчатка, эдельвейсы, луки, осоки и др.

В последние десятилетия растительность степей распространенная в предгорьях и среднегорном поясах подвергается интенсивному использованию, что привело к пастбищной дигрессии. Усиление этого процесса наблюдается особенно вблизи населенных пунктов. Развито примитивное скотоводство (вместо отгонно-пастбищного), так как эти территории удобны для использования в качестве естественных кормовых угодий в силу близости и легкодоступности. По этой причине отдаленные высокогорные степи и луга используются не в полную силу. Рациональное использование пастбищ с чередованием сроков выпаса не соблюдается. Практика пастбищеоборота, внедренная в годы Советской власти, не поддерживается, что усугубляет дигрессию пастбищ.

Неумеренный выпас скота приводит к разрушению почвенной структуры. Вытаптывание почвы приводит к повреждению поверхности почвы, ее уплотнению, ухудшается водопроницаемость и воздухопрони-

цаемости почв. Следствием этого является то, что условия для произрастания растений ухудшаются. Также при этом повреждаются надземные органы растений, повреждаются листья и почки возобновления растений. При бессистемном выпасе скота растения поедаются на корню, что плохо отражается на регенерации и восстановлении растений. Подобное отношение носит систематический характер, повторяется из года в год. Изменения, вызванные антропогенным фактором, приводят к снижению продуктивности естественных кормовых угодий.

Наметившийся в последние годы рост численности поголовья скота приводит к уменьшению видового разнообразия сообществ, некоторые виды растений стали встречаться единичными экземплярами. Например, пион гибридный, тюльпаны Зинаиды, Колпаковского и Островского. В том числе ценные в кормовом отношении травянистые растения редуют и выпадают из состава травостоя. Среди них можно отметить ковыля волосатика, ковыля киргизского, пырея волосоносного, ежу сборную, мятлика узколистного и лугового.

Антропогенное воздействие в виде выжигания растительности также является фактором, приводящим к сокращению видового разнообразия. С целью расширения пастбищных угодий некоторые животноводы преднамеренно практикуют пирогенный способ, который пагубно влияет на растительный покров. В результате полностью уничтожается первичная растительность и банк семян произрастающих растений, что сказывается на продуктивности и возобнов-

ляемости растений. Повреждается не только надземная, но и подземная часть растений. Пострадавшие корневые системы растений приводят к отмиранию молодых и взрослых особей растений. Косвенное воздействие пожаров заключается в изменении условий обитания растений. Таким образом, в результате пирогенной нагрузки происходит обеднение видового состава растений. На рисунке 1 – результат пирогенной нагрузки на естественные кормовые угодья.

Растительность района исследования богата на лекарственные, медоносные и декоративные виды растений, многие из которых занесены в Красную книгу Кыргызстана. В силу наибольшей подверженности растительности предгорий и низких гор антропогенному воздействию сокращаются ареалы декоративных растений. Среди них красиво цветущие эфемероиды становятся объектом сбора и сбыта. Сбор цветков и выкопка луковиц приводят к исчезновению этих видов растений. Среди них шафран алатавский, пион гибридный, тюльпаны Грейга, Зинаиды, Колпаковского, Островского, эремурусы тяньшанский и загорелый. Все виды тюльпанов и шафран алатавский относятся к видам с сокращающимся ареалом.

Интенсивная эксплуатация биоресурсов, разрушение естественной среды обитания растений вызывают трансформацию растительных сообществ и приводят к оскудению видового разнообразия. Рациональное использование биоресурсов страны – вклад в сохранение всего мирового биоразнообразия.



Рис. 1. – Пирогенное воздействие на естественные кормовые угодья (границы гари)

Литература

1. Никитина. Е.В. Флора и растительность пастбищ и сенокосов хребта Киргизский Ала-Тоо. Фрунзе, 1962. – 283 с.
2. Молдоярлов А.М. Растительность. //Сезонная динамика степных, лугостепных и луговых сообществ северного макросклона Киргизского Ала-Тоо. Фрунзе, 1975. – 233 с.
3. Лебедева Л.П. Динамика и продуктивность субальпийских лугов северного макросклона Киргизского хребта. Фрунзе, 1984. - 368 с.
4. Кендирбаева А.Ж. Эколого-динамические связи травяных сообществ северного макросклона Киргизского хребта: дис. Канд. Геогр.наук:11.00.05: защищена 17.11.1994: утв. 17.02.1995. – М., 1995. – 186 с.
5. Павлов В.Н. Растительный покров Западного Тянь-Шаня,1980. – М: Из-во МГУ, 1980. – 246 с
6. Динамика ландшафтов Чуйской долины. Сборник научных трудов. Фрунзе, 1985. -130 с.

УДК: УДК 5.57.579(579.64)(579.66)

Джуманазарова Асилкан Зулпукаровна,
д.х.н., профессор, зав.лабораторией химии
и технологии растительных веществ ИХ и Ф НАН КР

Гуцалюк Наталья Васильевна
научный сотрудник лаборатории химии
и технологии растительных веществ

Шпота Елена Львовна,
научный сотрудник лаборатории химии
и технологии растительных веществ

Матаипова Анаркан Кушубаковна²
старший преподаватель кафедры ОиГУ

Токторбек кызы Дария
аспирант лаборатории химии и технологии растительных веществ

Джорупбекова Джанымбю
ведущий научный сотрудник лаборатории химии
и технологии растительных веществ

Чунгулова Тоту Карыпбековна
научный сотрудник лаборатории химии
и технологии растительных веществ

Турдумамбетов Кенеш Турдумамбетович
главный научный сотрудник лаборатории химии
и технологии растительных веществ

Гончарова Раиса Андреевна
научный сотрудник лаборатории химии
и технологии растительных веществ

СОЗДАНИЕ ФУНГИСТАТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ РАСТЕНИЙ

Аннотация. В работе рассмотрены водные экстракты растений, содержащие наночастицы серебра и цинка: *Glycyrrhiza glabra* (корень); *Peganum harmala L* (листья); *Artemisia absinthium* (листья), водные экстракты *Solanum tuberosum*, *Calidum piperis* и *Allium sativum*, гидрогели глицирама и растворов L-цистеина, L-глутаминовой кислоты и L-лизина, содержащих нитрат серебра. Для тестирования указанных субстанций на проявление фунгистатических свойств получены изоляты тестовых фитопатогенных штаммов микрофлоры *Fusarium sp.* и *Penicillium sp.*, которые рассмотрены в качестве фитопатогенов. Найдено, что наибольшую перспективу для поиска фунгистатических средств представляют экстракты растений, содержащие наночастицы металлов (серебра, цинка), а также гидрогели, содержащие ионы серебра.

Ключевые слова: Биопестициды, биохимический синтез, наночастицы серебра, наночастицы цинка, экстракты растений, гидрогели, глицирам, аминокислоты, обработка ультразвуком.

ӨСҮМДҮКТӨРДҮН НЕГИЗИНДЕ ФУНГИСТАТИКАЛЫК ПРЕПАРАТТАРДЫ ЖАРАТУУ

Аннотация. Макалада күмүш жана цинк нанобөлүкчөлөрү бар өсүмдүктөрдүн суу экстракттары каралат: *Glycyrrhiza glabra* (тамыр); *Peganum harmala L* (жалбырактары); *Artemisia absinthium* (жалбырактары), *Solanum tuberosum*, *Calidum piperis* жана *Allium sativum* суу экстракттары, глицирам менен L-цистеиндин, L-глутамин кислотасынын жана L-лизиндин күмүш нитраты бар эритмелеринин гидрогельдери. Бул заттардын фунгистатикалык касиеттерин сыноо үчүн *Fusarium sp.* жана *Penicillium sp.*, фитопатогендер катары каралат. Фунгистатикалык агенттерди издөөдө металлдардын (күмүштүн, цинктин) нанобөлүкчөлөрүн камтыган өсүмдүк экстрактылары, ошондой эле күмүш иондорун камтыган гидрогельдер эң келечектүү экендиги аныкталган.

Негизги сөздөр: Биопестициддер, биохимиялык синтез, күмүш нанобөлүкчөлөрү, цинк нанобөлүкчөлөрү, өсүмдүктөрдүн экстракттары, гидрогельдер, глицирам, аминокислоталар, ультрауң менен иштетүү.

CREATION OF FUNGISTATIC PREPARATIONS BASED ON PLANTS

Abstract. The paper considers water extracts of plants containing silver and zinc nanoparticles: *Glycyrrhiza glabra* (root); *Peganum harmala L* (leaves); *Artemisia absinthium* (leaves), aqueous extracts of *Solanum tuberosum*, *Calidum piperis* and *Allium sativum*, hydrogels of glycyram and solutions of L-cysteine, L-glutamic acid and L-lysine containing silver nitrate. To test these substances for the manifestation of fungistatic properties, isolates of test phytopathogenic strains of microflora *Fusarium sp.* and *Penicillium sp.*, which are considered as phytopathogens. It was found that plant extracts containing nanoparticles of metals (silver, zinc), as well as hydrogels containing silver ions, are the most promising for the search for fungistatic agents.

Key words: Biopesticides, biochemical synthesis, silver nanoparticles, zinc nanoparticles, plant extracts, hydrogels, glycyram, amino acids, sonication processing.

Альтернативной синтетическим пестицидам являются биопестициды на основе природного сырья, в том числе растительного. Широкое применение биопестицидов связано с их направленным действием исключительно на определенную группу возбудителей заболеваний и вредителей растений, а потому они менее вредны для окружающей среды, чем химические препараты.

Различают следующие виды биопестицидов:

1. Биопестициды на основе микроорганизмов (бактерий, грибов, водорослей и т.д.). Биопрепараты, полученные на такой основе, характеризуются узконаправленной областью применения и абсолютно безопасны для других живых организмов.

2. Биохимические пестициды представляющие собой натуральные вещества, например, полученные из растений и т.п.

Мы больший упор будем делать на биохимические пестициды.

В литературе описывается, что многие растения обладают пестицидными свойствами благодаря содержанию в них вторичных метаболитов, проявляющие биологическую активность, однако, они не настолько эффективны, чтобы использовать их в широких промышленных масштабах в качестве биопестицидов.

Решением может стать использование нанотехнологий. Среди последних достижений в области сельскохозяйственных наук наноматериалы, а именно наночастицы металлов, играют важную роль в защите сельскохозяйственных культур благодаря своим уникальным физическим и химическим свойствам. Одним из наиболее безопасных с экологической точки зрения и дешевых способов синтеза наночастиц металлов яв-

ляется биосинтез с использованием растительных экстрактов [3].

Преимущество использования растительного экстракта для синтеза заключается в том, что он энергоэффективен, экономичен, защищает здоровье человека и окружающую среду, что приводит к меньшему количеству отходов и более безопасным продуктам. Этот экологически чистый метод может стать конкурентоспособной альтернативой традиционным физико-химическим методам, используемым для синтеза наночастиц серебра, и, таким образом, имеет потенциал для использования в биомедицинских приложениях и сыграет важную роль в оптоэлектронике и медицинских устройствах в ближайшем будущем.

Одним из не менее важных аспектов обеспечения продовольствием быстро растущему населению Земли, является послеуборочное сохранение урожая.

По оценкам некоторых экспертов на этой стадии теряется около-18-20 % собранного урожая. Большое разнообразие бактериальных и грибковых возбудителей портит фрукты и овощи, поэтому разработка препаратов против этих фитопатогенов является актуальной задачей.

Согласно литературным данным известно, что наносеребро проявляет выраженные фунгицидные свойства в отношении ряда грибов при довольно низких концентрациях, что предполагает их широкую перспективу использования в медицине и агрохимии [7]. Так, для патогенных микроорганизмов рода *Candida* ингибирующий эффект наступал уже при концентрации 0,4–25 мкг/л, а для *Trichophyton mentagrophytes* – при 1–4 мкг/л [8, 9]. Наночастицы оказали значительное

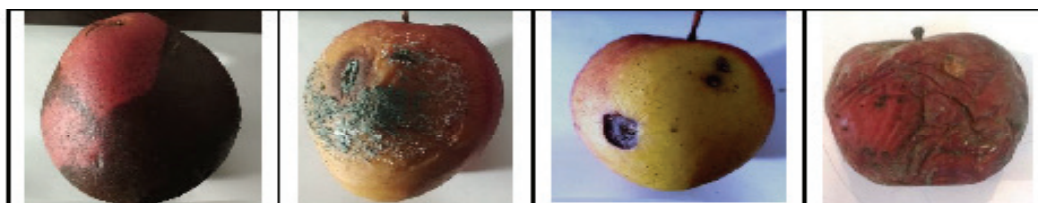
негативное действие на рост *Trichosporon asahii*, минимальная ингибирующая концентрация составила 0,5 мг/л [10]. Угнетение роста культуры *Vipolaris sorokiniana* происходило при гораздо большей концентрации, равной 50 мг/л, а при значении 100 мг/л наблюдалось полное ингибирование роста мицелия [11]. Лаборатория химии и технологии растительных веществ Института химии и фитотехнологий НАН КР работает над созданием препаратов на основе растений, которые могут проявить фунгицидную активность. С этой целью нами проведены поисковые исследования экстрактов растений, в составе которых имеются активные вещества, и синтез в этих экстрактах наночастиц серебра. Для проведения испытаний полученных препаратов в лаборатории первоначально была изучена динамика заражения корнеплодов различными фитопатогенами при хранении. При подборе исследуемых растительных тест-культур учитывали их принадлежность к различным таксономическим группам.

В эксперименте использованы методы *in vivo* (живые ткани растений) и *in vitro* (питательные среды).

Объектами исследования в качестве заражаемых культур рассмотрены: капуста огородная (*BrassicaoleraceaeL.*), картофель (*SolanumtuberosumL.* 1753), свёкла (*BetavulgarisL.*), морковь посевная (*Daucuscarotasubsativus*) (HOFFM.) SCHUBL. & G.MARTENS (1834), редька посевная (*Raphanus-sativusL.*, 1753), лук репчатый (*AlliumcepaL.*, 1753), чеснок (*AlliumsativumL.*, 1753), огурец (*CucumissativusL.*, 1753), яблоко сорта «Превосходный», яблоко сорта «Симиренко».

На рис.1 видно заражение фруктов микромицетами при хранении.

Рис.1. Заражение фруктов микромицетами при хранении.



Нами получены изоляты тестовых фитопатогенных штаммов микрофлоры для дальнейшего их применения в экспериментальной работе по поиску основы для биопрепаратов (рис. 2).

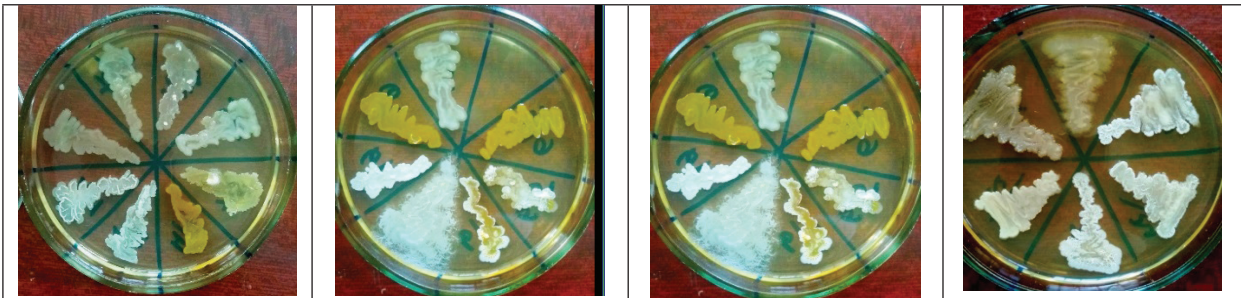


Рис. 2. Изоляты фитопатогенных штаммов микрофлоры.

Некоторые из этих организмов специфичны для хозяина, тогда как другие поражают самые разные овощи, вызывая огромные экономические потери [12].

Объектами исследования в качестве фитопатогенов рассмотрены: *Fusarium sp.* и *Penicillium sp.* (рис. 3).

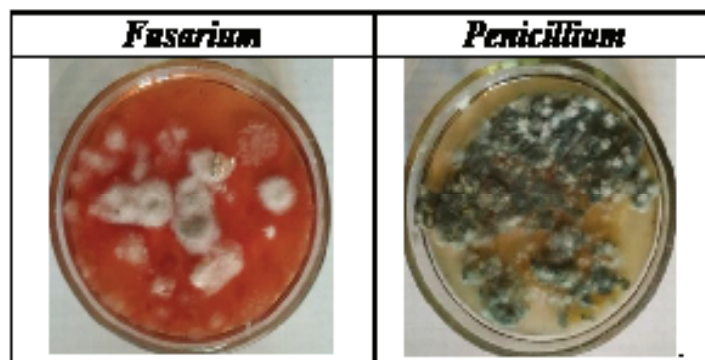


Рис. 3. Фитопатогены *Fusarium* и *Penicillium*.

Проведено определение устойчивости накопительной ткани корнеплодов к различным видам фитопатогенов. На рис. 4. приведен пример устойчивости накопительной ткани моркови к различным штаммам фитопатогенов.

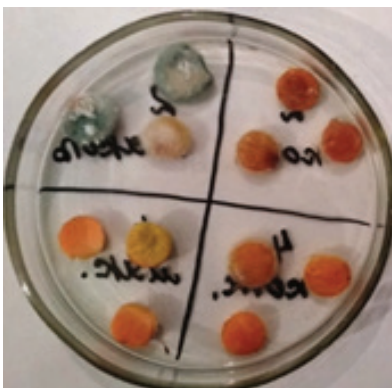


Рис. 4. Устойчивость накопительной ткани моркови к различным штаммам фитопатогенов.

В качестве тестовых объектов были взяты образцы фруктов и корнеплодов, наиболее часто употребляемых в пищу, и потому, подлежащие длительному хранению, как при транспортировке, так и в помещении.

На рис. 5. представлена динамика развития микромицетов на накопительной ткани корнеплодов (*in vivo*) на примере *Penicillium*.

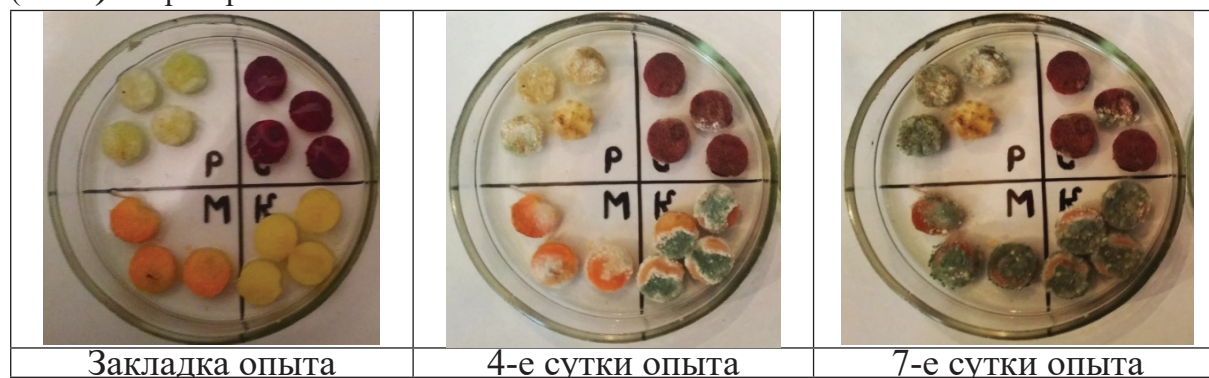


Рис. 5. Динамика развития микромицетов на накопительной ткани корнеплодов (*in vivo*) на примере *Penicillium*.

Экспериментальным путём установлено, что штаммы фитопатогенов обладают различной степенью вирулентности, даже если они принадлежат к одному таксону.

Также определялись избирательность или универсальность конкретного фитопатогена к различным видам корнеплодов (рис. 6):

Условные обозначения накопительной ткани корнеплодов в эксперименте: Р - редька, С - свёкла, М - морковь, К - картофель.

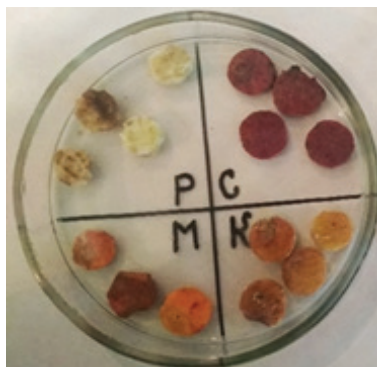


Рис. 6. Избирательность или универсальность конкретного фитопатогена к различным видам корнеплодов. Р - редька, С - свёкла, М - морковь, К - картофель.

Проведены исследования устойчивости различных тканей растений (покровных и основных) к воздействию фитопатогенной микрофлоры.

Для выявления взаимодействия экспериментальной фитопатогенной микрофлоры с эпифитной и ризоплановой микрофлорой использовали образцы кожуры корнеплодов и фруктов.

Установлено:

- 1) наиболее подвержена заражению основная (накопительная) ткань корнеплодов;
- 2) ткани кожуры более устойчивы к заражению благодаря своему строению и конкуренции поверхностной микрофлоры подземной части корнеплода с патогенами.

На выше указанных патогенах для установления действия и эффективности, были испытаны подготовленные нами экстракты на основе ниже приведенных растений и экстракты этих же растений, содержащие наночастицы серебра и цинка: *Glycyrrhiza glabra* (корень); *Peganum harmala L* (листья); *Artemisia absinthium* (листья).

Были получены водные экстракты солодки голой (ЭСГ) и в этих экстрактах были синтезированы наночастицы серебра (ЭСГ+НЧС); водные экстракты гармалы (ЭГ) и в них наночастицы цинка (ЭГ+НЧZn); водные экстракты полыни горькой (ЭПГ) и

в них наночастицы серебра (ЭПГ+НЧС). Образование в этих экстрактах соответствующих наночастиц металлов было установлено с помощью УФ-спектроскопии.

В таблице 1 приведены результаты испытания полученных препаратов на указанных выше фитопатогенах.

Таблица 1. Результаты испытаний на фитопатогенах водных экстрактов из *Glycyrrhiza glabra*, *Peganum harmala* L, *Artemisia absinthium* и экстрактов, содержащих наночастицы серебра и цинка

Название фитопатогена	Условия проведения эксперимента					
	ЭСГ	ЭСГ+НЧС	ЭГ	ЭГ+НЧZn	ЭПГ	ЭПГ+НЧС
<i>Fusarium sp.</i> (выделен из моркови)	+	+	+	+	+	+
<i>Fusarium sp.</i> (выделен из картофеля)	+	+	+	+	+	+
<i>Penicillium sp.</i> (выделен из яблока 12.10.2021)	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium sp.</i> (выделен из яблока 14.02.2022)	+	+	+	+/-	+	+

Условные обозначения в таблице:

(+) – есть фунгистатическая активность, (-) - нет фунгистатической активности, (+/-) – очень слабая фунгистатическая активность

Из данных таблицы 1 можно видеть, что все изученные препараты индифферентны к *Penicillium sp.* (выделен из яблока 12.10.2021), а по отношению к остальным фитопатогенам проявляют фунгистатическую активность.

Далее нами рассмотрены экстракты, полученные разными способами из ниже приведенных растений:

1. *Solanum tuberosum* (кожура и листья); 2. *Peganum harmala* (семена); 3. *Calidum*

piperis (стручки); 4. *Allium sativum* (зубчики).

Был получен водный экстракт из кожуры и листьев картофеля после обработки в течение 30 минут ультразвуком (ЭК, 30 м УЗ) и экстракт из кожуры и листьев картофеля после 50 минут озвучивания ультразвуком (ЭК 50 м УЗ);

Из семян гармалы была испытана фракция, осажденная этиловым спиртом из водного экстракта (ЭГ+ ЭС); также были испытаны водные экстракты перца горького (ПГ 30 м УЗ) и чеснока (ЭЧ 30 м УЗ) после 30 минутного озвучивания ультразвуком.

Таблица 2. Результаты испытаний на фитопатогенах водных экстрактов из *Solanum tuberosum*, *Peganum harmala* L, *Calidum piperis* и *Allium sativum*

Название фитопатогена	Условия проведения эксперимента				
	ЭК 30 м УЗ	ЭК 50 м УЗ	ЭГ+ЭС	ПГ 30 м УЗ	ЭЧ 30 м УЗ
<i>Fusarium sp.</i> (выделен из моркови)	-	-	+	+	+
<i>Fusarium sp.</i> (выделен из картофеля)	+	+	+	-	+
<i>Penicillium</i> (выделен из яблока 12.10.2021)	-	-	-	-	-
<i>Penicillium</i> (выделен из яблока 14.02.2022)	+	-	+	+	-

Условные обозначения в таблице:

(+) – есть фунгистатическая активность,
(-) - нет фунгистатической активности,
(+/-) – очень слабая фунгистатическая активность.

Из таблицы 2 можно видеть, что фунгистатическая активность наблюдается по отношению к *Fusarium sp.* (выделен из моркови) у фракции, выделенной из гармалы путем осаждения спиртом, а так же у экстракта полыни горькой и экстракта чеснока, полученных 30 минутным озвучиванием. *Fusarium sp.* (выделен из картофеля), все препараты, кроме ПГ 30 м УЗ, к *Penicillium sp.* (выделен из яблока 14.02.2022) все препараты, кроме ЭК 50 м УЗ и ЭЧ 30 м УЗ. Все изученные экстракты индифферентны к *Penicillium sp.* (выделен из ябло-

ка 12.10.2021), к *Fusarium sp.* (выделен из моркови) индифферентны.

Нами также испытаны на этих патогенах ранее полученные гидрогели на основе разбавленных растворов гицирама (ГС) – (моноаммонийной соли глицирризиновой кислоты) (10^{-3} М), и разбавленных растворов аминокислот и нитрата серебра (10^{-3} М). Раствор L-цистеина и нитрата серебра обозначен как ЦСР, раствор L-глутаминовой кислоты и нитрата серебра – ГСР, раствор L-лизина и нитрата серебра – ЛСР. При смешивании гицирама с серебряными растворами аминокислот в соотношениях 4:4 и 2:6 образовались гидрогели, которые и были испытаны. Предполагается, что в этих гидрогелях серебро находится в ионном состоянии.

Таблица 3. Результаты испытаний на фитопатогенах гидрогелей гицирама и серебряных растворов L-цистеина, L-глутаминовой кислоты и L-лизина

Название фитопатогена	Условия проведения эксперимента					
	ГС+ЦСР (4:4)	ГС+ЦСР (2:6)	ГС+ГСР (4:4)	ГС+ГСР (2:6)	ГС+ЛСР (4:4)	ГС+ЛСР (2:6)
<i>Fusarium sp.</i> (выделен из моркови)	+	+	+	-	+/-	-
<i>Fusarium sp.</i> (выделен из картофеля)	+	+/-	+	+	+	+
<i>Penicillium sp.</i> (выделен из яблока 12.10.2021)	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium sp.</i> (выделен из яблока 14.02.2022)	+	+	+	-	+	+

Условные обозначения в таблице:

(+) – есть фунгистатическая активность,
(-) - нет фунгистатической активности, (+/-) –
очень слабая фунгистатическая активность

Из данных таблицы 3 можно видеть, что фунгистатическую активность проявляют по отношению к *Fusarium sp.* (выделен из моркови) GC+ЦСР (4:4), GC+ЦСР (2:6), к *Fusarium sp.* (выделен из картофеля) – практически все препараты, к *Penicillium sp.* (выделен из яблока 14.02.2022) – все пре-

параты кроме GC+ГСР (2:6), а к *Penicillium sp.* (выделен из яблока 12.10.2021) – все изученные препараты индифферентны.

Таким образом, из анализа данных таблиц 1-3 можно сделать заключение, что наибольшую перспективу для поиска фунгистатических средств представляют экстракты растений, содержащие наночастицы металлов (серебра, цинка), а также гидрогели, содержащие ионы серебра. Не модифицированные экстракты растений представляют меньший интерес.

Литература:

1. Global biopesticides Market (2018 – 2023), info@mordorintelligence.com.
2. Sharma, S., Ahmad, N., Prakash, A., Singh, V. N., Ghosh, A.K. and Mehta, B. R. / Synthesis of crystalline Ag nanoparticles (AgNPs) from microorganisms // *Materials Sciences and Applications*. – 2010. – V.1. – P. 1-7.
3. Рабинович Г. Ю., Любимова Н. А. Биосинтез наночастиц металлов и оксидов металлов их использование в качестве компонентов удобрений и препаратов для растениеводства: обзор литературы. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021;22(5):627-640. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.627-640>.
4. Vitta Y., Figueroa M., Calderon M., Ciangherotti C. Synthesis of iron nanoparticles from aqueous extract of *Eucalyptus robusta* Sm and evaluation of antioxidant and antimicrobial activity. *Materials science for energy technologies*. 2020;3:97-103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mset.2019.10.014>.
5. Singh A., Gautam P. K., Verma A., Singh V., Shivapriya P. M., Shivalkar S., Sahoo A. K., Samanta S. K. Green synthesis of metallic nanoparticles as effective alternatives to treat antibiotics resistant bacterial infections: A review. *Biotechnology Reports*. 2020; 25:e00427. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00427>.
6. Chokkareddy R., Redhi G. G. Green Synthesis of metal nanoparticles and its reaction mechanisms. *Green metal nanoparticles*. 2018:113-139. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119418900.ch4>.
7. Liu R., Lal R. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions // *Science of the Total Environment*. – 2015. – V. 514. – P. 131–139.
8. Kim K., Sung W., Moon S. [et al.]. Antifungal effect of silver nanoparticles on dermatophytes // *Journal of Microbiology and Biotechnology*. – 2008. – V. 18. – № 8. – P. 1482–1484.
9. Panacek A., Kolar M., Vecerova R. [et al.]. Antifungal activity of silver nanoparticles against *Candida spp* // *Biomaterials*. – 2009. – V. 30. – № 31. – P. 6333–6340.
10. Xia Z., Ma Q., Li S. [et al.]. The antifungal effect of silver nanoparticles on *Trichosporon asahii* // *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*. – 2016. – V. 49. – № 2. – P. 182–188.
11. Mishra S., Singh H. Silver nanoparticles mediated altered gene expression of melanin biosynthesis genes in *Bipolaris sorokiniana* // *Microbiological Research*. – 2015. – V. 172. – P. 16–18.
12. P. Chowdapp, Shivakumar Gowda / Nanotechnology in crop protection: Status and scope // *Pest Management in Horticultural Ecosystems*. - 2013. - Vol. 19. No. 2. – P. 131-151.

УДК. УДК.581.192 (575.2) (04)

Эрназарова Элнур Эсенбаевна
младший научный сотрудник
Ernazarova Elnura Esenbaevna,
senior researcher

Содомбеков Ишенбай
доктор биол.наук., профессор
Sodobekov Ishenbay
doctor of boil.sciences., professor

КР УИАнын химия жана фитотехнология институту
Институт химии и фитотехнологии НАН КР
Institute of Chemistry and Phytotechnology of the NAS Kyrgyz Republic.
eli_kg_82@mail.ru

ТЕГЕНЕ КАПЧЫГАЙЫНЫН ӨСҮМДҮКТӨРҮНДӨ МИКРОЭЛЕМЕНТТЕРДИН ТОПТОЛУШУ

Аннотация. Макалада Таш-Көмүр бассейнинин, көмүр кенининдеги талаа жана шалбаа-талаа экосистемасынын шарттарында, биогеохимиялык өзгөчөлүктөр баса белгиленген.

Негизги сөздөр: экология, өсүмдүктөр, шыбак, талаа, топтоо, күл, микро элементтер, жез, кобальт, никель, коргошун, топурак.

НАКОПЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАСТЕНИЯХ В УРОЧИЩЕ ТЕГЕНЕ

Аннотация. В статье освещаются биогеохимические особенности в условиях степных и лугостепных экосистем бассейна Таш-Кумырского угольного месторождения.

Ключевые слова: экология, растения, полынь, степь, аккумуляция, зола, микроэлементы, медь, кобальт, никель, свинец, почва.

ACCUMULATION OF TRACE ELEMENTS IN PLANTS IN THE TEGENE TRACT

Abstract. The article highlights biogeochemical features in the conditions of steppe and meadow-steppe ecosystems of the basin of the Tash-Kumyr coal deposit.

Keywords: ecology, vegetation, artemisia, steppe, accumulate, plant ash, microelements, copper(Cu), cobalt(Co), nickel(Ni), plumbum(Pb), zinc (Zn) ecosystem, soil.

Изилдөө аймагы тоолуу мүнөзгө ээ жана өтө татаал гидротермикалык жана топурактык кыртыш шарттарына ээ. Кызыл-Жар жана Тегене дарыяларынын бассейндеринин чек аралары өсүмдүктөрдүн өзгөчөлүктөрүнө жараша кенири аймактарды (аянттарды) ээлейт: чөлдөр, жарым чөлдөр, талаалар, шалбаалар, чөлдуу бадалдар, токойлор, стланкалар жана ар түрдүү чопо-

кумдуу, мергелистүү таштуу участкактор. Бирок, бул жерде республиканын аймагындагы геоботаниканын маңызы боюнча ботаникалык-географиялык райондоштурууга мүмкүндүк берүүчү айрым локалдуу, өзгөчөлүктөрү жана окшоштуктары байкалат.

Тегене капчыгайындагы Таш-көмүр бассейнинин географиялык абалы. Көмүр

бассейни Таш-Көмүр шаарынын түндүк бөлүгүндө жайгашкан. Тегене капчыгайынын аймагы – бети кырка тоолуу жана аска-таштуу тоолуу аймакты билдирет. Ортоңку тоолор тө-мөнкү палеозойдун акиташ тектеринен, доломиттеринен, кумдуктарынан жана жогорку кем-

брийдин метаморфизмдүү тектеринен (мраморлордон) түзүлгөн. Тегене аймагындагы топурактардын негизги түрлөрү: каштан, тоо кара топурактары, шалбаа-талаа жана тоо шалбаа топурактары. Топурак катмарынын таралышы өзүнчө вертикалдык зоналуулукту көрсөтөт.

Г. Ройченконун (1960) маалыматы боюнча кыртыштын тилкелер боюнча бөлүштүрүлүшүнүн схемасы төмөнкүчө берилген:

Тилкелер	Топурак
Тоо этектери жана ойдундар	Ачык жана кара каштан тоолуу топурак
Орто тоолор	Тоолуу кара каштан жана орто гумустуу тоо кара топурактары
Бийик тоолор	Бийик тоолуу шалбаалуу талаа топурагы; Тоолуу шалбаа саздуу жарым чым топурак

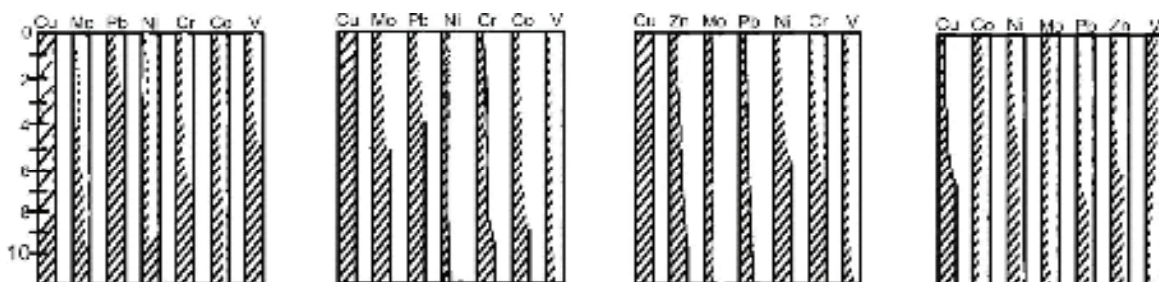
Ачык каштан топурактары деңиз деңгээлинен 1800 м бийиктикке чейинки тоо этектерин жана жапыз тоолорду ээлейт. Бул жердеги топурак түзүүчү тектер негизинен лесс сымал чополуу, көбүнчө скелеттүү жука мантия менен берилген. Топурактын механикалык составы боюнча алар чандуу орто саздарга кирет.

Изилдөөчү аймактын ачык каштан топурактары топурак профилинин начар дифференциацияланышы жана жер бетинен начар структурасы, бүт профилде карбонаттардын болушу менен мүнөздөлөт. Алардын курамында гумус 2ден 3%ке чейин болот.

Жогорку бир аз саздак горизонтто Нарын дарыясынын алабынын ачык каштан топурактары туздуу (шор) эмес. Кара

(күңүрт) каштан топурактары ачык каштан топурактарынан бир кыйла жакшыраак согулгандыгы, структурасынын кеңдиги жана жогорку горизонттордо карбонаттын аз дыгы менен айырмаланат. Профильдин ортоңку бөлүгүндө карбонаттык-аллювиалдык горизонт дагы ачык көрүнөт. Гумустун курамы 4-5%. Топурак чөйрөсүнүн реакциясы щелочтуу. Механикалык курамы боюнча кара каштан топурактары да орточо чополуу, ылайлуу, бирок структуралуу жана чириндичи көп (1-сүрөт). Таш-Көмүр бассейнинин Тегене капчыгайын да оор металлдардын таралышы кээ бир топурактарда көрсөтүлгөн.

Сүрөт-1. Сүрөттө кээ бир топурактардын профилинде оор металлдардын таралышы Таш-Көмүр бассейнинин Тегене капчыгайында көрсөтүлгөн.



Cu, Co, Pb, Ni, Cr, Mo - 0,002 % - 1мм; V- 0,01 % - 1мм

Өсүмдүктөрдүн химиялык элементтерди сиңирүү деңгээли, адатта, алардын эригичтик деңгээлинен айырмаланат. Эгерде эң оңой кыймылдуу химиялык элемент өсүмдүктөр тарабынан эң күчтүү сиңирилсе, анда ал жууп кетүүдөн дээрлик толугу менен сакталып, анын үстүнкү горизонт тунда топтолушу мүмкүн, ал эми тескерисинче, салыштырмалуу азыраак кыймылдуу элементтер болсо, өсүмдүктөр тарабынан начар сиңирилип, көбүрөөк даражада жана тереңирээк болот. Бул көптөгөн оор металлдар үчүн белгилүү (м; коргошун, цинк, стронций, калий, ж.б.), ошондой эле титан, калай, ж.б. Ошентип, мисалы, боз топурак Таш-Көмүр басс. Тегене капчыгайындагы көмүр кени бадал коомчулугунун артындагы экинчи дан өсүмдүктөрүнүн коомдоштуктары аз кыймылдуу элементтер (жана ошол эле учурда өсүмдүктөр менен начар сиңишет).

Коргошун сыяктуу, барий да көпчүлүк учурларда иллювиалдык гори зонто (50-100 см жана андан тереңирээк) ташылат, ал эми жез алда канча жакшы эрийт, бирок жез сыяктуу күчтүү сиңет. Дарактуу бадал жана чөптүү өсүмдүктөр катары сиңип, иллювиалдык горизонтто гана эмес, топтолот.

Биогеоценоздун геохимиялык профилин түзүүгө өсүмдүктөрдүн катышуусу менен катар минералдык элементтердин массасын жер бет ине казып алып чыгуучу сөөлжандардын, суурлардын, борсуктардын активдүүлүгүн эске алуу зарыл, тескерисинче, органикалык калдыктар, ар кандай өсүмдүктөрдүн уруктары ушул жаныбарлар аркылуу минералдык элементтерге таасирин тийгизет.

Б.Б.Полыновдун (1956) пикири боюнча күл элементтеринин биологикалык топтолуу даражасын өсүмдүк күлүндөгү элементтин курамынын топурактагы курамына болгон катышына барабар коэффициент менен мүнөздөөгө болот.

Биологиялык топтоо коэффициенти жез, молибден, марганец, никель, кобальт жана стронций боюнча бирдиктен ашат.

Барий үчүн бул коэффициенттин мааниси бирден ашык тамыр массасы үчүн, ал эми цирконий үчүн - жашыл масса үчүн гана, калган күл элементтери, алардын топурак тагы курамына карабастан, өсүмдүктөрдө олуттуу топтолбойт.

Таш-Көмүр көмүр бассейнинин спецификалык геохимиялык ландшафты боюнча алынган маалыматтар химиялык элементтердин биологиялык топтолушунун теориялык сериясы А.И. Перельман (1961) менен. Күчтүү биологиялык топтолуу элементтерине *Artemisia tianschanica* үчүн стронций гана таандык кылынышы мүмкүн, анын күлүндө бул элемент топурактын гумустук горизонтундагы караганда он же андан көп эсе көп болот. Молибден, кобальт, никель, цинк орточо биологиялык кармалуучу элементтердин тобуна, калган күл микроэлементтери алсыз элементтер тобуна жана кээ бирлери, мисалы, бериллий өтө начар кармалуучу элементтер тобуна кирет.

Таш-Көмүр көмүр бассейнинин чөлдүү-талаа формацияларынын шартында өсүмдүктөрдүн биологиялык активдүүлүгүнүн натыйжасында күл элементтеринин кыйла көлөмү миграцияга тартылат. Мисалы, талаа жамааттарынын 1 га жайыт аянтына жер үстүндөгү өсүмдүк масса сынын түшүшү менен гана күл элементтеринин төмөнкүдөй өлчөмдөрү кирет: бетегелердин астына - 250 г жез, 40 г никельден, 120 г молибден ден, 70 г коргошундан.

Шыбак дан эгининин астындагы жарма - жез-370г, никель 90г, молиб ден 150г, коргошун 120г, кобальт 65г. Шыбак-ар түрдүү чөптөр бадалдуу жайыттында- жез-410 г, кобальт 150 г, молибден 210 г, никель-110 г, коргошун-160г. Өсүмдүктөрдүн тиричилик ишмердүүлүгүнүн жүрүшүндө топтолгон күл элементтеринин олуттуу бөлүгү өсүмдүктөр өлүп, алардын калдыктары минералдашкандан кийин органикалык заттардын курамынан чыгып, топурактын нымдуулугунун мезгилдик кыймылы менен бирге кыймылга өтөт. Жер астындагы

суулардын терең жайгашуусу, рельефтин күчтүү бөлүнүшү, изилденүүчү аймактын жер үстүндөгү катмарларынын тайыз нымдап жатышы кыртыштын профилинен тышкары химиялык элементтердин олуттуу түрдө жок болушун болжолдоого негиз бербейт. Демек, Таш-Көмүр көмүр бассейнинин геохимиялык талаа жана чөл ландшафтынын өзгөчөлүгү күл элементтеринин биологиялык циклинин салыш тырмалуу жабык мүнөзү болуп саналат.

Химиялык элементтердин оңой кыймылдуу формаларын сандык эсепке алуу топурактын генетикалык горизонтторунан ар кандай концентрация дагы суунун жана башка кислота экстракттарынын кургак калдыктарын дагы күл элементтеринин курамын изилдөө аркылуу жетишүүгө болот (суу экстракты кыртыштын катышында жасалган: суу = 1:2). Алынган маалыматтар капчыгайдын топурак профилинде дээрлик бардык күл элементтеринин сууда эрүүчү бөлүгүнүн эң жогорку курамын көрсөтөт.

Тегене капчыгайы гумустун горизонтуна түшөт, мында ошол микроэлементтердин концентрациясы да жогорулайт, анын дүң көлөмүнүн максималдуу курамы төмөнкү горизонтторго (мисалы, стронцийге) туура келет.

Ошентип, өсүмдүктөр күл элементтерин ар кайсы бөлүктөрдө ар кандай өлчөмдө топтойт. Айрыкча, шыбак тукумунун түрлөрүнүн тамырынын күл үндө жана жер үстүндөгү бөлүгүндө жез көп кездешет. Көпчүлүк дан өсүмдүктөрүндө микроэлементтердин – жез, кобальт, молибден, никель, коргошун, цинктин топтолушу анча чоң эмес. Тоо экосистемасынын чөл жана талаа жамааттарынын шартында топурактагы жездин, никельдин, кобальттын, коргошундун, цинктин миграциясы жана биологиялык айлануусу начарлайт. Изилденген элементтердин чөл жана талаа жамааттарынын топурак горизонтторуна таралышы бирдей.

Адабияттар

1. *Виноградов А. П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. - М.: Изд-во АН СССР, 1957г. 277с.
2. *Дженбаев Б.М, Мурсалиев А.М.* Биогеохимия природных и техногенных экосистем Кыргызстана. -Б.: «Илим», 2012г. 404с.
3. *Мурсалиев А. М, Токобаев М. М.* Районирование Кыргызстана по содержанию микроэлементов в растениях и почвах //Известия НАН КР, серия биология, № 2. 1991г. с.37-45.
4. *Ройченко Г.* Почва Южной Киргизии, Фрунзе, 1960г. -234с
5. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафта. Географиздат.1961г.
6. *Полынов Б.Б.* Геохимические ландшафты. «Избранные труды. Изд-во АН ССР», М., 1956г.
7. *Ковальский В.В, Мурсалиев А., Грибовская И.Ф.* Растворимые формы меди, молибдена и кобальта в некоторых типах почв. Ж. Агрохимия. №1. 1966г. М.

УДК: 582.739(575.2) (04)

Биймырсаева Айдана Камчыбековна
*аспирант***Biimyrsayeva Aidana Kamchybekovna**
postgraduate student

*Институт химии и фитотехнологии НАН КР,
КР УИА Химия жана фитотехнология институту,
Institute of Chemistry and Phytotechnology of the NAS Kyrgyz Republic*

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА

Аннотация. Описана длительность вегетационного периодов у местных и американских сортов сои с учетом разных сроков посева в условиях Чуйской области. В связи с климатическими и гидрометеорологическими условиями сроками посева было отмечено, что местные сорта имели разницу в 6 дней к концу периода вегетации, а зарубежные - 3-4 дня.

Ключевые слова: соя, продолжительность межфазных периодов, вегетация, сроки посева

СОЯНЫН ВЕГЕТАЦИЯЛЫК МЕЗГИЛИНИН УЗАКТЫГЫНЫН СЕБҮҮ УБАКТЫСЫНАН КӨЗ КАРАНДЫЛЫГЫ

Аннотация. Чүй облусунун шартында соянын америкалык жана жергиликтүү сортторунун себүү убактысы анын вегетациялык мезгилинин узактыгына жараша болору белгиленген. Климаттык жана гидрометеорологиялык шарттарга жараша себүү убактысы вегетация бүткөнгө чейин жергиликтүү сорттор 6 күнгө, ал эми чет жердеги сорттор 3-4 күнгө айырмаланганы байкалган.

Негизги сөздөр: соя, фаза аралык мезгилдин узактыгы, вегетация, себүү убактысы

DURATION OF SOYBEAN VEGETATION PERIOD DEPENDING OF SOWING TIME

Abstract. the duration of vegetation periods for local and American soybean species is described, taking into account different sowing dates in the conditions of the Chui region. Due to the climatic and hydrometeorological conditions, the period of sowing was noted that local species had a difference of 6 days by the end of the vegetation period, and foreign species 3-4 days.

Key words: soybean, duration of interphase periods, vegetation, sowing dates

Время от прорастания семян до созревания плода характеризуется вегетационным периодом. Активность развития – вегетационный период у сои разнообразен. Соя является одним из представителей зернобобовой культуры. Учитывая продолжительность и особенности вегетационного перио-

да, можно использовать все потенциальные возможности культурной сои в климатических и почвенных условиях. Под действием внешних факторов происходит рост и развитие растений в период развития. На произрастание этой культуры влияют множество факторов. К факторам относятся сроки по-

сева, продолжительность дня, востребованность к воде, технология выращивания сои.

Цель исследований - оценка влияния нормы высева на наступление фенофаз и продолжительность вегетационного периода сои в условиях Чуйской долины.

Место проведения исследований

Полевой опыт был проведен на Токмокском государственном сортоиспытательном участке. Исследования проводились в городе Кант с. Кенеш Чуйской области.

Климат северного Кыргызстана в целом характеризуется резкой континентальностью и сухостью. Здесь наблюдаются типы климатов от пустынного-степного до холодного тундрового. Выпадают осадки в виде дождей – 230-520 мм с весенне-летним максимумом. Чуйский почвенный округ включает Чуйскую впадину с северными склонами хребта Кыргызского Ала-Тоо. В Чуйской впадине развиты полугидроморфные почвы. В настоящее время наблюдается широкое распространение лугово-сероземных почв [1.2].

На опытном участке изучали 5 сортов сои где в одной делянке 2 ряда, площадь делянки 12 м², норма высева 80 кг/га в 4-х кратных повторностях. Объекты исследования-сорта сои: Эмердж 2т29, Эмердж 3776, Эмердж 2282, AS 1928KG, AS 966 KG.

Опытные варианты были засеяны методом рандомизации. В ходе исследования велись наблюдения за длительностью вегетационного периода в основных фенологических фазах.

Результаты исследований

Растения короткого дня удлиняют свой период вегетации за счет продвижения на север. Для сои характерен световой короткий день. По мере уменьшения светового дня сокращается период вегетации. На сроки посева повлияли погодные условия. В 2021 году 15 апреля и в 2022 году 17 апреля были засеяны ниже перечисленные сорта.

Из таблицы видно, что в 2021 году первые всходы появились на 9-12 день у американских сортов, а у местных сортов-через 12 дней. В 2022 году у зарубежных сортов всходы сформировались через 10-17 дней. Для растения сои свойственен быстрый рост после начала цветения. Обильное цветение начинается с 10-х чисел июня месяца. Так, например, сначала зацвели Эмердж 2т 29, Эмердж 2282, наиболее позднее Эмердж 3776 (17-18 июня), а отечественные сорта AS1928 KGAS966KG (14-15 июня). С конца июня начинают формироваться стручки. Их созревание продолжается вплоть до уборки урожая.

Таблица. Продолжительность межфазных периодов *Glycine max*, дни

2022 год					
Сорта	Продолжительность фаз развития				Вегетационный период
	посев (17.04.)– всходы	всходы-цветение	цветение	цветение-созревание	
Эмердж 2т 29	10	26	47	58	140
Эмердж 2282	17	24	46	49	135
Эмердж 3776	12	29	45	64	150
AS1928 KG	12	29	46	63	150
AS966KG	12	29	46	63	150

	посев (15.04.)2021год				
Эмердж 2т 29	9	25	46	56	137
Эмердж 2282	16	22	49	47	135
Эмердж 3776	12	28	43	63	146
AS1928 KG	12	28	43	61	144
AS966KG	12	28	43	61	144

В целом, вегетационный период и его продолжительность у вариантов отличается в сравнении по годам. К примеру, в 2021 году период вегетации продолжался 135 дней у Эмердж 2282, а у местных сортов 150 дней. Немного иная картина наблюдается у этих же сортов в 2022 году.

Заключение: В годы посева на выращивание сои и на длительность вегетационного периода повлияли: климатические и погодные условия, сроки посева и другие факторы. Исходя из полученных данных сорта AS1928KG, AS 966KG, Эмердж 2Т29, Эмердж 3776 являются позднеспелыми, Эмердж 2282 – среднеспелым.

Литература

1. Карпова Л. В.. Продуктивность и кормовая ценность зернобобовых культур технологический комплекс возделывания гороха на семена в лесостепи Поволжья монография / Л В Карпова. – Пенза РИО ПГСХА, 2013 – 86, 89 с.
2. Мамытов А.М., и др. “Классификация и плодородие почв Киргизии”. Труды Киргизского научно-исследовательского института почвоведения.. Фрунзе, 1976., вып. 8.

УДК 582(575,2)(04)

Бабаназарова Мээримгул Тагайбековна
младший научный сотрудник
көңжө илимий кызматкер,
Babanazarova Meerim Tagaibekovna
junior researcher

Институт химии и фитотехнологии НАН КР
КР УИАнын химия жана фитотехнология институту
Institute of Chemistry and Phytotechnology of the NAS Kyrgyz Republic

КЫРГЫЗСТАНДА АМАРАНТ ӨСҮМДҮГҮН ӨСТҮРҮҮ БОЮНЧА КЫСКАЧА МААЛЫМАТТАР

Аннотация. Бул макалада амарант өсүмдүгүн өстүрүү боюнча маалыматтар берилген: тоют, тамак-аш, азык түрлөрүн жана баалуу техникалык буюмдарды алууда амаранттын кээ бир сортторуна мүнөздөмө берилген.

Негизги сөздөр: урук, амарант, сары бетаксантин амарант, пектин, белок, витаминдер, пигмент.

КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ВЫРАЩИВАНИИ АМАРАНТА В КЫРГЫЗСТАНЕ

Аннотация. В данной статье приведены сведения о возделывании растения амаранта: описаны некоторые сорта амаранта в кормовой, пищевой продукции.

Ключевые слова: семена, амарант, желтый бетаксантин, пектин, белок, витамин, пигмент.

BRIEF INFORMATION ABOUT THE CULTIVATION OF AMARANT IN KERGYSTAN

Abstract. This article provides information about the cultivation of the amaranth plant: some varieties of amaranth are described in fodder, food and medical products.

Keywords: seeds, amaranth, yellow betaxanthin pectin, protein, vitamin, pigment.

Амарант *Amaranthus* - баалуу тоют, азык-түлүк жана даары өсүмдүк болуп эсептелет. Амарант грек тилинен кыргыз тилине которгондо «өлбөс», дегенди түшүндүрөт, өсүмдүктүн сырткы көрүнүшүн миндеген кичинекей гүлдөрү менен айрымаланып турат. Амарант өсүмдүгүнүн адам жашоосундагы мааниси байыркы жана орто кылымдардан бери белгилүү болуп, негизги азык-түлүк өсүмдүктөрүнүн катарына кошулган дан өсүмдүктөр сыяктуу эле маанилүү өсүмдүк [2].

Америка континентиндеги, Колумбдун ачылыш убагына чейинки, алгачкы мамлекеттик түзүмдөрү пайда боло

баштаган ошол убакыттан бери “амарант” өсүмдүгүнүн адамга, коомго жана жалпы социалдык-экономикалык өнүгүүгө кошкон салымы чоң болгон. Байыркы американын жергиликтүү калкынын айыл чарбасынын негизин түзгөн жүгөрү жана буурчак менен тектеш амарант өсүмдүгүнүн мааниси жогору болуп келген.

Ацтек цивилизациясына тийиштүү байыркы Техуакан шаарындагы археологиялык казуулардын жана терен изилдөөлөрдүн жыйынтыгында амарант өсүмдүгүнүн баардык индей этносторунда маанилүү оорунда тургандыгы белгилүү болду. Амаранттын уруктарын азык катары

пайдалануу денени жана рухту бекемдейт деп ишенишкен, аны “Ацтектердин сыйкырдуу даны”, “Кудайдын алтын даны” деп даагы аташкан. Байыркы Америка элдеринде амарант алтынга тете бааланып, жалпы эквивалент катары пайдаланылганы белгилүү [1].

Амарантка болгон кызыгуу кайра жаралышы 20 - кылымга туура келет. Учурда амарант дүйнөнүн дээрлик бардык жерлеринде, Түндүк Түштүк

Америкада, Европада жана Азияда, Африка өлкөлөрүндө кеңири таралган.

Бүгүнкү күндө, Кыргызстанда амарантты, айыл чарбасында, тоют жана азык-түлүк өсүмдүгү катары пайдалануу зарылдыгы келип чыкты.

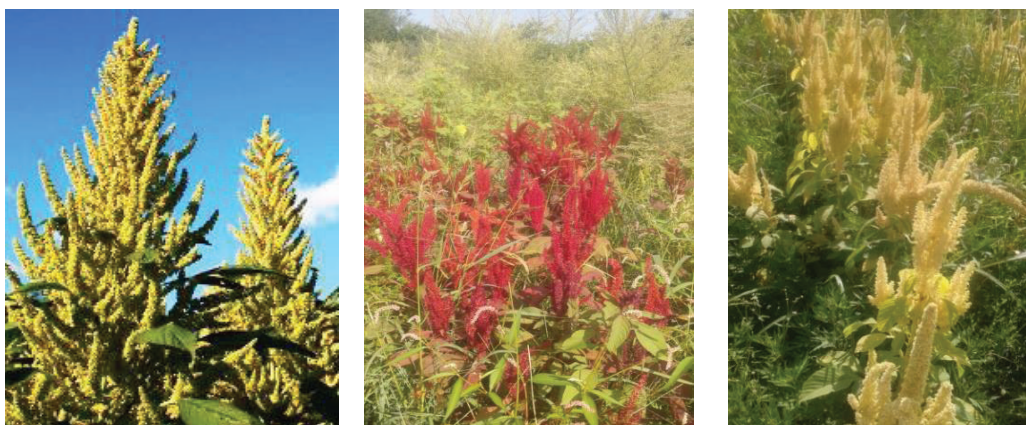
2016 жылы, изилдөө үчүн 1- жолу Кыргызстанга амарант уругунун 6 сортун, б.и.д., проф., Шалпыков К.Т. аркылуу алынып келинген жана ар тараптуу изилдөө максатында эгиле башталган. 2022-жылы



1- сүрөт. Андижан

2- сүрөт. Лера красная

3-сүрөт. Харьковский



4- сүрөт. Воронежский

5- сүрөт. Гелиос

6- сүрөт. Таджикистан

амаранттын төмөнкү алты (6) сорту эгилип башталды:

Жогорудагы амаранттын сорттору Кыргыз Республикасынын аймагында Мамлекеттик ресстрге катталып тиешелүү коддор менен чарбалык-биологиялык мүнөздөмө берилип колдонууга уруксат берилип Чүй областынын Жаны- Жер айылында, Воронцовкада жана ошондой эле Кыргыз Респу-

бликасынын Улуттук Илимдер Академиясынын Э. Гареев атындагы ботаникалык багында себилди, ушул учурда илимий изилдөөлөр, аныктоолор, жана тактамалар жүрүп жатат.

Амарант уруктарынын химиялык курамы өзгөчөлүгү менен айырмаланат, уруктарынын жалпы протеинин 28-35%, жана башка маанилүү аминокислоталардан ту-

руп, лизиндин, изолейциндин жана фенилаланин менен тирозиндин курамынан турат. [4] Анын курамы сууда эрүүчү протеиндердин көптүгү (белоктордун жалпы саны 42,5-51,6%) жана спиртте, башка дан өсүмдүктөргө салыштырганда. эрүүчү белоктордун дээрлик толук жоктугу менен мүнөздөлөт. Эң күчтүү антиоксиданттарды бири болгон амаранттын уруктарында Е витамининин курамы 113-192 мг% анын ичинен α -токоферолодор 5-10%, β жана γ -токоферолдор 70-80%, σ – токоферолдор 20% ке чейин түзөт. Эң активдүү антиоксидант жана стероиддик гормондордун синтезинин болүгү болгон курамы 3,8% дан 6,7% га чейин, биологиялык маанилүү каротиноиддер 0,45 тен 1,12 мг чейин өзгөрөт. Амаранттын уруктары моно-жана олигосахариддерди камтыйт. Негизги компоненттери сахароза (68,6%), рафиноза (16,3%), моносахариддер (8,5%) жана стахиоз (6,6%). Амаранттын уруктары тамак-аш жана косметикалык өнөр жай үчүн майда бүртүкчөлөрү крахмалдын 60% дан ашыгын камтыйт. Амаранттын жашыл түрлөрү бойолуучу пигменттердин, белокторун жана витаминдердин потенциалдуу булагы катары каралат. Амаранттын өңү кызыл жана сары бетаксантин пигменттери менен берилген. Амарант жалбырактарында көп сандаган белок (38,3% ке чейин), каротиноиддер, С, В₁, В₂, В₁₂, Е витаминдери, Р-активдүү флавоноиддер (рутин, кверцетин, трифолиен) жана алма пектининен кем калбаган пектин бар.[5] Бүгүнкү күндө, амарант үрөнүн кайра иштетүү азык түлүктөрү дүйнө жүзү боюнча кенири колдонулат.

Кыргызстанда амарант уруктарын кайра иштетүү боюнча өндүрүштүк ишканалар-

ды түзүү зарылчылыгы калктын тамактануусун дагы белоктун, витаминдердин жана минералдардын жетишсиздигин азайтуу жана жоюу, жогорку сапаттагы тамак-аш азыктарынын өндүрүү үчүн сатып алуудан жана калк арасындагы көп керектөөлөрдөн улам шартталган.

Амаранттын уну, нативдик, башкача айтканда атайын сорттук тандоо аркылуу келип чыккан сапаттуу уруктарын жана кабыгын, термикалык жана механикалык иштетүү аркылуу алынат. Амаранттын уну терен биохимиялык иштетүүнүн жыйынтыгынан чыккан продукт. Амарант унунун белоктору жогорку сапатта болгондуктан тамак аш азыктарынын сапатын жогорулатуу максатында кошумча иштетилет. Амарант уну жогорку сапаттагы азыктык баалуулуктарга ээ болгондуктан, дан азыктарын, сүт жана эт азыктарын, энергетикалык суусундуктарды, сыра жана башка көптөгөн тамак аш продуктуларын өндүрүү үчүн колдонулат.[6]

Кыргызстанда жакынкы келечекте амарантты кайра иштетүү дары-дармектерди, диетикалык азыктарды өндүрүү үчүн элдин суроо талабына толук жооп бере турган өсүмдүк болушу талашсыз. Ошондуктан 21-кылымдын тамак-аш, фармацевтика, биохимия өнөр жайларында амарантты келечекте колдонуу үчүн кошумча илимий изилдөөлөрдү жүргүзүү приоритеттүү максат болууга тийиш.

Корутунду

Амарант тамак-ашка жана балдарга арналган тамактарга да кошулат. Ошондой эле, дарылык касиети абдан күчтүү, витаминдерге да бай келет.



Адабияттар

1. *Paredes-Lopez O.* Amaranth: biology, chemistry, and technology. Mexico 1994.
2. *Кочеткова А.А., Колеснов А.Ю., Тужилкин В.И.* Современная теория позитивного питания и функциональные продукты//Пищевая промышленность. 1999. №4. С.7-10.
3. *Коноков П.Ф., Гинс В.К., Гинс М.С.* Амарант: Перспективная культура XXI века. М., 1999.
4. *Ключкин В.В.* Основные направления переработки и использования пищевых продуктов из семян люпина и амаранта// Хранение и переработка сельхозсырья. 1997. №9. С.30-33.
5. *Офицеров Е.Н., Костин В.И.* Углеводы амаранта и их практическое использование/ РАН. Урал. Отд-ние. Коми науч. Центр. Ин-химии. Ульяновск, 2001.
6. Изменение химического состава семян амаранта при термической обработке//Л. Карнаушенко, И. Калугина, Г. Лунина, С. Липовецкая// Хлебопродукты. 1998. №5. С. 22-23.

УДК 634.7

¹**Аалиев Сагынбек Абдималикович***старший преподаватель*¹**Тургунбаев Кубанычбек Токтоназарович***доктор с/х наук, и.о.профессора*²**Содомбеков Ишенбай***доктор биол.наук., профессор*¹**Аалиев Сагынбек Абдималикович***улук окутуучу*¹**Тургунбаев Кубанычбек Токтоназарович***а/ч илимдеринин доктору профессордун м.а.*²**Содомбеков Ишенбай***биология илимдеринин доктору, профессор***Aaliev Saginbek Abdimalikovich***senior researcher Turgunbaev***Kubanichbek Toktonazarovich***doctor a/c of sciences, associate professor***Sodombekov Ishenbay***doctor of boil.sciences., professor*¹*Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И.Скрябина, г.Бишкек*²*Институт химии и фитотехнологии НАН КР,**КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту,**Institute of Chemistry and Phytotechnology of the NAS Kyrgyz Republic***ЧҮЙ ӨРӨӨНҮНҮН ШАРТЫНДА КАДИМКИ ДАН КУУРАЙДЫН****(RUBUS IDAEUS L). СОРТТОРУНУН СУУККА ТУРУКТУУЛУГУ**

Аннотация. Макалада Кыргызстандын Чүй өрөөнүндө өстүрүлгөн кадимки дан куурайдын 4 сортунун суукка туруктуулугу изилдөөнүн натыйжалары келтирилген. Аба-ырайынын шарттары дан куурайдын суукка туруктуулугу анын түшүмдүүлүгүнө таасир этет. Дан куурай сортторунун суукка туруктуулугу. Дан куурайдын температурага болгон өзгөрүүсү күз-кыш-жаз мезгилине туура келет. Тамыры, бутактары жана бүчүрү, сорттор температуранын төмөндөшүнө бирдей туруктуулукка ээ эмес. Дан куурайдын тамыры топурактын температурасы 21-24°C болгондо тоңот, кабыгы бутактарына караганда туруксуз келет. Ал эми бүчүрлөрү 37-42°C болгондо тоңот. Суукка чыдамдуулугу жалпы өсүмдүк тарабынан эмес, негизги органдар тарабынан байкалат. Өсүмдүк алсыз болгон убакта суукка туруктуулугу төмөндөйт.

Негизги сөздөр: кадимки дан куурай, туруктуулук, тамыр, сорттору, сабагы, бүчүрү.

ОБЫЧНАЯ СУШКА ЗЕРНА В ДОЛИНЕ РЕКИ (RUBUS IDAEUS L). ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ СОРТОВ

Аннотация. В статье представлены результаты изучения морозостойкости 4 сортов малины обыкновенной, выращенной в Чуйской области Кыргызстана. Погодные условия влияют на морозостойкость малины и ее продуктивность. Морозостойкость сортов малины обыкновенной. Изменение температуры малины соответствует осенне-зимне-весеннему периоду. Корни, побеги и почки, сорта не обладают одинаковой устойчивостью к перепадам температур. Корни малины замерзают при температуре почвы $-21-24^{\circ}\text{C}$, а кора менее устойчива, чем ветки. Бутоны замерзают при $-37-42^{\circ}\text{C}$. Морозостойкость наблюдается не у растения в целом, а у основных органов. Морозостойкость снижается, когда растение ослаблено.

Ключевые слова: малина обыкновенная, устойчивость, корни, сорта, стебли, почки.

CONVENTIONAL GRAIN DRYING IN THE RIVER VALLEY (RUBUS IDAEUS L). COLD RESISTANCE OF VARIETIES

Abstract. The article presents the results of studying the frost resistance of 4 varieties of common raspberry grown in the Chui region of Kyrgyzstan. Weather conditions affect the frost resistance of raspberries and their productivity. Frost resistance of common raspberry varieties. Raspberry temperature change corresponds to the autumn-winter-spring period. Roots, shoots and buds, varieties do not have the same resistance to temperature extremes. Raspberry roots freeze at a soil temperature of $-21-24^{\circ}\text{C}$, and the bark is less stable than the branches. The buds freeze at $-37-42^{\circ}\text{C}$. Frost resistance is observed not in the plant as a whole, but in the main organs. Frost resistance decreases when the plant is weakened.

Key words: common raspberry, resistance, roots, varieties, stems, buds.

Киришүү

Дан куурай жер-жемиштердин алдыңкы жана баалуу өсүмдүктөрүнүн бири. Анын жемиштери тамак-аш жана дарылык касиетке ээ [5].

Ар бир кыш кандайдыр бир деңгээлде адаттан тыш болот, бирок кайсыл бир кыш мезгилинде кыш мезгилиндеги зыяндуу факторлордун жок дегенде бири өзүнүн нормасынан ашып кетсе, өсүмдүктөрдө ар кандай деңгээлдеги зыяндар байкалат. Кыштын бардык зыяндуу факторлору кышында болот, бирок алар жазында билинет, жер-жемиш өсүмдүктөрүнө зыян абанын температурасы кескин төмөндөгөндө же өсүмдүк суукка туруксуз болсо зыянга учурайт. Өсүмдүктү кыштатууга даярдоонун негизги шарты бүчүрлөрдүн жакшы жетилиши болуп саналат. Жылуу, орточо нымдуу жайда бүчүрлөрү адатта августтун

экинчи жарымында – сентябрдын биринчи күндөрүндө өсүп бүтүп, жалбырактары төгүлүп, жыгач сымал болуп, кышка толук жетилет [4]. Дан куурай кеңири таралуу аймагынын аныктоочу фактору анын өсүү шарттарына ылайыкташуусу болуп саналат. [5,8].

Өлкөбүздүн көпчүлүк аймактарында туруксуз аба-ырайы шартында дан куурайдын жогорку жана туруктуу түшүмүн алуу үчүн, жаңы адаптацияланган сорттордун көп түрүн албасак болбойт. Өндүрүш өнөр жай өстүрүү технологияларына туура келген, жер семирткичтерге жооп берген, жалпы пайдалануу үчүн мөмөлөрү бар сортторго абдан муктаж. [3]. Сорттун жогорку адаптациясынын негизги көрсөткүчү болуп анын өндүрүмдүүлүгү. [9]. Чүй өрөөнүнүн шартында дан куурайдын райондоштурулган төрт сортуна алардын өсүп-өнүгүүсүнө, биологиялык өзгөчөлүктөрүнө

жана агротехникалык ыкмалары ыкмалары боюнча изилдөөлөр жүргүзүлүп келген. [1]. Чүй өрөөнүн шартында өстүрүлүп жаткан дан куурайдын сортторунун суукка туруктуулугу райондоштурулган сортторунун аба ырайынын өзгөрүшүнө ылайыкташуу жөндөмүн баалоого мүмкүндүк берет.

Колдонулган материалдар жана ыкмалар

Изилдөө Чүй өрөөнүндөгү Дмитриевка айылында жайгашкан тажрыйба талаасында ишке ашырылды. Деңиз деңгээлинен 735 метр бийиктиктеги ортоңку зонада. Чүй өрөөнүн топурагы, Чүй суусунун боюнан тоо алдына чейин вертикалдуу аймактуулуктун таасири менен бир топ өзгөрүүлөргө дуушар болот. Бул жерлерде түндүк боз топурагы, саздуу аймактын жарым гидроморфтуу шалбаа-боз топурагы, боз-шалбаа жана шалбаа топурагы менен биргеликте кездешет. Мындан сырткары бир топ аймакты коңур топурактар, бир аз жерлерди тоо кара топурактары ээлешет. [7].

Тажрыйба талаасы төрт кайталанган турат. Көчөттөрдү отургузуу схемасы 2,0 x 0,5 м. Изилдөөлөр “Мөмө-жемиш, жер-жемиш жана жаңгак өсүмдүктөрүнүн сортторун изилдөө программасына жана методикасына” ылайык жүргүзүлдү. [6]. Изилдөө үчүн баштапкы материал 2011-жылы отургузулган дан куурайдын 4 сорту: Пригородная (Украинанын Багбанчылык илим-изилдөө институту), Бабые лето (ВСТИСП), Барнаульская (М.А.Лисавенко атындагы НИИСС), Новост Кузьмина (Нижний Новгород областы, Ветлуга ш.).

Изилдөөнүн жыйынтыгы: Дан куурайдын бутактарынын кышкы зыянга учурашы бул өсүмдүктү кээ бир аймактар үчүн кеңири өстүрүүгө тоскоол болгон негизги фактор болуп саналат. Кышка туруктуулук көрсөткүчүн жалпы катарын карап, дан куурайдын кыштын ар кандай мезгилдеринде сакталышынын өзгөчөлүгүн белгилей кетүү зарыл, анткени дан куурайдын бутактарынын күзгү сууктан зыянга учуроо Чүй өрөөнүнүн шарты үчүн мүнөздүү эмес.

Таблица 1. 2012-2016-жылдары дан куурай сортторунун тоңуу даражасы жана жалпы абалы

Сорттордун аталышы	Жыл	Суукка туруктуулук даражасы	Жалпы абалы
			Балл менен
Пригородная	2012	1	5
	2013	1	5
	2014	1	5
	2015	1	5
	2016	1	5
Бабые лето	2012	1	5
	2013	1	5
	2014	1	5
	2015	1	5
	2016	1	5
Барнаульская	2012	1	5
	2013	1	5
	2014	1	5
	2015	1	5
	2016	1	5
Новость Кузьмина	2012	2	3
	2013	1	5
	2014	1	5
	2015	1	5
	2016	1	5

Кышка туруктуулугун изилдөө жылдарында эң эле ачыкталганы 2012 -жылы кышында минималдуу температура -18, -25°Сге чейин төмөндөп, кар аз жаап турган. Январда -25°Сге чейинки төмөндөгөн бүчүрлөрдүн жеңил үшүк учурашы байкалган (негизинен бутактарынын жана бүчүрлүрдүн үстүнкү бөлүгү жабыркаган).

Дээрлик бардык биз изилдеген сорттордун кышка туруктуулугу ар кандай. 2013-2014 жылдары кышкы температура

-5,4, - 20,6 °С түзгөн. Бүчүрлөрү жана бутактары 1 баллга чейин зыянга учураткан. 2015-2016-жылдары дан куурай сортторунун бүчүрлөрү дээрлик жабыркаган эмес, анткени кыш жумшак болуп температура -2,5, -14,4 °С болгон.

Биздин байкоолорубуз көрсөткөндөй, Новость Кузьмина, Пригородная, жана Барнаульская сорттору кышка туруктуулугун 1 баллга чейин көрсөткөн. Бабье лето сорту 2012-жылы зыяны 2 баллга жеткен.

Таблица 2. Кайра кайтып келген суукка дан куурай сортторунун туруктуулугу 2012-2016-жж., балл менен

Сорттордун аталышы	Изилдөө жылдары									
	2012, март		2013, март		2014, март		2015, март		2016, март	
	бутагы	бүчүрү	бутагы	бүчүрү	бутагы	бүчүрү	бутагы	бүчүрү	бутагы	бүчүрү
Пригородная	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
Бабье лето	0	0	0	0	0	0	3,5	4	0	0
Барнаульская	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
Новость Кузьмина	0	0	0	0	0	0	4,5	4,5	0	0

Ошондой эле Чүй өрөөнүнүн маанилүү өзгөчөлүктөрүнүн бири жазында кээ бир жылдары жазгы кайтып келген суук дан куурайдын бутагын, бүчүрүн зыянга учуратат.

2012-2014 жылдары март, апрель айларынын орточо температурасы болуп абанын температурасы +4,14°С болуп дан куурайдын бутактары жана бүчүрлөрү эч кандай зыянга учураган эмес. 2015-жылы 31-мартта абанын температурасы -9,8°С төмөндөгөн. Жыйынтыгында дан куурайдын бутактарын жана бүчүрлөрү жабыркаган.

Жыйынтыгында дан куурайдын бутактарын жана бүчүрлөрү жабыркаган. Кайра кайтып келген суукка сорттордун туруктуулугу - Бабье лето – 3,5 балл, Пригородная

жана Барнаульская сорттору 4 балл, Новость Кузьмин сорту 4,5 балл менен белгиленди. Дан куурайдын жөнөкөй сорттору ремонтанттуу сортторуна караганда көбүрөөк жабыркаган.

Жыйынтык: 2012-2016-жылдардагы изилдөөдө дан куурайдын сорттору кышкы суукка туруктуулугу боюнча 1 балдан 2 баллга чейин көрсөткөн 2012-жылы Бабье лето сорту зыяны 2 балл болду. Кадимки дан куурайдын сортторунун кайра кайтып келген суукка туруктуулугу боюнча, вегетация мезгили эрте баштаган Барнаульская жана Новость Кузьмин сорттору кайра кайтып келген үшүктүн таасирине көбүрөөк кабылып, эки жылдык бутактары жана бүчүрлөрү жабыркаган.

Адабияттар

1. *Аалиев С.А.* Кадимки дан куурайдын (*Rubus idaeus L.*) өсүп-өнүгүүсүнө көзөмөл жүргүзүү // Весник КНАУ им. К.И.Скрябина. 2020. с. 6-9.
2. *Андреева Г.В.* Оценка новых сортов и форм малины селекции Свердловской селекционной станции садоводства по хозяйственноценным признакам / Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т.40, № 2. С.54-59.
3. *Данилова А. А.* Зимостойкость сортов малины обыкновенной селекции ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии после зимы 2010/11г. // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. раб. / ВСТИСП. М., 2011. Т. XXVIII. Ч. 1. 137 с.
4. *Жидёхина Т.В.* Промышленный сортимент малины и его продуктивность в Черноземье // Вестник Красноярского ГАУ. 2015. №10. С.131-135.
5. *Казаков И.В., Айтжанова С.Д., Евдокименко С.Н., Сазонов Ф.Ф., Кулагина В.Л., Андреева Н.В.* Ягодные культуры в Центральном регионе России. М.: ВСТИСП, 2016. 233 с
6. *Казаков И.В., Грюнер Л.А., Кичина В.В.* Малина, ежевика и их гибриды / Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 374–395.
7. *Мамытов А.М.* Агрохимические свойства почв Киргизии. Опенлендер.-Фрунзе: Илим, 1969.-1934 с.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИС им. И. В. Мичурина. Мичуринск, 1978. С. 198–221.
9. *Якуб И.А.* Селекционная оценка ремонтантных форм малины по адаптации в условиях юго-запада Нечерноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Брянск, 2015. 24 с.

УДК 612.396.172

Толонова Н.К.*младший научный сотрудник лаборатории нанотехнологии Института химии и фитотехнологий НАН КР***Толонова Н.К.***нанотехнологиялар лабораториясынын кенже илимий кызматкери КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту***Tolonova N.K.***junior researcher, laboratory of Nanotechnology Institute of Chemistry and phytotechnology NAS KR*

ПОЛУЧЕНИЕ ХИТОЗАНА ИЗ ХИТИНОВОГО ПОКРОВА СВЕРЧКОВ

ЧЕГИРТКЕЛЕРДИН ХИТИНДҮҮ КАПТАЛЫНАН ХИТОЗАН АЛУУ

OBTAINING CHITOSAN FROM THE CHITINOUS COVER OF CRICKETS

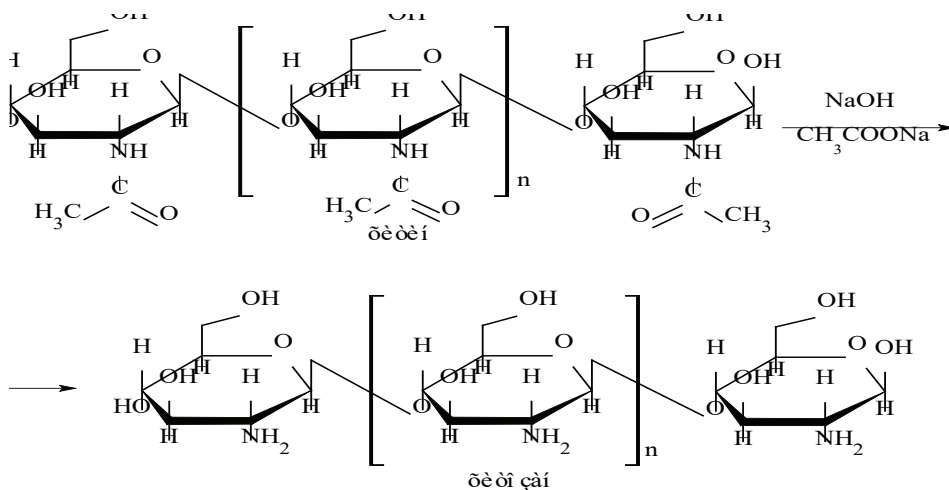
Самый распространенный природный биополимер – целлюлоза, на втором месте - хитин. Он является основным компонентом панцирей ракообразных, кутикул насекомых и пауков, клеточных стенок грибов [1, 5]. Хитозан оказался уникальным соединением, т.к. наличие электродонорных аминогрупп дает широкие возможности. Введения различных ионогенных групп кислотного и основного характера для получения производных хитозана перспективно для создания лекарственных препаратов антикоагулянтного действия [6]. N- и O- сульфатированные производные хитозана не только препятствуют свертыванию крови (благодаря селективной адсорбции антитромбина), но и резко снижают интенсивность деления раковых клеток [3]. Особый интерес хитозан приобретает в медицине при лечении гнойных и ожоговых ран [2, 3].

Полимерные комплексообразователи (в том числе хитозан) и их производные (например, карбоксиметилловые эфиры) могут рассматриваться как реальная альтернатива традиционным средствам очистки сточных вод промышленных предприятий благодаря металлосвязывающим свойствам. Хитозан недавно стал применяться для изготовления пищевых пленок [7]. Биоразлагаемые пленки из хитозана используются для защиты пищевых продуктов от бактерий, тем самым увеличивая срок годности скоропортящихся продуктов. В одном из научных исследований было доказано, что при покрытии свежей клубники хитозановой пленкой срок хранения ягод увеличился с одного до пяти и более дней [4, 8].

Впервые хитозан, который по составу отличается от целлюлозы и хитина наличием аминогрупп, был получен сплавлением хитина из кутикул майского жука с гидроксидом калия при температуре 180°C [8]. Именно благодаря аминогруппам, он является более реакционноспособным, чем хитин и целлюлоза [1].

Широкое использование хитозана из хитина насекомых сдерживается трудностью выделения хитина из кутикул, т.к. в отличие от хитина морских животных, который имеет более рыхлую структуру из-за внедренных минералов, хитин насекомых более плотный и менее поддающийся физическому и химическому воздействию. Но есть огромное преимущество хитозана из кутикул насекомых – гораздо более высокая чистота. Хитин насекомых почти не содержит минералов (всего около 4%) [9].

Нами предлагается способ получения хитозана из кутикул сверчков. Для полноты и упрощения извлечения хитина мы подвергаем хитиновый покров сверчков кавитации в дистиллированной воде. Полученная дисперсия далее обрабатывалась 50 % раствором гидроксида натрия при температуре 110°C в течение 3 часов



После дезацетилирования сверчкового хитина полученный хитозан обрабатывался смесью 3 % раствора перекиси водорода и этанола до полного обесцвечивания. После фильтрации смеси осадок сушился при комнатной температуре. В результате получали смесь хитин+хитозан. Далее хитозан растворялся в разбавленной уксусной кислоте. После выпаривания воды и распада уксусной кислоты получался чистый хитозан.

Литературный список

1. Варламов В.П. Хитин/Хитозан и его производные: фундаментальные и прикладные аспекты / В.П. Варламов, А.В. Ильина, Б.Ц. Шагдарова, А.П. Луньков, И.С. Мысякина // Успехи биологической химии. – 2020. Т. 60. – С. 317-368.
2. Иванушко Л.А. Антибактериальные и антитоксические свойства хитозана и его производных / Л.А. Иванушко, Т.Ф. Соловьева, Т.С. Запорожец, Л.М. Сомова, В.И. Горбач // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2009. – № 3. – С. 82-85.
3. Иванушко Л.А. Сравнительное изучение иммуномодулирующих свойств хитозана и его производных / Л.А. Иванушко, Т.Ф. Соловьева, Т.С. Запорожец, П.А. Лукьянова, В.И. Горбач, Н.Н. Беседнова // Медицинская иммунология. – 2007. Т. 9. – № 4-5. – С. 397-404.
4. Карабут Т. Протеин XXI века: сверчки, тараканы и личинки мух. [Рынок съедобных насекомых достиг \$400 млн и будет развиваться рекордными темпами] / Карабут Т. // Агроинвестр. – 2019. – № 6. – С. 45-52.
5. Наумов В.С. Растворение и диффузия хитозана в водной среде и его координация с инсулином. Молекулярно-динамическое исследование: дис. ... канд. хим. наук / В.С. Наумов. – Нижний Новгород, 2019. 127 с.
6. Khadiga Ahmed Ismail, Ahmad El Askary, M. O. Farea, Nasser S. Awwad, Hala A. Ibrahim. Perspectives on composite films of chitosan-based natural products (Ginger, Curcumin, and Cinnamon) as biomaterials for wound dressing (англ.) // Arabian Journal of Chemistry. — 2022-04-01. — Vol. 15, iss. 4. — P. 103716. — ISSN 1878-5352. — doi:10.1016/j.arabjc.2022.103716.
7. <https://m.facebook.com/.528406830518766/photos/>.
8. <https://hij.ru/read/26648/>.
9. file:///C:/Users/User/Desktop/MP%20ХИТОЗАН/ПОТЕНТ-%20получение%20ХИТОЗАНА.pdf

УДК 543: 546.

*Сырымбекова Эркингуль Ибраевна,
д.х.н., профессор*

*Syrymbekova Erkingul Ibraevna,
doctor of chemistry, professor*

*Сулайманкулова Саадат Касымбаевна,
доцент КГТУ
Sulaimankulova Saadat Kasymbaevna,
доцент КГТУ*

*Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер Академиясы,
химия жана фитотехнология институту
Национальная Академия наук Кыргызской Республики
Институт химии и фитотехнологий*

*И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети
Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова*

**ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ВИСМУТА В СЕРОУГЛЕРОДЕ CS_2
 CS_2 КҮКҮРТТҮҮ КӨМҮРТЕКТЕ ВИСМУТТУН ТАРАЛЫШЫ
DISPERSION OF BISMUTH IN CARBON DISULFIDE CS_2**

Сульфид висмута (Bi_2S_3) - полупроводниковый материал. Он имеет слоистую структуру с шириной запрещенной зоны E_g , равной 1,3эВ и может быть использован в качестве матриц фотодиодов или фотоэлектрических элементов [1].

Bi_2S_3 также находит применение в технологиях охлаждения на основе эффекта Пельтье. В природе сульфид висмута (III) находится в виде минерала висмутина.

Нетоксичные наночастицы сульфида висмута (Bi_2S_3) перспективны для применения в биоимиджинге. Наночастицы сульфида висмута могут, например, использоваться в качестве контрастных веществ при компьютерной томографии (КТ). Однако их трудно синтезировать, т.к. они чувствительны к воздуху [2].

Вероятно, получение сульфида сурьмы в наносостоянии с новыми улучшенными свойствами позволит создавать новые наноматериалы с уникальными свойствами, характерными только для наноструктур благодаря размерному эффекту (созданию огромных поверхностей, которые являются

причиной высокой биологической, физической и химической активности наноструктур).

Нами предлагается метод получения наноструктуры полупроводящего сульфида висмута в ИПЖ (импульсной плазме в жидкости), создаваемой в бескислородной среде - сероуглероде. В отличие от ампульного синтеза нет необходимости в инертной атмосфере, холодильниках. Образование Bi_2S_3 протекает по следующей химической реакции: $2Bi + 3CS_2 \rightarrow 2Bi_2S_3 + 3C$.

На РФА снимке (рисунке 1а) продукта диспергирования висмута в сероуглероде все дифракционные пики относятся к орторомбическому Bi_2S_3 , $a = 1,113$ нм, $b = 1,125$ нм, $c = 0,396$ нм. Интенсивности пиков 130, 310 и 230, 211 меньше литературных данных [3], вид дифрактограммы наших нанопроволочек характерный для аморфизированных фаз. По результатам ПЭМ анализа (см. рисунок 1б) в сероуглероде формируются нанопроволочки Bi_2S_3 ($s = 10-25$ нм, $l = 150-300$ нм). Полученные нами нанопроволочки мельче наностержней, полученных

авторами [3]. Диаметр наностержней, синтезированных упомянутыми исследователями 10-75 нм, длина 75-600 нм. Авторами $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, ТЭА и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ были введены в дистиллированную воду для получения конечных концентраций 25 мМ $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, 50

мМ ТЭА и 100 мМ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, общий объем раствора - 100 мл. Затем раствор смеси подвергали высокоинтенсивному облучению УЗ на воздухе в течение 120 мин. Данных об энергии УЗИ в статье нет, но очевидно, что энергия воздействия ИПЖ гораздо выше, благодаря чему у нас формируются более мелкие нанопроволоки.

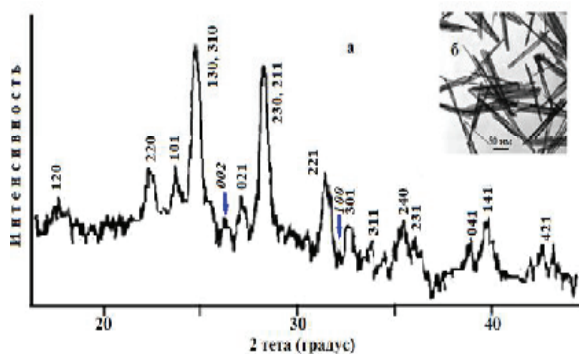


Рис.1. - Дифрактограмма продукта диспергирования висмута в сероуглероде

Рентгенофазовый анализ показал, что образец наноструктурирования висмута в сероуглероде содержит рефлексы ультрадисперсного графита (показаны на дифрактограмме стрелками на рисунке 1, рефлексы 002, 100), образующегося при разложении CS_2 в импульсной плазме.

Таким образом, при диспергировании висмута в ИПЖ в среде сероуглерода формируется композит: НЧ Bi_2S_3 + УД графит.

Кроме протекторной пленки в виде УД графита, наночастицы сульфида висмута сохраняются благодаря высокоскоростной высокотемпературной закалке (температурный градиент ИПЖ $2,5 \cdot 10^6$ °C/сек).

Сульфид висмута (III) используется как фотокатализатор, в датчиках визуализации, в оптоэлектронных, термоэлектрических устройствах, химиотерапии, электрохимических накопителях водорода, рентгеновской компьютерной томографии, в качестве термоэлектрического материала, фотовольтаике и т. д. [4-5].

Наночастицы сульфида висмута используются в различных медицинских областях из-за их экономической эффективности, способности функционировать, не оставляя какие-либо следы в организме, низкой стоимости и высокого коэффициента ослабления рентгеновских лучей [6-7]. Кроме того, они удобны для использования в ме-

дицине и обычно требуются в более низких дозах, чем массивные препараты. Liu et al. [8] использовали наностержни сульфида висмута для одновременного мониторинга опухолевых клеток с помощью визуализации, а затем уничтожения опухолевых клеток с использованием фототермических и томографических методов [9]. Наночастицы сульфида висмута, конъюгированные с иммуноактивным полимером, были использованы для лечения опухолевых клеток. Хотя наночастицы сульфида висмута могли инициировать разрушение опухоли, но включение иммуноактивного полимера увеличивало его накопление в раковых клетках, что приводило к более быстрому разрушению клеток [9].

Определенный интерес вызывает то, что получены наночастицы Bi_2S_3 с содержанием УД графита. Такие наночастицы получены нами впервые. Мы предполагаем, что УД графит может представлять собой фрагменты графена, т.е. симбиоз наночастиц полупроводящего сульфида висмута и графена может проявить новые, неизвестные до сих пор свойства, которые позволят использование такой наноструктуры в качестве нового исходного материала для получения новых медицинских препаратов, полупроводников для солнечных элементов, электрических батарей.

Литература

1. Сатиев, М. Диспергирование сплавов $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ в импульсной плазме в жидкости с целью получения термоэлектрических материалов [Текст] / М. Сатиев, Э. Сырымбекова // Научные исследования в Кырг. респ. – 2020. – Ч.2, № 2. – С. 60-65.
2. Рипан, Р. Неорганическая химия. Химия металлов [Текст] / Р. Рипан, И. Четяну. – М.: Мир, 1971. – Т. 1. – 561 с.
3. *Simple Synthesis of Bismuth Sulfide Nanoparticles* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.chemistryviews.org/details/news/10634481/Simple_Synthesis_of_Bismuth_Sulfide_Nanoparticles.html. – Загл. с экрана.
4. Sonochemical Method for the Preparation of Bismuth Sulfide Nanorods [Text] / [Hui Wang, Jun-Jie Zhu, Jian-Min Zhu, Hong-Yuan Chen] // *J. Phys. Chem.* – 2002. – Vol. 106. – P. 3848-3854.
5. R. He, R. Zhu Preparation of Bi_2S_3 nanowhiskers and their morphologies [Text] / R. He, X. Qian, J. Yin, Z. // *J. Cryst. Growth.* – 2003. – Vol. 252. – P. 505-510.
6. Bismuth sulphide/reduced graphene oxide nanocomposites as an electrochemical sensing platform for hexanitrodiphenylamine [Text] / K. SanjeevKumar, K. Giribabu, R. Suresh [et al.] // *Mater. Lett.* – 2021. – Vol. 283. – Article 128804.
7. Salavati-Niasari, M. D. Ghanbari, F. Davar. Synthesis of different morphologies of bismuth sulfide nanostructures via hydrothermal process in the presence of thioglycolic acid [Text] / M. Salavati-Niasari, M. D. Ghanbari, F. Davar // *J. Alloy. Compd.* – 2009. – Vol. 488. – P. 442-447.
8. Bismuth Sulfide Nanorods as a Precision Nanomedicine for in Vivo Multimodal Imaging-Guided Photothermal Therapy of Tumor [Text] / J. X. Liu, L. Zheng, L. Yan [et al.] // *ACS Nano.* – 2015. – Vol. 9. – P. 696-707.
9. Large-Scale Synthesis of Bi_2S_3 Nanodots as a Contrast Agent for In Vivo [Text] / K. Ai, Y. Liu, J. Liu [et al.] // *X-ray Computed Tomography, Imaging.* – 2011. – N 23. – P. 4886-4891.
10. Bismuth Sulfide Nanorods as a Precision Nanomedicine for in Vivo Multimodal Imaging-Guided Photothermal Therapy of Tumor [Text] / J. Liu, X. Zheng, L. Yan [et al.] // *ACS Nano.* – 2015. – Vol. 9. – P. 696-707.
11. Large-Scale Synthesis of Bi_2S_3 Nanodots as a Contrast Agent for In Vivo [Text] / K. Ai, Y. Liu, J. Liu [et al.] // *X-ray Computed Tomography, Imaging.* – 2011. – Vol. 23. – P. 4886-4891.
12. $\text{BiVO}_4@ \text{Bi}_2\text{S}_3$ Heterojunction Nanorods with Enhanced Charge Separation Efficiency for Multimodal Imaging and Synergy Therapy of Tumor [Text] / Z. Wang, S. Liu, L. Wang [et al.] // *ACS Applied Bio Materials.* – 2020. – Vol. 3. – P. 5080-5092.

НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ

Петржик М. И.

*Университет науки и технологий МИСИС
119049, Москва, Ленинский пр-кт, д. 4, стр. 1.
petrzhik.mi@misis.ru*

Электроискровая обработка (ЭИО) или электроискровое легирование (ЭИЛ) широко применяется для упрочнения поверхности, а также ремонта и восстановления дорогостоящих металлических деталей. К преимуществам метода можно отнести высокую энергоэффективность, быстрый локальный нагрев и быстрое охлаждение, что уменьшает зону термического влияния и приводит к получению закаленных поверхностных слоев с мелкозернистой, нанокристаллической и даже аморфной структурой. В технологии ЭИО известны два подхода к выбору электродов. Традиционно увеличение износостойкости поверхностных слоев при ЭИО достигается при переносе на обрабатываемую деталь упрочняющих фаз, содержащихся в электроде. Альтернативным методом является формирование упрочняющих фаз, которых нет ни в электроде, ни в подложке, в результате *in-situ* реакционного фазообразования в поверхностном слое в ходе ЭИО. Реакционное фазообразование, при котором массоперенос проходит через химически активный капельный расплав, позволяет обеспечить высокий уровень функциональных свойств деталей, в том числе полученных аддитивными технологиями.

Образование упрочняющих интерметаллидных фаз возможно при использовании низкоэнергетических режимов ЭИО и легкоплавких электродов на основе эвтектик (например, Al-Si-Me). Условием протекания этого процесса является быстрое плавление электрода в узком температурном интервале, что типично для околоэвтектических составов, обладающих высокой жидкотекучестью и стеклообразующей способностью.

В докладе рассмотрены условия создания на металлических деталях, в том числе полученных аддитивными технологиями, расплава, который растекается по поверхности, заполняет поверхностные поры и, прореагировав с элементами подложки, при затвердевании образует упрочняющие наноразмерные фазы и уменьшает шероховатость поверхности.

Исследования проведены при поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания (проект № 0718-2020-0034).

УТВЕРЖДЕНО
Постановлением Президиума НАН КР
от 25 мая 2016 года № 25
(В редакции постановлений от 28 октября 2020 года № 43)

ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ

Редакция журнала «Известия НАН КР» убедительно просит авторов руководствоваться приводимыми ниже правилами и ознакомить с ними, прежде чем предоставят статьи в редакцию. Работы, оформленные без соблюдения этих правил, возвращаются без рассмотрения.

1. Журнал публикует сообщения об исследованиях в области технических, естественных и общественных наук, авторами которых являются академики, члены-корреспонденты, научные сотрудники, иностранные члены НАН КР и другие.

Статьи публикуются в электронных и бумажных вариантах. Электронная версия журнала будет размещаться на сайте www.iling.naskr.kg.

2. Для опубликования статьи в журнале необходима рецензия, представленная док-тором наук по соответствующей специальности в печатном и электронном варианте.

3. Письмо в произвольной форме на имя главного редактора журнала «Известия НАН КР», Президента НАН КР Абдрахматова К.Е.

4. Авторы должны предоставить индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК). К статье прилагаются фамилии авторов на трех языках (**русском, кыргызском, английском**), а также электронные версии текста статей и рисунков.

5. В начале статьи нужно указать полное название учреждения, в котором выполнено исследование, фамилии, имена, отчества, научные звания и регалии всех авторов. В конце статьи продублировать указанные данные, добавив почтовый индекс, **номера телефонов (служебный, домашний, мобильный), факс и электронную почту, место работы, адрес (страна, город), каждого автора на трех языках (кыргызский, русский и английский)**. Необходимо также указать лицо, с которым редакция будет вести переговоры и переписку.

6. Авторы в обязательном порядке прописывают названия темы статей, аннотации и ключевые слова на русском, кыргызском и английском языках. Носитель – Диск или флеш-карта.

7. Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что она принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст автор должен вернуть вместе с исходным экземпляром, а также с ответом на все замечания. Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта.

8. Редакция журнала «Известия НАН КР» принимает сообщения объемом до **15 печатных листов, размер шрифта – 14-й через 2 интервала**. Рисунки должны быть выполнены четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей. Каждый рисунок должен сопровождаться подписью независимо от того, имеется ли в тексте его описание. Страницы должны быть пронумерованы. В тексте нельзя делать рукописные вставки и вклейки. Математические и химические формулы и символы в тексте должны быть набраны и вписаны крупно и четко. Следует избегать громоздких обозначений. Занумерованные формулы обязательно включаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

9. Ссылки в тексте на цитированную литературу даются в квадратных скобках, например [1]. Список литературы приводится в конце статьи. **Для книг:** фамилия и инициалы автора, полное название книги, место издания, издательство, год издания, том или выпуск и общее количество страниц. **Для периодических изданий:** фамилия и инициалы автора, название журнала, год издания, том, номер, первая и последняя страницы статьи. Ссылки на книги, переведенные на русский язык, должны сопровождаться ссылками на оригинальные издания с указанием выходных данных.

10. Электронный вариант статей и предоставленных рецензий высылаются авторами на почту ilingbasma@mail.ru.

11. Не принятые к публикации работы авторам не высылаются.

12. Статьи и материалы, отклоненные редколлегией, повторно не рассматриваются.

13. Для покрытия расходов на публикацию материалов сумма оплаты за публикацию статьи составляет для авторов, не являющихся членами НАН КР – 1000 сомов; для авторов из стран СНГ – 50 долларов США; для авторов из стран дальнего зарубежья – 60 долларов США.

Издательская группа:
директор Байбосунов К. С.
Кочкорбаева Ж.И., Абдыкалыкова А.Ж., Табылды кызы Н.
отв. за выпуск Кыдырмаева Н.Ш.

Подписано в печать 26.02.2023 г. Формат 60×84 ¹/₈.

Печать офсетная.

Тираж 30 экз.



Издательский центр «Илим» НАН КР
720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265а