

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В. Сокольский атындағы
«Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «Институт топлива, катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel,
catalysis and electrochemistry»

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
2 (455)

APRIL – JUNE 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың бірінші проректоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, PhD докторы, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.) Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arithv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

АГАБЕКОВ В ладимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛЬГАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arithiv>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of NAS RK, general director of JSC "Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky (Almaty, Kazakhstan) H = 4

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the international Scientific and production holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

AGABEKOV Vladimir Enokovich (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) H = 13

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the institute of Experimental Botany of the Czech academy of sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) H = 66

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, first vice-rector of al-Farabi KazNU (Almaty, Kazakhstan) H = 11

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, university of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) H = 38

ROSS Samir, Ph.D., professor, school of Pharmacy, national center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 35

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D., pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) H = 40

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 13

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine. faculty of Oriental medicine, Hamdard university (Karachi, Pakistan) H = 21

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director for institute of Organic synthesis and coal chemistry (Karaganda, Kazakhstan) H = 6

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) H = 4

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the academy of sciences of Tajikistan, institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS RT (Tajikistan) H = 6

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) H = 13

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) H = 15

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2, Number 455 (2023), 5–14

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.158>

UDC 661.717.3

© I. Akmalova*, V. Merkulov, 2023

"Karaganda Industrial University", Temirtau, Kazakhstan.

E-mail: ilyanaaa2000@gmail.com

METHOD OF OBTAINING SURFACTANTS BASED ON VARIOUS FATTY RAW MATERIALS

Akmalova Ilyana — 3rd year student, specialty «Chemical technology of organic substances», Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

E-mail: ilyanaaa2000@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6634-5720>;

Merkulov Vladimir — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemical Technology and Ecology, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

E-mail: smart-61@mail.ru. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8959-114X>.

Abstract. In recent years, there has been an increased interest in obtaining and researching surfactants synthesized on the basis of natural raw materials. Such surfactants are interesting because they are, as a rule, biodegradable. They are synthesized from natural raw materials: corn, coconut, palm and other oils. As an alternative to replacing vegetable raw materials in this scientific work, it was proposed to use raw materials of animal origin. In the Republic of Kazakhstan there is a problem with fat waste from meat processing enterprises. In this work, the possibility of amidation of fatty acids that are part of fat in order to obtain cationic surfactants was discovered, that is, the results of this study can serve as a solution to the problem with fat waste. The production of surfactants using fatty raw materials does not always ensure the production of less toxic and less environmentally harmful surfactants than petrochemical production. However, taking into account the carbon dioxide cycle, chemical production based on renewable raw materials is always more preferable. That is why the work will be devoted to the study of the method of obtaining fatty acid ethanolamides based on animal raw materials. These compounds belong to a well-known class of cationic bactericides with a wide spectrum of antimicrobial activity. They are used as the main components of surfactants, personal hygiene products, cosmetics, softeners, dyes, biological dyes, antiseptics and disinfectants. That is, the relevance of the study lies in the fact that in the post-pandemic period there is a great need for bactericidal agents, which are synthesized surfactants. The synthesis was carried out by reacting diethanolamine with carboxylic acid at a temperature of 150°C, caustic potassium was used as a catalyst. The resulting

compounds have bactericidal properties and are used to eliminate many different types of household microorganisms.

Keywords: ethanalamides, cationic surfactants, bactericides, higher fatty carboxylic acids, diethanolamine, caustic potassium

© И. Акмалова*, В. Меркулов, 2023

"Қарағанды индустриалық университеті", Теміртау, Қазақстан.

E-mail: ilyanaaa2000@gmail.com

ТҮРЛІ МАЙ ШИКІЗАТТАРЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕГІ БЕТТІК-АКТИВДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ ӘДІСІ

Аннотация. Соңғы жылдары табиғи шикізат негізінде синтезделген беттік белсенді заттарды алуға және зерттеуге қызығушылық артты. Мұндай беттік белсенді заттар қызықты, өйткені олар әдетте биологиялық ыдырайды. Олар табиғи шикізаттан синтезделеді: жүгері, кокос, пальма және басқа майлар. Өсімдік шикізатын алмастыруға балама ретінде осы ғылыми жұмыста жануарлардан алынатын шикізатты пайдалану ұсынылды. Қазақстан Республикасында ет өңдеу кәсіпорындарының май қалдықтарымен мәселе бар. Бұл жұмыста катионды беттік белсенді заттарды алу үшін майдың құрамына кіретін май қышқылдарын амидтеу мүмкіндігі анықталды, яғни бұл зерттеудің нәтижелері май қалдықтарымен мәселені шешуге қызмет етуі мүмкін. Мұнай шикізатын пайдалана отырып, беттік-белсенді заттарды өндіру әрқашан мұнай-химия өндірісіне қарағанда аз уытты және экологиялық зиянды беттік-белсенді заттарды өндіруді қамтамасыз ете бермейді. Дегенмен, көмірқышқыл газының айналымын ескере отырып, жаңартылатын шикізатқа негізделген химиялық өндіріс әрқашан жақсырақ. Сондықтан жұмыс Жануарлар шикізатына негізделген май қышқылдарының этаноламидтерін алу әдісін зерттеуге арналады. Бұл қосылыстар микробқа қарсы белсенділігі кең катионды бактерицидтердің белгілі класына жатады. Олар беттік белсенді заттардың, жеке күтім құралдарының, косметиканың, жұмсартқыштардың, бояғыштардың, биологиялық бояғыштардың, антисептиктердің және дезинфекциялау құралдарының негізгі компоненттері ретінде қолданылады. Яғни, зерттеудің өзектілігі пандемиядан кейінгі кезеңде синтезделген беттік белсенді заттар болып табылатын бактерицидтік агенттерге үлкен қажеттілік бар. Синтез 150°C температурада диэтаноламиннің карбон қышқылымен әрекеттесуі арқылы жүзеге асырылды, катализатор ретінде каустикалық калий қолданылды. Алынған қосылыстар бактерицидтік қасиетке ие және тұрмыстық микроорганизмдердің көптеген түрлерін жою үшін қолданылады.

Түйін сөздер: этаноламидтер, катионды беттік белсенді заттар, бактерицидтер, жоғары майлы карбон қышқылдары, диэтаноламин, каустикалық калий

© И. Акмалова*, В. Меркулов, 2023

«Карагандинский Индустриальный университет», Темиртау, Казахстан.

E-mail: ilyanaaa2000@gmail.com

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНОГО ЖИРОВОГО СЫРЬЯ

Аннотация. В последние годы наблюдается повышенный интерес к получению и исследованию поверхностно-активных веществ, синтезированных на основе натурального сырья. Такие поверхностно-активные вещества интересны тем, что они, как правило, биоразлагаемы. Их синтезируют из натурального сырья: кукурузного, кокосового, пальмового и других масел. В качестве альтернативы на смену растительному сырью в данной научной работе было предложено использовать сырье животного происхождения. В Республике Казахстан имеется проблема с жировыми отходами мясоперерабатывающих предприятий. В данной работе было обнаружена возможность амидирования жирных кислот, входящих в состав животного жира с целью получения катионных поверхностно активных веществ, то есть результаты данного исследования могут послужить решением проблемы с жировыми отходами. Производство ПАВ с использованием жирового сырья не всегда обеспечивает получение менее токсичных и менее экологически вредных ПАВ, чем нефтехимические производства. Однако с учетом круговорота углекислого газа химическое производство, основанное на возобновляемом сырье, всегда более предпочтительно. Именно поэтому работа будет посвящена исследованию метода получения этаноламидов жирных кислот на основе животного сырья. Эти соединения относятся к хорошо известному классу катионных бактерицидов с широким спектром антимикробной активности. Они используются в качестве основных компонентов поверхностно-активных веществ, средств личной гигиены, косметики, смягчителей, красителей, биологических красителей, антисептиков и дезинфицирующих средств. То есть актуальность исследования заключается в том, что в постпандемический период существует большая потребность в бактерицидных средствах, которыми и являются синтезированные поверхностно-активные вещества. Синтез осуществляли путем взаимодействия диэтаноламина с карбоновой кислотой при температуре 150°C, в качестве катализатора использовался едкий калий. Полученные соединения обладают бактерицидными свойствами и применяется для ликвидации множества различных видов бытовых микроорганизмов.

Ключевые слова: этаноламиды, катионные поверхностно-активные вещества, бактерициды, высшие жирные карбоновые кислоты, диэтаноламин, едкий калий

Introduction

To date, the synthesis of cationic surfactants is of interest to many researchers around the world. Ethanolamides of fatty carboxylic acids are cationic surfactants that combine disinfecting, wetting, foaming, anticorrosive and hydrophobic properties. Although

other types of surfactants such as anionic, nonionic and amphoteric surfactants have some antimicrobial activity depending on the specific biocide, cationic surfactants have the greatest antimicrobial activity. Unlike more common disinfectants (chlorine, phenol, sodium hypochlorite), they have the same useful properties as good solubility in water, the absence of unpleasant and pungent odor, the ability to exhibit their bactericidal properties even in large dilutions, while they are harmless to the human body.

The main part. Surfactants are one of the most typical chemical products that are consumed in large quantities every day all over the world. The word surfactant comes from the abbreviation of the terms "surfactant" and covers a group of molecules that are capable of changing the interfacial properties of liquids (aqueous or non-aqueous) in which they are present. The special properties of these molecules are their amphiphilic nature, which is due to the fact that each molecule of the surfactant has both a hydrophilic part and a hydrophobic (or lipophilic) part. As a result, they concentrate at the interface of immiscible phases, reducing the interfacial tension.

Depending on the nature of the hydrophilic fragment providing the affinity of the molecule to water, the main surfactants can be divided into anionic, cationic, amphoteric and nonionic classes. As for the hydrophobic part of the molecule, in most cases it is a hydrocarbon chain, but in some surfactants this hydrophobic part may be a non-hydrocarbon chain, such as polydimethylsiloxane or perfluorocarbon.

Although all individual surfactants have their own properties, some general characteristics can be attributed to each specific class. In the most general terms, the following can be said: the main points can be proposed regarding the practical advantages associated with different classes.

Anionic surfactants are historically the earliest and most common surfactants. They are usually considered the "workhorse" in the detergent world. Accordingly, they are produced in the largest volumes and for the most part are inexpensive. They are especially useful because of their excellent washing action and the efficiency of removing solid soil particles. This advantage is due to the fact that many substrates are negatively charged; anionites and derived molecular aggregates are not inclined to be firmly adsorbed on such substrates, thereby preventing the re-deposition of undesirable contaminants.

Depending on the nature of the negatively charged head group, they exhibit different resistance to hydrolysis; sulfates are most prone to hydrolytic decomposition; at the same time, sulfonals are very stable.

Anionic surfactants are also sensitive to water hardness ions to varying degrees; this fact may limit their use in hard water. The lower solubility in water and the specific interfacial properties of Mg salt sulfonates are sometimes positively used to optimize the detergent properties. Ethoxysulfates of alcohols are much less sensitive to alkaline earth metal ions than homologues of alcohol sulfates.

Amphoteric surfactants are usually used in combination with other surfactants (anionic or nonionic) to enhance desired properties, such as foaming or washing properties. Since the optimal activity of amphoteric agents is manifested at a neutral pH, they are especially valued as personal hygiene products (shower gels, bath foams, shampoos, etc.) for their softness and compatibility with the skin.

Nonionic surfactants are particularly useful because of their low sensitivity to water hardness and pH. Since they are compatible with charged molecules, they are easy to use in mixtures with other ionic surfactants, which often leads to useful associations. For example, non-ionic substances can contribute to the dissolution of calcium or magnesium salts of anion-active substances. The hydrophilic-lipophilic balance (GLB) of nonionic compounds can be regulated by properly balancing the number and nature of the polar links (ethylene oxide, propylene oxide, which form the hydrophilic part of the molecule with respect to the carbon chain).

Ethoxylated nonionic surfactants exhibit a specific behavior with respect to temperature; in a given temperature range, their solubility decreases with increasing temperature, which leads to the deposition of surfactants at the "turbidity point".

One of the most promising classes of surfactants is cationic surfactants, which include a number of synthesized fatty acid ethanolamides.

Cationic surfactants are characterized by very high substantiability on various substrates, especially on negatively charged ones, and subsequent surface modifications. Therefore, they are widely used as conditioning agents in the care of fabrics and hair care products. Some cationic compounds, such as dodecyldimethylbenzylammonium chloride or cetyltrimethylammonium chloride, are also used as bactericidal agents (bactericides and fungicides). Ethanolamides of higher carboxylic acids as surface-active substances combine properties such as bactericidal ability, foaming ability. They are emulsifiers and stabilizers of emulsions, are widely used as flotation reagents in the enrichment of fossil raw materials. Ethanolamides are liquid viscous substances of an oily brown color, have a pleasant smell, and also have a moderately wide spectrum of antimicrobial activity, a residual bacteriostatic effect on treated surfaces, do not cause corrosion and are effective in a wide pH range.

Due to their chemical and physico-chemical properties, these substances are widely used in various industries. But these substances are of greater interest due to their bactericidal properties. In conditions of continuing risks of the spread of coronavirus infection, the need for the synthesis of these compounds with bactericidal properties is especially great. Since these fatty acid ethanolamides can become a key ingredient in many cleaning and disinfectants, including dishwashing liquids, hand soap, air fresheners and disinfectant sprays used in medical institutions, hospitals, schools, offices and homes.

Methodology of the analysis

Animal fat was used as a raw material for the synthesis of new compounds. The higher carboxylic acids included in the fat react with diethanolamine. The qualitative and quantitative composition of carboxylic acids in fat is shown in Table 1. Caustic potassium was used as a catalyst. Amines were responsible for the hydrophilic part of future surfactants.

Table 1 – Quantitative composition of carboxylic acids in fat

Raw material	Acids that are part of fat, their quantitative content in fat(%)						
	Stearic	Palmitic	Myristic	Oleic	Linoleic	Arachidonic	Other acids
Pork fat	17,9	30,4	1,1	41,2	5,7	2	1,7

Goose fat	15	31,2	3	30	19,3	-	1,5
Chicken fat	10	28,6	2,1	39,8	18	1	0,5

The process of chemical interaction between amine and carboxylic acid:



100 g (0.06 mol) of animal raw materials and 36 ml (0.18 mol) of diethanolamine were loaded into a beaker and heated to 100°C, a catalyst was added – 0.2 g KOH. The reaction mixture was slowly heated to 150°C and kept at this temperature for 3 hours. Synthesis based on raw materials is shown in Figure 1.



Fig. 1 - Synthesis based on raw materials

After 1 hour, changes begin to occur in the beaker, namely, diffusion occurs in the section of the boundary of the two phases, that is, chemical interaction between the amine and the acid. After 2 hours, the reaction mixture acquires a homogeneous medium, and the surfactant acquires a pronounced yellow-brown color. At the end of the synthesis of surfactants, studies of the physico-chemical parameters of the samples were carried out: their foaming ability, hydrogen index, color, smell, etc. Samples of synthesized surfactants are shown in Figure 2.



Fig. 2 - Samples of synthesized surfactants

The physico-chemical parameters of the obtained surfactants of fatty acids of animal fat are presented in Table 2.

Table 2- Physico-chemical parameters of surfactants

Name of parameters	Surfactants, based on raw materials		
	Pork fat	Chicken fat	Goose fat
Appearance and consistency	Oily viscous liquids		
Colour	Light yellow	Dark brown	Light brown
Mass fraction, %			
- free caustic alkali	0,18	0,15	0,1
- free carbon dioxide soda	0,7	0,6	1
- insoluble impurities	0,3	0,4	0,5

The main indicator of the action of surfactants is their foaming ability. Foaming capacity is the volume of foam formed under certain conditions (temperature, surfactant concentration, foaming method) from a certain volume of solution. A quantitative measure of this property can be the volume of the foam obtained and the time of its existence. The formation of a stable foam indicates a good quality of the surfactant, therefore, this property is also tested in the conditions of industrial synthesis of these compounds.

The foaming ability of the surfactant was determined according to GOST 22567.1–77 by measuring the height of the foam column obtained by shaking several drops of the studied surfactant and a certain volume of distilled water in a measuring cylinder. (Figure 3)



Fig.3 - Study of foaming capacity

The following sample 1 is pork fat fatty acid diethanolamide, foaming capacity – 25 mm;

The following sample is 2 – diethanolamide fatty acids of chicken fat, foaming capacity -20 mm;

The following sample is 3 – diethanolamide fatty acids of goose fat, foaming capacity – 20 mm;

The determination of the value of the hydrogen index was also carried out. Depending on the pH level, concentration and activity of active substances, detergents are conditionally divided into weak, medium and strong. Accordingly, each of these classes is designed to remove contaminants of varying severity. The results of the conducted studies are shown in Table 3.

Table 3 – Results of determination of surfactant indicators

Surfactants	pH	Foaming ability	Foam stability
Surfactant on pork fat	8	25 mm	Stable
Surfactant on chicken fat	7	20 mm	Stable
Surfactant on goose fat	8	20 mm	Stable

The bactericidal properties of the synthesized surfactants were also determined. Mold was previously grown in a thermostat at 37°C for 48 hours .

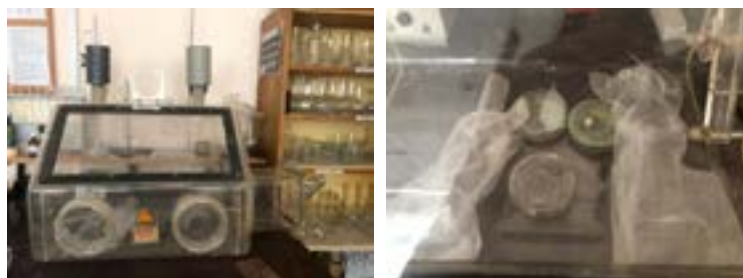


Fig. 4 - Biobox

Then sterile petri dishes were taken, 1 ml of a 1 % working disinfectant solution was poured, and mold was added using sterile tweezers and samples were left for 24 hours..

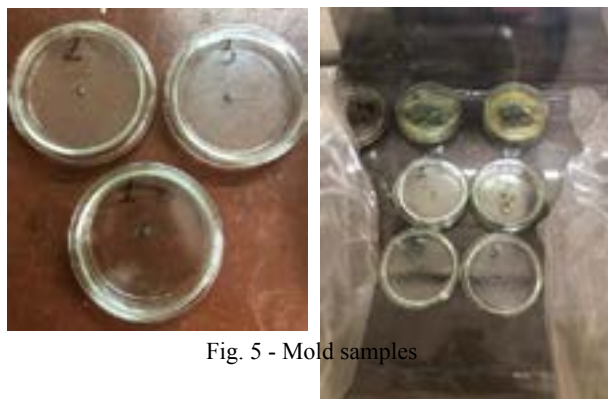


Fig. 5 - Mold samples

The next day, mold samples without bactericide and a mold sample with bactericide were studied on a microscope.



Figure 6 - Control sample



Figure 7- Mold samples after surfactant treatment

Conclusion

At the end of the analysis, ethanolamides and fatty acids were obtained, as evidenced by the changes in the glass, namely: after 1 hour of time, the two phases begin to mix, resulting in a reaction and the liquid in the glass becomes homogeneous; there is an external change in the color of the reagents in the glass.

It has been established that on the basis of animal raw materials containing fatty acids in their composition, it is possible to obtain products of amidation of these acids, that is, as an alternative to vegetable raw materials, it is possible to replace them with animal raw materials. The results of this study can serve as a solution to the problem of fat waste from meat processing plants.

The obtained results of the main quality indicators meet the requirements of the technical specifications of various manufacturers, which indicates the good quality of the products obtained, also of the 3 samples studied – pork fat fatty acid diethanolamide has a better foaming ability. Also, all surfactants showed the property of suppressing the biocenosis of fungal and mold bacteria. In conditions of the risk of the spread of coronavirus infections, the synthesis of substances with bactericidal properties is quite relev. At the end of the analysis, ethanolamides and fatty acids were obtained, as evidenced by the changes in the glass, namely: after 1 hour of time, the two phases begin to mix, resulting in a reaction and the liquid in the glass becomes homogeneous; there is an external change in the color of the reagents in the glass.

It has been established that on the basis of animal raw materials containing fatty acids in their composition, it is possible to obtain products of amidation of these acids, that is, as an alternative to vegetable raw materials, it is possible to replace them with

animal raw materials. The results of this study can serve as a solution to the problem of fat waste from meat processing plants.

The obtained results of the main quality indicators meet the requirements of the technical specifications of various manufacturers, which indicates the good quality of the products obtained, also of the 3 samples studied – pork fat fatty acid diethanolamide has a better foaming ability. Also, all surfactants showed the property of suppressing the biocenosis of fungal and mold bacteria. In conditions of the risk of the spread of coronavirus infections, the synthesis of substances with bactericidal properties is quite relevant.

REFERENCES

Lee C.J., 2007 — Am. Synthesis of palm oil-based diethanolamides Oil. Chem. Soc. (2007). DOI: 10.1007/s11746-007-1123-8 (in Eng.)

Gervajio Gregorio, 2005 — Fatty Acids and Derivatives from Coconut Oil. DOI: 10.1002/047167849X.bio039. (in Eng.)

Kolancılar Hakan, 2004 — Preparation of laurel oil alkanolamide from laurel oil. Journal of The American Oil Chemists Society - J AMER OIL CHEM SOC. 81. 597–598. 10.1007/s11746-006-0947-y. (in Eng.)

Bilyk Alexander & Bistline Raymond & Piazza George & Fearheller Stephen & Haas Michael, 1992 — A novel technique for the preparation of secondary fatty amides. Journal of Oil & Fat Industries. 10.1007/BF02540956. (in Eng.)

K.R. Lange; edited by L.P. Zaichenko, 2004 — Surfactants: synthesis, properties, analysis, application. ISBN 5-93913-068-2. <https://www.ng.kz/modules/news/article.php?storyid=45257>

Das Ch., Chakraborty T., Ghosh S., Das B., 2010 — Physicochemistry of mixed micellization binary and ternary mixtures of cationic surfactants in aqueous medium. Colloid Journal V. 72. № 6. (in Eng)

GOST 22567.1-77. Synthetic detergents. Method for determining the foaming capacity. - Introduction. 1978-07-01. - Moscow: Publishing House of Standards, 1977. - 4 p.

Pletnev M.Yu., 1990 — Cosmetic and hygienic detergents. ISBN 5-7245-0275-5

Bukhstab Z.I., 1988 — Technology of synthetic detergents. ISBN 5-7088-0365-7

Shirinov G.K., Ashurov Zh.M., Ibragimov B.T., 2020 — Amidation of stearic and palmitic acids isolated from cottonseed oil // Universum: chemistry and biology: electron. scientific. journal 2020. № 6 (72). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/9438> (accessed: 06.11.2022).

Method of obtaining amides of higher fatty acids: copyright certificate. SU 1081159 A, IPC From 07 To 127/22; From 07 To 102/04; From 07 To 103/127/ O.V. Ivanov, V.M. Dziomko, E.G. Vitalina, T.S. Kazakova, E.S. Zaitseva, A.G. Petukhov, N.G. Chernova; applicant "Kirishnefteorgsintez" – № 3475052/23-04; application. 28.07.1982; publ. 23.03.1984.

Kretov A.E., Moiseenko A.P., 1981 — Method of obtaining amides. Bulletin of Inventions. № 18, 1981.

Karpeeva I.E., Zorina A.V., Shikhaliev H.S., 2013 — Synthesis of fatty acid amides of sunflower oil // Bulletin of VSU, series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 2013, № 2. – From 39–41.

Volkov V.A., 2015 — Colloidal chemistry. Surface phenomena and dispersed systems. ISBN 978-5-8114-1819-0

Proceedings, 1978 — World Conference on Soaps and Detergents, Journal of the American Oil Chemists Society, volume 55, N°1 ISBN: 1558-9331

N.A. Kadirov, M.A. Eshmukhamedov, M.S. Mirzarakhimov, O.A. Sheralieva, Artikova J.K., 2019 — Preparation and application of surfactant based on cottonseed oil processing products DOI: 10.18502/kl.v4i14.5692

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2, Number 455 (2023), 15–23

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.159>

UDC 615.322

© M.B. Akhtayeva^{1*}, G.E. Azimbayeva¹, J.S. Mukataeva², 2023

¹Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan;

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: marzhanaktaeva90@gmail.com

STUDY OF CARATINOID, FLAVONOID, POLYPHENOL COMPOUNDS OF DICOTYLEDONOUS NETTLE (*URTICA DIOCA L.*)

Abstract. The article is dedicated to the study of chemical composition of dicotyledonous nettle (*Urtica dioica L.*), which belongs to genus *Asteraceae*, grows in the Medeu mountainous region of Kazakhstan and to optimize the efficient isolation of biologically active compounds and to analyze them. In addition, the qualitative composition and quantitative content of dicotyledonous nettle's (*Urtica dioica L.*) bioactive compounds (BAC) is shown. In particular, pectin, phenolic acids, tannins, anthocyanins, flavonoids and polyphenols are found and quantified in the composition of domestic medicinal raw nettles. In general, a simple physicochemical method for the separation of flavonoids and carotenoids belonging to the group BAC is proposed. As a result of the study, from the leaves and stems of the nettle a compound belonging to the P-vitamin group $C_{15}H_{10}O_7$ and from the leaves a compound belonging to the carotenoid group $C_{15}H_{10}O_2$ were isolated.

Keywords: *Urtica dioica L.*, dicotyledonous nettle, flavonoids, carotenoids, tannins, phenolic acids, IR, BAC

© M.Б. Ахтаева^{1*}, Г.Е. Азимбаева¹, Ж.С. Мукатаева², 2023

¹Қазақский Ұлттық Қыздар Педагогикалық Университеті, Алматы, Қазақстан;

²Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: marzhanaktaeva90@gmail.com

ЕКІҮЙЛІ ҚАЛАҚАЙ (*URTICA DIOCA L.*) ҚҰРАМЫНДАҒЫ ПОЛИФЕНОЛДЫ ҚОСЫЛЫСТАРДЫ, ФЛАВОНОИДТАРДЫ, КАРОТИНОИДТАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Мақала жекелеген биологиялық белсенді заттардың тиімді таралуын оңтайландыру мақсатында Қазақстанның Медеу тау ауданында өсетін күрделі гүлдер тұқымдасына жататын екіүйлі қалақайдың (*Urtica dioica L.*)

химиялық құрамын зерттеуге арналған. Өсімдіктің (*Urtica dioica L.*) сапалық және сандық құрамы көрсетілген. Атап айтқанда, екіүйлі қалақай өсімдігінің отандық дәрілік шикізатында пектин, фенол қышқылдары, илегіш заттар, антоциандер, флавоноидтар және полифенолдар табылды. ББЗ тобына жататын флавоноидтар мен каротиноидтарды алудың қарапайым физика-химиялық әдісі ұсынылды. Зерттеу нәтижесінде қалақай өсімдігінің жапырағы мен сабағынан Р дәрумені тобына жататын $C_{15}H_{10}O_7$ және қалақай өсімдігінің жапырағынан каротиноид тобына жатады $C_{15}H_{10}O_2$ қосылыстары бөлініп алынды.

Түйін сөздер: *Urtica dioica L.*, қалақай екіжақты, флаваноид, каратиноид, илегіш заттар, фенол қышқылдары, ИҚ, ББЗ

© М.Б. Ахтаева^{1*}, Г.Е. Азимбаева¹, Ж.С. Мукатаева², 2023

¹Казахский Национальный Женский Педагогический Университет,
Алматы, Казахстан;

²Казахский Национальный Педагогический Университет имени Абая,
Алматы, Казахстан.

E-mail: marzhanaktaeva90@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ФЛАВОНОИДОВ, КАРОТИНОИДОВ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ (*URTICA DIOCA L.*)

Аннотация. Статья посвящена изучению химического состава крапивы двудомной (*Urtica dioica L.*), растения, относящегося к роду сложных цветков, произрастающего в Медеуском горном районе Казахстана, с целью оптимизации эффективного распределения отдельных биологически активных веществ. Указан качественный и количественный состав растения (*Urtica dioica L.*). В частности, в отечественном лекарственном сырье двудомного растения крапивы обнаружены и записаны пектиновые вещества, фенольные кислоты, дубильные вещества, антоцианы, флавоноиды и полифенолы. Предложен простой физико-химический метод получения флавоноидов и каротиноидов, принадлежащих к группе БАВ. В результате исследования из листа и стебля растения крапивы выделены соединения $C_{15}H_{10}O_7$, относящиеся к Р-витаминной группе, и $C_{15}H_{10}O_2$, относящиеся к каратиноидной группе, из листа растения крапивы.

Ключевые слова: (*Urtica dioica L.*), крапива двудомная, флаваноид, каратиноид, дубильные вещества, фенольные кислоты, ИК, БАВ

Introduction.

Currently, one of the key tasks of pharmaceutical science in the Republic of Kazakhstan is the development and introduction of import-substituting drugs, including medicines from plant raw materials. The Republic of Kazakhstan is rich with safe and affordable domestic raw materials, large reserves of herbs used in traditional medicine for centuries.

However, not all species of medicinal herbs, including the genus *Asteráceae*, are used in official medicine. Therefore, it is necessary to conduct a comprehensive study on the development and standardization of medicines based on medicinal raw materials under the initiative "Modern technologies and production of medicines".

In this regard, dicotyledonous nettle (*Urtica dioica L.*) is of particular interest as a raw material for medicines. Its demand is due to the high content of biologically active compounds such as phenolic acids, anthocyanins, flavonoids, polyphenols.

Dicotyledonous nettle (*Urtica dioica L.*) is a genus of the nettle family. There are 45 representatives of nettles on the planet, including 850 species. There are more than 40 species in temperate and tropical regions, and 3 species in Kazakhstan. It grows in the garden, woods, in shady, moist places along the road [4-5].

Biologically active compounds are one of nature's most valuable compounds derived from plants, which are obtained naturally and synthetically from plants. Nowadays it is important to get medicines from plants. This is due to the fact that medicines derived from environmentally safe raw materials, biologically active compounds are widely used in special natural foods, pharmaceuticals, medicine, household chemicals, agriculture. Biologically active compounds are substances obtained in different ways, which are potential sources of drugs that restore the pathologically altered functions of animals and humans [7]. M. Goryaev, L. Klyshev, M. Kukenov, T. Chumbalov and other scientists have studied a number of medicinal plants of Kazakhstan and obtained biologically active compounds from them.

Polyphenols are polyhydric phenols and their derivatives. Polyphenols prevent the process of photosynthesis, growth, asthma and various infectious diseases [8].

Today, about six thousand polyphenols have been isolated from plants. Polyphenols are found not only in useful plants, but also in vegetables and fruits as well. In addition to 1 g of antioxidant components, the human organism gets a number of vitamins, including about 100 mg of β -carotene, vitamins C and E per day. Polyphenols play an important role in the biological, metabolic processes in the plant Kingdom. In plants tannins (floroglucin, pyrogallol, etc.) in the form of glucosides and essential oils are widely spread. Polyphenols are found in many foods. The products formed during their oxidation (for example, quinone) give food a delicious aroma and aromatic structure. Industrial polyphenols include catecholeamine and some hormones and mediators (adrenaline and noradrenaline) [8-10].

Polyphenols are divided into three types: tannins, lignins and flavonoids. The latter type of polyphenols is widespread and 10 types, composition and structure have been identified. These are: flavonoids, flavonols, flavonones, catechins, isoflavanoids, proanthocyanidine and anthocyanidine.

Polyphenols prevent aging by protecting human skin from sunlight, ozone and other toxins and. Studies by Canadian scientists have shown that polyphenols are found in red wine and are important in the treatment of red gums diseases. Polyphenols in grapes characterize antioxidant, antimutagenic, antibacterial activity of p-vitamins. Polyphenols in the blood vessels, improve blood circulation. Serves as a fundamental element that supports skin tissue. Therefore, doctors warn that excessive consumption

of alcohol can have a negative effect on the organism. In addition, excessive use of polyphenols causes kidney and liver disease [9-13].

Flavonoids are phenolic compounds. Most flavonoids form groups of pigments that give color to different parts of plants and combine in different amounts, giving a magical color to plant life. Others are the founders of flexible things. Flavonoids (lat. Flavo-yellow) are found in many medicinal plants and even in ordinary tea, and they are capable of antiseptic effect and PP-vitamin activity. They carry many powerful antioxidants (substances that counteract the oxidation of body tissues and body fluids, as well as substances that stop the aging of the organism and cells and form metabolic processes), the well-known vitamins E and C. Flavonoids retain their beneficial properties even after drying and extracting the plant. These substances are used in the preparation of antiseptics, dyes in the pharmaceutical industry. Flavonoids are used for therapeutic purposes in cleansing the bile ducts, expectoration, heart disease and cleansing the human body of radioactive substances. Their ability to suppress cancer is also being studied [5-17].

The purpose of the study: to determine the physicochemical composition and quantitative content of polyphenolic compounds, flavonoids, carotenoids in medicinal plant dicotyledonous nettle (*Urtica dioica L.*) growing wild in Kazakhstan.

Practical part

The object of the study was a wild-growing dicotyledonous nettle harvested in April-May 2018 and September-October 2019 in the Medeu mountainous area of Almaty.

Hydrogen index of aqueous, alcoholic solutions of dicotyledonous nettle (leaves, stems, roots) was determined by pH-meter "I-160 MI", refractive index by refractometer IRF-454B, density was determined by pycnometric method.

Moisture and ash content of dicotyledonous nettle by gravimetric method, acidity, ascorbic acid, pectin, tannins by titrimetric method, protein by Kjeldahl method, fiber by weight method according to A.E. Ermakov's modification, crude oil content in Soxhlet extractor, amount of disaccharides, monosaccharides, polyphenols, flavonoids, anthocyanins were determined on a photocalorimeter KFK-2.

Polyphenol compounds were extracted with water to separate from plant raw materials due to their high hydrophilic properties, the extract was washed with water by adsorption on activated carbon to remove lipophilic resins. Separation of the purified fraction was carried out by silica gel, cellulose column chromatography.

During the scientific data discussion, the simplest method of BAC isolation on the basis of the next scheme was used.

The raw material was extracted with 95% ethanol. To neutralize the organic acids, the solution was heated by adding sodium bicarbonate (10: 1). Distilled water was used as standard solution. After extraction, the raw material was filtered, the alcohol-water residue of the extract was pumped out and the filtrate was dried. The filtrate was dissolved in chloroform. The aqueous solution was treated 7-8 times in a filter funnel until an alcohol-water precipitate of the same amount of chloroform was formed. Further evaporation of chloroform (chloroform fraction) was carried. The residue from the extraction was heated in a water bath until the chloroform was removed, dried and treated with ethyl acetate [7-9].

The plant was extracted with pure alcohol to separate flavonoids. After evaporation of the obtained alcohol extract, hot water was poured into the residue and after cooling, non-polar compounds (chlorophyll, oils, essential oils, etc.) were removed from the aqueous phase with chloroform. From the aqueous phase, flavonoids were isolated alternately with ethyl acetate and butanol. Column chromatography was used to separate the components in each fraction. Silica gel and cellulose were obtained as sorbents. A specific method was used to isolate individual flavonoids. Extraction was carried out with hot water to separate the rutin from the bud. After cooling, rutin precipitated from the solution. It was filtered and recrystallized to alcohol [14,18].

The raw material for carotenoid separation was processed and extracted in acetone. The extract was divided into two parts, each of which was processed with 200 ml of petroleum ether. In order to eliminate xanthophyll, the petroleum ether was purified from ethanol and acetone by washing with 80% ethanol, water several times. Then comes the finely ground chlorophyll. Then anhydrous sodium sulfate was then filtered through 50 g of talc. Carotene crystallized when the filtrate was evaporated at 40°C and the fatty part was treated with absolute alcohol.

Results and discussion

Table 1. Physical properties of nettle

Raw material name	pH				n(refractive index)				p, g/cm ³			
	in water	ethanol,%			i n water	ethanol,%			in water	ethanol, %		
		40	70	90		40	70	90		40	70	90
leaves	8,544	6,07	6,51	6,06	1,3310	1,3515	1,3600	1,3580	1,0022	0,9635	0,9587	0,8589
stems	7,6	6,08	6,47	5,65	1,3320	1,3510	1,3590	1,3536	1,0036	0,9042	0,8913	0,8909
roots	5,7	5,9	5,7	8,54	1,3320	1,355	1,36	1,33	1,2507	0,9612	0,8973	0,8470

According to Table 1, the pH of alcoholic solutions of dicotyledonous nettle (leaves, stems, roots) is weakly acidic, and the pH of aqueous solutions is close to neutral. The density of the solution in water is higher than the density of the solution in alcohol.

Table 2. Chemical composition of nettle

Raw material name	Leaf	Stems	Roots	
Humidity, %	6,5	4,5	6,5	
Ashes, %	0,877	0,9	0,96	
Extractivity, %	4,1	3,7	3,9	
Pectin substances, %	Water soluble	3,5	1,3	0,58
	Insoluble in water	3,7	1,4	0,6
Phenolic acids, %	Gallic acid	5,5	1,9	1,8
	Caffeic acid	5,2	2,01	1,7
Илгiш заттар, %	Condensed	4,5	2,15	0,37
	Hydrolyzed	4,45	2,9	0,36
Acidity, %	0,399	0,227	0,30	
Anthocyanins, %	0,2	0,04	0,07	
Flavonoids, %	2,5	1,05	0,75	
Polyphenols, %	2,970	3,1003	2,40	

Extraction was carried out in water and 80% ethanol for 2 hours. The extractivity of nettle leaves is 1.1 times higher than the stem.

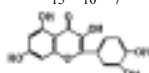
Pectins are 3.5 times higher in the leaves than in the stems, and water-insoluble pectins are 4.1 times higher in the leaves than in the stems. The content of phenolic acids, gallic acid in the leaves is 3.3 times higher than in the stems, and the content of caffeic acid in the leaves is 2.3 times higher than in the stems. And the roots are high in pectin and polyphenols.

Tannin substances are natural phenolic compounds with different molecular weights. The study results show that the amount of tannins in the leaves is 2 times higher than in the stems, and the amount of tannins in the roots is less.

Organic acids are 2 times more in the leaves than in the stems. Compared to the leaves and roots, the content of organic acids in the leaves is 1.6 times higher.

The amount of anthocyanins in the leaves is 4.1 times higher than in the stems and leaves. The content of flavonoids is 2 times lower, and in the roots is 2.5 times lower than in the leaves, the content of polyphenols is similar.

Table 3. Microanalytic index of polyphenols separated from nettle leaves

Nettle	Output, %	Melting point, °C	Calculated, %		Molecular formula	Found, %	
			C	H		C	H
Leaves	8	179 ⁰	59,55	3,3	C ₁₅ H ₁₀ O ₇  (quartzetin)	58,65	3,7

The formula of polyphenols isolated from the leaves and stems of nettle is C₁₅H₁₀O₇. It is a compound belonging to the group of P-vitamins. Melting point 179⁰C.

According to scientific data, polyphenols are found at 3400–3450 cm⁻¹ IR spectrum of polyphenols isolated from nettle leaves. The peaks were 3500 cm⁻¹ for O-H group, 3000 cm⁻¹ for CH₃ group, 1540 cm⁻¹ for C-C group, 1384 cm⁻¹ for C-O group. That is, the structure of the released polyphenols corresponds to the literature [10,21].

Шикізат	O%	Zn%	Al%	Si %	P %	S %	Ca %	Mg %	K %	Na %	Ba %
ҚОСҮЙЛІ ҚАЛА-ҚАЙДЫҢ жапырағы	48,73	6,80	1.43	6.97	2.31	2	22	2,65	9.81		0.01
ҚОСҮЙЛІ ҚАЛА-ҚАЙДЫҢ сабағы	47,13	6,31	3.50	2.59	2.17	1.53	22.16	0,21	15.83	0.21	0.01

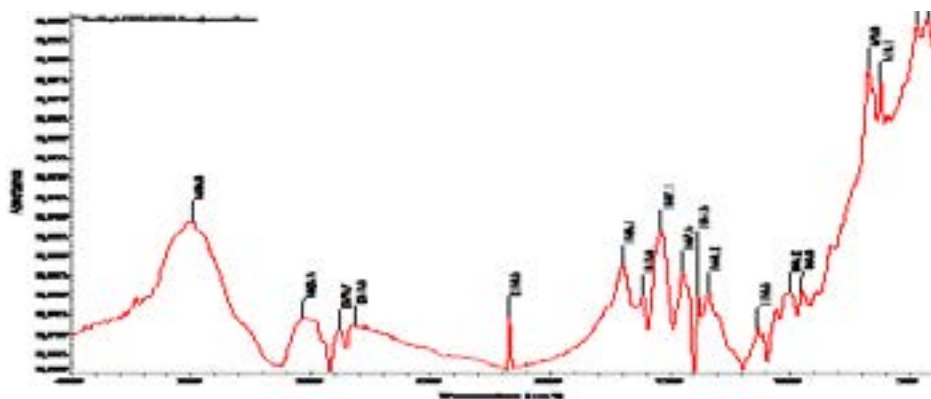
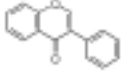


Fig. 1 - IR spectrum of polyphenols isolated from nettle leaves

Table 4. Elemental analysis of flavonoids separated from nettle leaves

Nettle	Output, %	Melting point, °C	Calculated, %		Molecular formula	Found, %	
			C	H		C	H
Leaves	8	192 ^o	81	4,2	C ₁₅ H ₁₀ O ₂	80,2	4
					 (phenyl)		

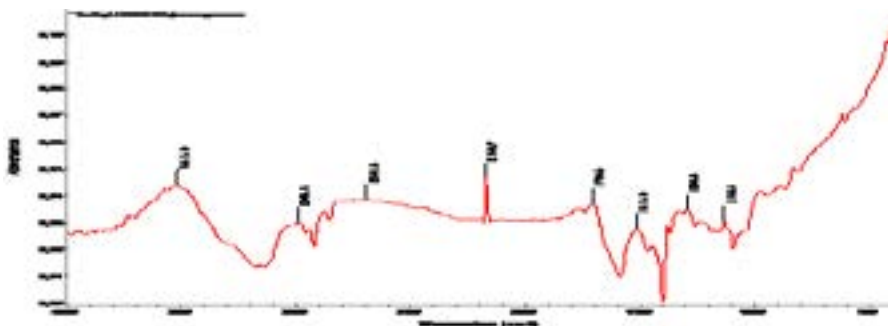


Fig. 2 - IR spectrum of flavonoids obtained from nettle leaves

Formula of flavonoids isolated from nettle leaves: C₁₅H₁₀O₂. It is an unsaturated vitamin belonging to the carotenoid group. Melting point – 192^oC. The frequency of oscillations of the IR spectrum 2900 cm⁻¹ indicates the valence oscillations of the group C-H, 1600 cm⁻¹ - the relationship between C = C-, 1300 cm⁻¹ C-O. The oscillation frequency of 570 cm⁻¹ corresponds to the methyl group [21].

Table 5. Elemental analysis of carotene

Nettle	Output, %	Melting point, °C	Calculated, %		Molecular formula	Found, %	
			C	H		C	H
Leaves	9	183 ^o	89,55	10,44	C ₄₀ H ₅₆ (β-carotene)	83,10	6,76

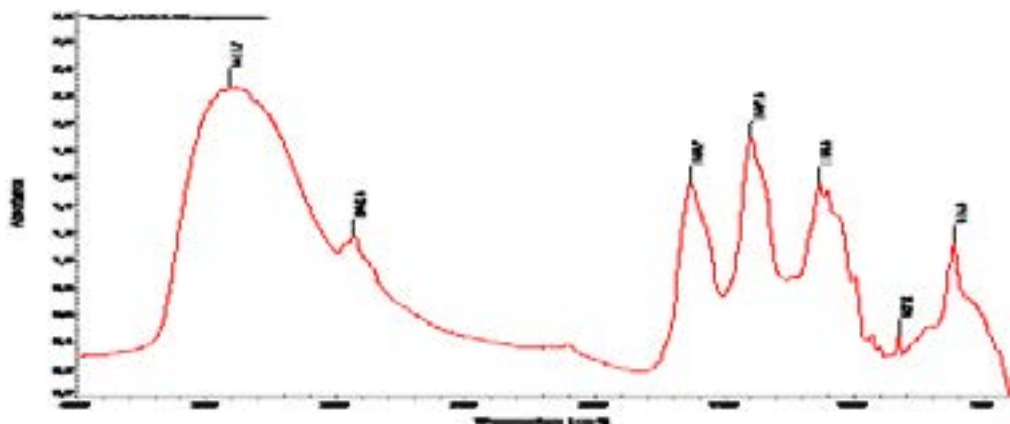


Fig. 3 - IR spectrum of carotene isolated from nettle leaves

The formula for carotene extracted from the leaves of the nettle plant is $C_{40}H_{56}$. It is an unsaturated vitamin belonging to the group of carotenoids. Melting point 183°C . Melting point was determined on an electronic heater "Boetius". If the IR spectrum corresponds at 3632 cm^{-1} to O-H group, the frequency of oscillations 3012 indicates the valence oscillations of H-N group, 1540 cm^{-1} —the relationship between C = C— and the frequency of oscillations 1384 cm^{-1} —C-O linkage. In addition, the oscillation frequency of 618 cm^{-1} corresponds to the methyl group.

Conclusion

Biologically active compounds were isolated from the nettle, the composition and structure of which were identified by modern physicochemical methods.

In the future, nettle will be used in the production of domestic phytopreparations, effective medicines.

REFERENCES

- Miraldi E., Ferri S., Mostaghimi V., 2019 — Botanical drugs and preparations in the traditional medicine of West Azerbaijan (Iran) // *Journal of Ethnopharmacology*. Vol. 75. № 2–3. P. 77–87. ISSN 1813-1107. № 2, 2019. DOI: 10.1016/S0378-8741(00)00381-0.
- Rub R.A., Sasikumar S., 2016 — Antimicrobial screening of *Cichorium intybus* seed extracts // *Arabian Journal of Chemistry*. 2016. Vol. 9. Pp. 1569–1573. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2012.04.012>
- Balagozian Y.A., 2016 — Opredelenie sterinov v kornevishah s korniami krapivy dvudomnoi / Y.A.Balagozian, V.A.Kurkin, O.E.Pravdivsjeva // *Farmassia*. – Moskva. – 2016. № 2. Pp.18–21.
- Kesarina N.A., 2005 — *Osimdikter fiziologiiiasy zhane biohimii negizderi*. Akmola: Agrarlyk universiteti, 2005. 68 p.
- Kuvakova A.R. — *Morfologicheskie osobennosti krapivy dvudomnoi (Urtica dioica) v razlichnyh fitocenzah Orenburzhya/ A.R. Kuvakova, E.E. Gusarova // Novaya nauka: Strategii ivektory razvitiya*. - 2016.- № 8.- P. 3
- Simonov L.K., Zavadskii V.A., Ponomarev B.N., Vasilev Ju.I., Mursaliev V.K., Gemedzhieva N.G., 2012 — Poluchenie i issledovanie ekstraktov rastitelnogo syria, sodержashchih dubilnye veshchestva // *RGP Institut biologii i biotekhnologii rastenii MON RK. Kazhskii Nacionalnyi universitet im. Al-Farabi. Vestnik KazNU. Seriya himicheskaja*. 2012. № 1. Pp. 285–284.
- Simonov L.K., Zavadskii V.A., Ponomarev B.N., Vasil'ev YU.I., Mursaliev V.K., Gemedzhieva N.G., 2012 — Poluchenie i issledovanie ekstraktov rastitelnogo syria, sodержashchih dubilnye veshchestva //

RGP Institut biologii i biotekhnologii rastenii MON RK. Kazahskii Nacionalnyi universitet im. Al-Farabi. Vestnik KazNU. Seriya himicheskaya. – 2012. – № 1. – Pp. 285–284.

Ermakova A.I., 1972 — Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenii. – L.:Kolos, 1972. – Pp. 141–183.

Kenesarina N.A. — Osimdikter fiziologiyasy zhane biohimiya negizderi. – Akmola: Agrarlyk universiteti, 2005. – 68 b.

Fedoseeva G.M., Mirovich V.M., Goryachkina E.G., Perelomova M.V., 2009 — Fitohimicheskii analiz rastitelnogo syrya, soderzhashchego flavanoidy: Metodicheskie posobie farmakognozii. — Irkutsk: IGMU, 2009. — 67 p.

Esmagulov K., 2009 — Biologiialyk himiia praktikumy oku kuraly. Almaty, 2008.

Arkel J. Van, Vergauwen R., Sevenier R., 2012 — Sink filling, inulinr metabolizing enzymes and carbohydrate status in field grown chicory (*Cichorium intybus* L.) // Journal of Plant Physiology. 2012. Vol. 169, № 15. Pp. 1520–1529.

Kurennov I., 2008 — Enciklopediya lekarstvennyh rastenii. – M.: Martin, 2008.

Filipцова G.G., Smolich I.I., 2004 — Biohimiia rastenii: metod. Rekomendacii k laboratornym zaniatiem, zadaniia dlia samost. rab. BGU. 2004. 60 p.

Dmitrii Alekseevich Shmatkov, 2002 — Ispolzovanie fizika-himiskih metodov analiza dlia izucheniia himicheskogo sostava, ocenki kachestva i standartizacii kornei lopuha: avtoref. dis. kand. farmac. nauk 15.00.02. M., 2002. 22 p.

Eskalieva B.K., 2013 — Fitopreparattar zhane tabigi biologiialyk belsendi zattardyn himiiasy. Almaty: Kazak univervsiteti, 2013. 67 p.

Klinskaia E.O., 2004 — Analiz sposobnosti oduvanchika lekarstvennogo (*Taraxacumofficinale*) nakaplivat svinec i cink // Elektronnyi zhurnal: «Issledovano v Rossii». 209. 2004. Pp. 2210–2218. (<http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/209.pdf>)

Gülçin I., Küfrevioğlu Ö.İ., Oktay M., Büyükokuroğlu M.E., 2004 — Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.) // Journal of Ethnopharmacology. 2004. Vol. 90, № 2–3. Pp. 205–215.

Rudenko A.O., Karcova L.A., 2009 — Opredelenie vazhneishih aminokislot v slozhnyh obektah biologicheskogo proishozhdeniia metodom obrashhenno-fazovoi VEZhH s polucheniem feniltiogidantionov aminokislot.- SPb., 2009. Pp. 254–255.

Trineeva O.V., 2014 — Primenenie razlichnyh metodov pri opredelenii dubilnyh veshchestv v listyah krapivy / O.V. Trineeva, A.I. Slivkin // Farmaciya. –2014. – № 1. – Pp. 16–19.

Kopytko Ya.F., 2011 — Primenenie, himicheskii sostav i standartizaciya syrya i preparatov *Urtica* / Ya.F. Kopytko, E.S. Lapinskaya, T.A. Sokolovskaya // Himiko – farmacevticheskii zhurnal. - 2011. - T. 45 - №10. - Pp. 33–41.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2. Number 455 (2023), 24–32

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.160>

UDC 547.314

© **K.B. Bazhykova***, **T.S. Bekezhanova**, **K.D. Rakhimov**, 2023

«D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry» JSC, Al-Farabi
Kazakh National University, S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University
Almaty, Kazakhstan.

E-mail: bazhikova@bk.ru

SEARCH FOR BAS AGAINST A VIRUS FROM A NUMBER OF SESQUITERPENOIDS BASED ON CHEMICAL MODIFICATION

Bazhykova Kulzada Begalinovna — Professor of «Al Farabi Kazakh National University», Republic of
Kazakhstan Almaty, 71 al-Farabi Ave., Almaty, Kazakhstan

ORCID: 0000-0002-5290-9174;

Bekezhanova Tolkyn — Associate Professor, Department of Engineering, Ph.D Kazakh National
Medical University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty, Kazakhstan

E-mail: bekezhanova.t@kaznmu.kz. ORCID:0000-0002-6088-5002;

Rakhimov Kayrolla — Academician of NAS RK Academician of NAS RK, Professor Kazakh National
Medical University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty, Kazakhstan

E-mail: kdrakhimov@inbox.ru. ORCID: 0000-0003-3125-6845.

Abstract. The article presents of the synthesis of some new compounds by introducing pharmacophore groups OH, alkyl, ester, amine, and other chemical modifications into a molecule of sesquiterpenoid -santonin isolated from the plant *Artemisia cina Berg* by extraction and chromatography. Preliminary biological activity against the virus was predicted using the PASS computer program. To determine the antiviral effect of pharmacophore groups of modified derivatives of -santonin, the activity of synthesized new compounds against the SARS-CoV-2 coronavirus was studied. As a result, it was found that the biological activity of santonin derivatives decreases due to its toxicity, and during aromatization, the diene ring contained in the molecule, on the contrary, shows good antiviral activity.

Keywords: sesquiterpenoid, -santonin, reduction, aromatization, chemical modification, synthesis

Funding: Financial support for this work was provided by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (grant BR10965271 "Development of highly effective medicines with activity against COVID-19 and similar viral infections from plant raw materials").

Conflict of interest: The authors state that there is no conflict of interest.

© К.Б. Бажықова*, Т.С. Бекежанова, Қ.Д. Рахимов, 2023

«Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ,
эл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, С.Д. Асфендияров атындағы
Қазақ Ұлттық Медициналық Университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: bzhikova@bk.ru

СЕСКВИТЕРПЕНОИДТАР ҚАТАРЫНАН ХИМИЯЛЫҚ МОДИФИКАЦИЯЛАУ НЕГІЗІНДЕ ВИРУСҚА ҚАРСЫ ББЗ ІЗДЕСТІРУ

Бажықова Күлзада Бегалиновна — эл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің профессор м.а., Алматы, Қазақстан

ORCID: 0000-0002-5290-9174;

Бекежанова Толқын Слямовна — С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық Медициналық Университетінің доценті, Алматы, Қазақстан

E-mail: bekezhanova.t@kaznmu.kz. ORCID:0000-0002-6088-5002;

Рахимов Қайролла Дюсенбаевич — ҚР ҰҒА академигі, С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық Медициналық Университетінің профессоры, Алматы, Қазақстан

E-mail: kdrakhimov@inbox.ru. ORCID:0000-0003-3125-6845.

Аннотация. Мақалада *Artemisia cina Berg* өсімдігінен экстракциялау және хроматография әдісімен бөлініп алынған сесквитерпеноид -сантониннің молекуласына ОН, алкил, күрделі эфир, амин және т.б. фармакофорлы топтарды енгізу арқылы химиялық модификациялау жолымен бірнеше жаңа қосылыстар синтезделді. Компьютерлік PASS бағдарламасы бойынша алдын-ала -сантониннің вирусқа қарсы биологиялық белсенділігіне болжам жасалды. -Сантониннің модификацияланған туындыларының фармакофорлы топтарының вирусқа қарсы әсерін анықтау үшін синтезделген жаңа қосылыстардың SARS-CoV-2 короновирussyна қарсы белсенділігі зерттелді. Нәтижесінде сантонин туындыларының биологиялық белсенділігі оның улылығына байланысты төмендейтіндігі, ал молекула құрамындағы диендік сақинаны ароматты сақинаға ауыстырса керісінше вирусқа қарсы жақсы белсенділік көрсететіндігі анықталды.

Түйін сөздер: сесквитерпеноид, -сантонин, тотықсыздандыру, ароматтау, химиялық модификация, синтез

Қаржыландыру: Бұл жұмысқа Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі (грант BR10965271 «Өсімдік шикізатынан COVID-19 және осыған ұқсас вирустық инфекцияларға қарсы белсенділігі бар жоғары тиімді дәрілік заттарды әзірлеу») қаржылай қолдау көрсетті.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

© К.Б Бажыкова*, Т.С. Бекежанова, К.Д. Рахимов, 2023

АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского»,
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахский
национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова,
Алматы, Қазақстан.
E-mail: bzhikova@bk.ru

ПОИСК БАВ ПРОТИВ ВИРУСА ИЗ РЯДА СЕСКВИТЕРПЕНОИДОВ НА ОСНОВЕ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ

Бажыкова Кульзада Бегалиновна — и.о. профессора Казахского Национального Университета имени аль-Фараби», Алматы, Казахстан
ORCID: 0000-0002-5290-9174;

Бекежанова Толкын Слямевна — доцент Национального медицинского университета имени С.Д. Асфендиярова», Алматы, Казахстан
E-mail: bekezhanova.t@kaznmu.kz. ORCID:0000-0002-6088-5002;

Рахимов Кайролла Дюсенбаевич — академик НАН РК, профессор Национального медицинского университета имени С.Д. Асфендиярова», Алматы, Казахстан
E-mail: kdrakhimov@inbox.ru. ORCID:0000-0003-3125-6845.

Аннотация. В статье приведены синтез некоторых новых соединений путем введения фармакофорных групп ОН, алкил, сложный эфир, амин и др. химической модификации в молекулу сесквитерпеноида -сантонина, выделенного из растения *Artemisia cina Berg* методом экстракции и хроматографии. Предварительная биологическая активность против вируса была прогнозирована методом компьютерной программы *PASS*. Для определения противовирусного действия фармакофорных групп модифицированных производных -сантонина была исследована активность синтезированных новых соединений против коронавируса SARS-CoV-2. В результате было обнаружено, что биологическая активность производных сантонина снижается из-за его токсичности, а при ароматизации диеновое кольцо, содержащееся в молекуле, наоборот, проявляется хорошая противовирусная активность.

Ключевые слова: сесквитерпеноид, -сантонин, восстановление, ароматизация, химическая модификация, синтез

Финансирование: Финансовую поддержку данной работе оказало Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан (грант BR10965271 «Разработка высокоэффективных лекарственных средств, обладающих активностью против COVID-19 и аналогичных вирусных инфекций из растительного сырья»).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Қазақстан, әлемнің барлық елдері сияқты, SARS-CoV-2 эпидемиясынан айтарлықтай шығынға ұшырады. Қазақстанда халықты вакцинациялаудың

жетістіктеріне және ауырып қалған адамдардың едәуір санына және иммундық қабаттың өсуіне қарамастан, SARS-CoV-2 жаңа жағдайлары 2022 жылдың күзіндегі жағдай бойынша тіркелуді жалғастыруда. Қазіргі уақытта эпидемиологтардың күтуі SARS-CoV-2 коронавирусы адам популяцияларындағы айналымнан ешқашан жойылмайды және SARS-CoV-2 инфекциясы жаһандық деңгейде таралған және маусымдық жедел респираторлық вирустық инфекцияларды тудыратын адамның маусымдық коронавирустарына (229E, NL63, OC43 и HKU1 вирустары) ұқсайды. Коронавирустық инфекцияны емдеуге арналған дәрі-дәрмектер медицинада үнемі қажет болады. Қазіргі уақытта практикалық медицинада SARS-CoV-2-ге қарсы тікелей вирусқа қарсы әсері бар препараттар аз (Адекенов, 2012: 244–245).

Басқа препараттар SARS-CoV-2 коронавирусына қарсы дәлелденген тікелей вирусқа қарсы әсері бар және клиникалық қолданысқа дейін қабылданған химиялық препараттар денсаулық практикасында жоқ. SARS-CoV-2-ге қарсы отандық вирусқа қарсы препараттарды табиғи көздерден іздеу немесе синтездеу және шығаруды ұйымдастыру жұмыстары өте маңызды.

Сесквитерпен лактондары өсімдіктерде кеңінен таралған және биологиялық белсенділіктің кең спектріне ие. Сесквитерпенді лактондарының биологиялық белсенділігі негізінен метилмен алмастырылған лактон циклі мен фармакофорлы топтарының болуына байланысты, ал қанықпаған фрагменті қосылу реакцияларына қатысады (Патент 1710062, 1992; Yang, Choi, Choi, Kim, 2008: 678–683).

α -Сантонин (1) – медицинада паразиттерге қарсы препарат ретінде қолданылған алғашқы сесквитерпендік лактон.

Жаңа биологиялық белсенді қосылыстарға түрленетін сесквитерпенді γ -лактондардың химиялық түрленуі медициналық химияның маңызды бағытына айналды.

-Сантонин туындыларының синтезі органикалық және медициналық химияда үлкен қызығушылық тудырды. -Сантониннің реакциялық қабілеттілігі екі алты мүшелі сақинадан (А және В сақиналары) және бес мүшелі лактон сақинасынан (С сақинасы) тұратын бірегей құрылымының арқасында жоғары болады, сонымен қатар туындылардың әртүрлі түрлерін алу үшін синтездеудің түрлі әдістері де қолданылған (Инновационный патент РК, 2015; Инновационный патент РК, 2011).

α -Сантонин сонымен қатар синтетикалық медициналық химияда арзан және қолайлы бастапқы зат ретінде де қолданылады.

α -Сантониннің химиялық модификация реакциялары, негізінен тотықсыздану, тотығу, этерификация, диенонфенолды қайта құру, сақинаның кеңею, Майклдың қосылу реакциялары, дипольарлық циклге қосылу және А, В және С сақиналарының құрылымдарына бағытталған (Искандеров, Войтишек, Жокижанова, Джаденова, Мерхатулы, 2022: 44–49; Адекенов, 2008: 30–35).

Бұл жұмыста α -сантониннің биологиялық белсенді және вирусқа қарсы белсенділігіне әсер ететін басқа функционалдық топтарға түрлендіру үшін гидроксилдену, тотығу, ароматтау реакциялары жүргізілді. Сонымен қатар реакциялық ортаның, температураның, реагенттердің арақатынасының әсері зерттелді.

Әдістер мен материалдар

Жұқа қабатты хроматография (ТШН) (Ресей), ультракүлгін хроматоскоп (Ресей), R_f мәндері *Силуфол* 10x15 (Ресей) пластинкаларындағы этилацетат–гексан (4:6) еріткіштер жүйесінде жүргізілді. ЖКХ нәтижелері ультракүлгін сәуледе 254 нм толқын ұзындығында және йод буларында айқындалды.

Сынақтар МДСК жасуша мәдениетінде жүргізілді. А типті тұмау вирусының штаммы, A/Puerto Rico/8/34(H1N1) штаммы қолданылды. Штамм ҰОБ микробиологиялық дақылдар жинағында сақталады. Тестілеу хаттамасы коронавирусы сияқты қолданылды. Инфекцияның көптігі = 0,01. Планшеттер NBT субстратымен боялған. Формазан сілтілі DMSO-да еріген (50 % DMSO + 1М КОН), планшеттер 595 нм толқын ұзындығында фотометрияланған.

Тәжірибеге бастапқы концентрациясы 100 мг / мл (немесе 10 %) болатындай барлық заттар алынды. Ортада 4 мл субстанция ерітіндісі дайындалды.

Зерттеулер сенімді нәтижелерге қол жеткізуді қамтамасыз ететін заманауи жабдықтарды, өлшеу құралдарын және жалпы танылған әдістерді пайдалана отырып жүргізілді.

Нәтижелер және оларды талқылау

1. Қабынуға қарсы (коронавирус пен тұмауға қарсы ауруларға қарсы) жаңа қосылыстарды анықтау үшін бастапқы зат -сантониннің биологиялық белсенділік спектріне компьютерлік *Pass online* бағдарламасымен болжау жүргізілді (PASS online, 2022).

Болжау кезінде алынған мәліметтердің бүкіл массиві талданды және тек белсенділік көрсеткіші (P_a) зерттелетін қосылыс үшін ең маңызды (70–100 %) мәндер таңдалды.

-Сантониннің скрининг *in silico* нәтижелері 1-ші кестеде келтірілген.

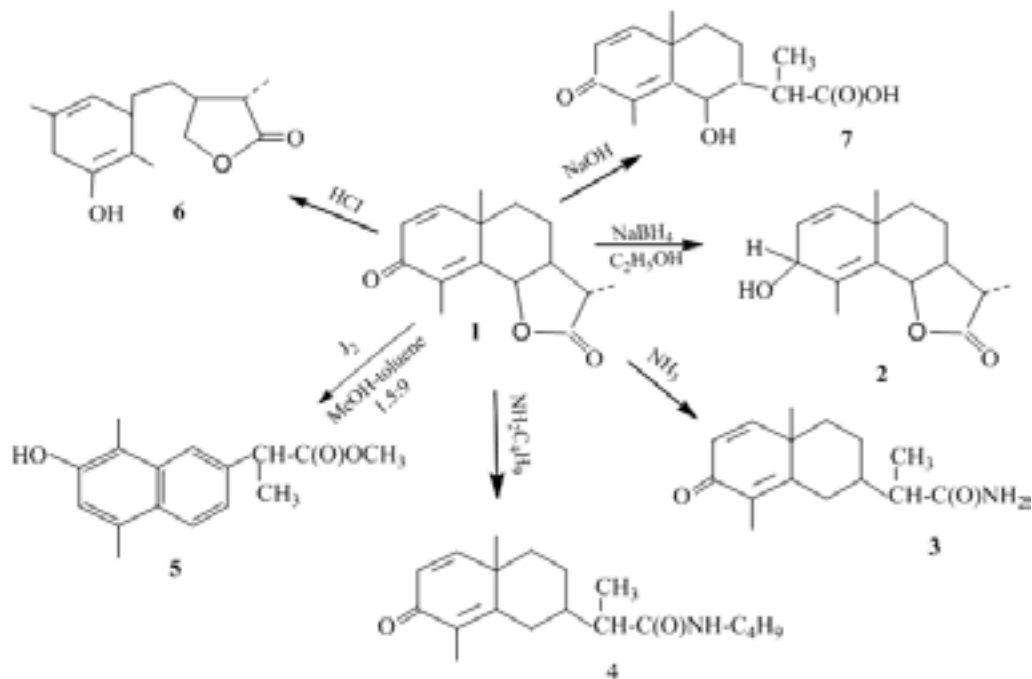
Кесте 1. -Сантониннің скрининг *in silico* нәтижелері

№	Биологиялық белсенділік түрі	P_a , %
1	Жүрек-тамыр ауыруларына аналептикалық құрал	94,8
2	Ісікке қарсы	88,7
3	СҮР2С12 субстраты	82,2
4	17-бета-дегидрогеназы эстрогена (NADP+) ингибиторы	80,0
5	Химозин ингибиторы	80,0
6	Қабынуға қарсы	79,4
7	убихинол-цитохром-С-редуктаза ингибиторы	75,6
8	СҮР2J субстраты	72,8

1-Кестеде көрсетілгендей -сантониннің жүрек-тамыр ауыруларына, ісікке және қабынуға қарсы ауыруларға белсенділік көрсету ықтималдығы жоғары екендігі анықталды.

2. Жоғарыдағы болжам мен әдеби шолуларға сүйене отырып -сантониннің жаңа туындыларын синтездеп, биологиялық белсенділігін қарастыру үшін негізінен тотықсыздану, тотығу, этерификация, қышқылдар мен сілтілердің әсері лактон циклінің ашылуымен жүретін бірқатар химиялық модификация реакциялары

жүргізіліп жаңа туыңдылары (3–7) синтезделді (сызба 1) (Wang, Su, Zhang, Zhai, Sheng, Wu, Guo, 2019: 215–233).



Сызба 1. α -Сантонинді модификациялау туыңдылары
(Diagram 1. α -Santonin modification derivatives)

Абсолютті этанолдағы, метанолдағы және изопропанолдағы NaBH_4 -пен α -сантониннің тотықсыздану реакциясы қарастырылып гидроксисантонин (3) синтезделді.

Ең жақсы нәтижелерге 6 сағат ішінде $0-5^\circ\text{C}$ температурада изопропанолдағы суспензияға натрий борогидридiнiң 2–3 эквиваленттi мөлшерiн қосу арқылы қол жеткізілді.

α -Сантониннің аммиак және бутиламинмен абсолютті этанолдағы ($\text{pH}=9$) амидтеу реакциялары нәтижесінде сантонин қышқылының амиді (3) және бутиламиді (4) синтезделді.

Вирусқа қарсы белгілі препарат *напроксенге* құрылысы ұқсас аналогын алу үшін толуол-метанол қоспасында (9:1,5) ароматтау реакциясы жүргізілді. Нәтижесінде қоспадан бағаналы хроматография әдісімен тазалаудан кейін 5,8-диметил-8-гидрокси--Me-2-нафталинсірке қышқылының метил эфирі (6) бөлініп алынды.

α -Сантонин сақинасының тұрақтылығын анықтау үшін HCl этанолдағы (pH 2–3) ерітіндісінде бөлме температурасында десмотропасантонин (6) синтезделді.

Сонымен қатар NaOH этанолдағы (pH 8–9) бөлме температурасындағы реакциясы нәтижесінде гидроксисантонин қышқылы (7) синтезделді.

Барлық синтезделген жаңа қосылыстар қайта кристалдау және бағаналы

хроматография әдісімен тазаланды даралығы ГХ және ЭЖСХ әдістерімен анықталды.

3. SARS-CoV-2 коронавирусына қарсы белсенділікке тестілеу

Барлық синтезделген қосылыстар вирусқа қарсы белсенділікке зерттелінді. Нәтижесінде 3 қосылыстың қорғаныс әсері бар екендігі анықталды.

SARS-CoV-2-вирусына қарсы белсенділігі бар заттарды іздеуде қолданылатын технологиялар әр түрлі, бірақ фармакология үшін жалпы стандартты: бұл вирустық молекулалық мақсаттармен байланысатын әлеуетті лиганд молекулаларын табу үшін биоинформатиканы қолдану, жасуша дақылдарындағы кандидаттық субстанциялардың жоғары өнімді скринингі (HTS); Жануарлар модельдерін қолдану; клиникалық зерттеулер (Keep, Shustov, Shulgau, 2022: 17).

Вирустың жасушаға ену ингибиторлары ТМД вирустарының әртүрлі түрлері бар модельдерде сыналды. Coronaviridae: SARS, OC43, 229E, NL63, BCoV, MHV, FIPV. 50% тиімді концентрацияны (EC50) <1 мкМоль көрсететін ену ингибиторлары белгілі, бірақ олардың көпшілігі EC50 – ді 1–20 мкМоль диапазонында өте жоғары көрсетеді.

Синтезделген қосылыстар (субстанциялар) үшін вирусқа қарсы және цитотоксикалық белсенділікке скринингтік тест нәтижелері

Эксперимент үшін келесі алынған қосылыстардың (субстанция) SARS-CoV-2- вирусқа қарсы белсенділікке және өзіндік цитоуыттылыққа арналған зерттеу нәтижелері 2-ші кестеде берілген.

Кесте 2. 2–3, 5–7 қосылыстарды SARS-CoV-2 коронавирусына қарсы белсенділікке тестілеу нәтижелері.

Қосылыс	Субстанция шифры	Тәжірибеге алынған концентрация, мг	Вирусқа қарсы концентрация ¹	Цитоуыттылық концентрация
2	2 ВОС	100	0,37 – 1,1 %.	> 1,1 %
3	S-амид	100	> 29 мг/мл	9-29 мг/мл
5	Ap-3	300	0,799 – 2,398 мг/мл	21-64 мг/мл
6	с NaOH	100	0,506 – 4,556 мг/мл	>5 мг/мл
7	с HCl	100	1,222 – 3,667 мг/мл	>4 мг/мл

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей гидроксисантонин (2) 2 ВОС уыттылық шекарасының өзінде концентрацияда қорғаныс әсері бар: 0,37–1,1 %. Жоғары концентрациялар — улы, төменгі концентрациялар- жасушаларды вирустың өлімінен қорғамайды. 2 ВОС-тың барлық қорғаныс әсері уыттылыққа байланысты болуы мүмкін.

Ал сантонин қышқылының амиді (3) (S-амид) субстанциясы 9–29 мг/мл концентрация диапазонында улы. Аталған диапазонда вирусқа қарсы әсері байқалмайды.

5,8-диметил-8-гидрокси--Ме-2-нафталинсірке қышқылының метил эфирі (5) (S-Ap-3) вирусқа қарсы әсер ету магнитудасы әлсіз, бірақ вирусқа қарсы белсенділікті 0,926-дан 25,000 мг/мл-ге дейін кеңірек концентрация диапазонында көрсетеді.

S-Ар-3 субстанциясы өте жоғары концентрацияда ғана улы, ≥ 25 мг/мл. Заттың улылығы тек 10% концентрацияда байқалады.

Гидроксисантонин қышқылы (6) (NaOH) субстанциясының қасиеттері, жалпы алғанда, "HCl" субстанциясымен бірдей. "NaOH" уыттылығы- > 11 мг/мл. концентрация диапазонында байқалады.

"NaOH" – ның коронавирустық инфекцияға қарсы қорғаныс әсері - концентрацияның сәл кең ауқымында көрінеді: 1,235–11,111 мг/мл. бұл (вирусқа қарсы әсер) "HCl" субстанциясы сияқты магнитудасы бойынша әлсіз.

Десмотропасантонин (7) (HCl) субстанциясы қасиеттері бойынша аз уытты және аз белсенді. "HCl" субстанциясы > 11 мг/мл концентрациясында цитотоксикалық болып табылады.

Бірақ "HCl" улы емес максималды концентрацияда (3,704–11,111 мг/мл). Айқын қорғаныс қасиеттері жоқ.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша вирусқа қарсы қорғаныс әсері 2, 5 және 6 қосылыстардан байқалды. Соның ішінде *SARS-CoV-2* вирусына қарсы ең белсенді зат (Ар-3) концентрациясы мкг/мл 926–25000.

-Сантонинді ароматтау өнімінің субстанциясы тек 2,5 мг/мл концентрацияда қорғаныс әсеріне ие (жасушаларды SARS-CoV-2 инфекциясы нәтижесінде өлімнен қорғайды). Қорғаныс әрекеті тек сулы қатарда – цитотоксикалық концентрация шекарасында көрінеді. Төмен концентрацияда ($< 2,5$ мг/мл) зат улы емес, барлық вирусқа қарсы әрекеті заттың аз уыттылығымен байланысты, сондықтан ол белгілі бір концентрацияда вирустың өміршеңдігін жасушалардың өздеріне қарағанда сәл күштірек төмендетеді.

Қорытынды

Жүргізілген жұмыс барысында -сантонинді молекуласына ОН, алкил, эфир, амин және басқа да әртүрлі фармакофорлық топтарды енгізіп бірқатар жаңа қосылыстар модификациялау арқылы синтезделеді. Вирусқа қарсы белсенділікті зерттеу нәтижесінде -сантонин туындыларының (2, 3, 6, 7) биологиялық белсенділігі олардың уыттылығына байланысты төмендейтіні анықталды ал сантониннің диендік циклінің ароматты сақинаға ауыстырса (5) керісінше жақсы вирусқа қарсы белсенділік пайда болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

Адекенов С.М., 2012 — *Адекенов С.М.* Поиск сесквитерпеновых лактонов растительных источниках. Распространение в природе, выделение, изучение строения молекул и их свойства // Материалы V Всероссийской конференции с международным участием: «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья. Барнаул. – 2012. – С. 244–245.

Патент 1710062, 1992 — *Патент 1710062.* Способ получения сесквитерпеновых лактонов. -1992, бюл. №5.

Yang M.C., Choi S.U., Choi W.S., Kim S.Y., 2008 — *Yang M.C., Choi S.U., Choi W.S., Kim S.Y.* Guaiane Sesquiterpene Lactones and Amino Acid-Sesquiterpene Lactone Conjugates from the Aerial Parts of *Saussurea pulchella* // J. Nat. Prod. – 2008. – Vol.71 –№ 4. – Pp. 678–683. <https://www.calameo.com/books/006917419724d927ff743>

Инновационный патент РК, 2015 — *Инновационный патент РК.* Способ получения 3(е)-оксимозвдесм-1(2), 4(5)-диен-6,12-олида. – 2015. бюл. – №8.

Инновационный патент РК, 2011 — *Инновационный патент РК*. Модифицированное производное сantonина с противоопухолевой активностью. –2011. Бюл. – № 12.

А.Н. Искандеров, П. Войтишек, С.К. Жокижанова, А.А. Джаденова, Н. Мерхатулы, 2022 — *А.Н. Искандеров, П. Войтишек, С.К. Жокижанова, А.А. Джаденова, Н. Мерхатулы*. Стереоконтролируемые внутримолекулярные превращения (-)- α сantonина // Вестник КазНУ. Серия химическая. – 2022. – №1. – С.44–49.

Адеkenов С.М., 2008 — *Адеkenов С.М.* Перспективы переработки растительного сырья республики и создание оригинальных лекарственных препаратов //Матер. VI Международного Беремжановского съезда по химии и химической технологии. – Караганда. – 2008. – С. 30–35.

PASS online, 2022 — *PASS online* //URL: <http://www.way2drug.com/passonline/predict.php> – 2022.

Wang J., Su S., Zhang S., Zhai S., Sheng R., Wu W., Guo R., 2019 — *Wang J., Su S., Zhang S., Zhai S., Sheng R., Wu W., Guo R.* Structure-activity relationship and synthetic methodologies of α -santonin derivatives with diverse bioactivities //A mini-review. Eur J Med Chem. – 2019. – Volume 175. - Pp. 215–233. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.04.066>

Keep V.V., Shustov A.V., Shulgau Z.T., 2022 — *Keep V.V., Shustov A.V., Shulgau Z.T.* RT-PCR test for detecting the SARS-COV-2 coronavirus and a method for quantifying the content of the SARS-COV-2 virus in the lung tissues of experimental animals // Methodological recommendations. – Astana. – 2022. – P. 17.

REFERENCES

Adekenov S.M., 2012 — *Adekenov S.M.* Search for sesquiterpene lactones in plant sources. Distribution in nature, isolation, study of the structure of molecules and their properties // Proceedings of the V All-Russian Conference with international participation: “New achievements in chemistry and chemical technology of plant raw materials. Barnaul. – 2012. – Pp. 244–245.

Patent 1710062, 1992 — *Patent 1710062*. Method for obtaining sesquiterpene lactones – 1992. bul. – No. 5.

Yang M.C., Choi S.U., Choi W.S., Kim S.Y., 2008 — *Yang M.C., Choi S.U., Choi W.S., Kim S.Y.* Guaiane Sesquiterpene Lactones and Amino Acid-Sesquiterpene Lactone Conjugates from the Aerial Parts of *Saussurea pulchella* // J. Nat. Prod. - 2008. – Vol.71. No. 4. – Pp. 678–683. <https://www.calameo.com/books/006917419724d927f743>

Innovative patent of the Republic of Kazakhstan, 2015 — *Innovative patent of the Republic of Kazakhstan*. Method for obtaining 3(e)-oxymoeudesm-1(2), 4(5)-diene-6,12-olide. –2015. bul. – № 8.

Innovative patent of the Republic of Kazakhstan 2011 — *Innovative patent of the Republic of Kazakhstan*. Modified derivative of santonin with antitumor activity. – 2011. bul. – № 12.

A.N. Iskanderov, P. Voitishkek, S.K. Zhokizhanova, A.A. Dzhadenova, N. Merkhatuly, 2022 — *A.N. Iskanderov, P. Voitishkek, S.K. Zhokizhanova, A.A. Dzhadenova, N. Merkhatuly*. Stereocontrolled intramolecular transformations of (-)- α santonin // Bulletin of KazNU. Chemical series. – 2022. – № 1. – Pp. 44–49.

Adekenov S.M., 2008 — *Adekenov S.M.* Prospects for the processing of vegetable raw materials of the republic and the creation of original drugs // Mater. VI International Beremzhanovsky Congress on Chemistry and Chemical Technology. – Karaganda. – 2008. – Pp. 30–35.

PASS online, 2022 — *PASS online*. // URL: <http://www.way2drug.com/passonline/predict.php> - 2022.

Wang J., Su S., Zhang S., Zhai S., Sheng R., Wu W., Guo R., 2019 — *Wang J., Su S., Zhang S., Zhai S., Sheng R., Wu W., Guo R.* Structure-activity relationship and synthetic methodologies of α -santonin derivatives with diverse bioactivities //A mini-review. Eur J Med Chem. – 2019. – Volume 175. – Pp. 215–233. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.04.066>

Keep V.V., Shustov A.V., Shulgau Z.T., 2022 — *Keep V.V., Shustov A.V., Shulgau Z.T.* RT-PCR test for detecting the SARS-COV-2 coronavirus and a method for quantifying the content of the SARS-COV-2 virus in the lung tissues of experimental animals // Methodological recommendations. – Astana. – 2022. – P. 17.

(2023) NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 455 (2023), 33-42

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.161>

UDK 547.99. IRSTI 61.45.36

© M.D. Dauletova^{1*}, A.K. Umbetova¹, G.S. Burasheva¹, M.I. Chaudhari², 2023

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty;

²Pakistan, Karachi, University of Karachi.

E-mail: dmd_09@inbox.ru

COMPARATIVE STUDY OF THE ACID COMPOSITION OF KAZAKH PLANT SPECIES OF THE GENUS *ATRAPHAXIS*

Dauletova M.D. — PhD student, Faculty of Chemistry and Chemical Technologies, Al-Farabi Kazakh National University. Al-Farabi 71, 050040 Almaty, Kazakhstan

E-mail: dmd_09@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0969-6056>;

Umbetova A.K. — PhD, Senior Lecturer, Faculty of Chemistry and Chemical Technologies, Al-Farabi Kazakh National University. Al-Farabi 71, 050040 Almaty, Kazakhstan

E-mail: alma_0875@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9879-5398>;

Burasheva G.Sh. — Doctor of Chemical Sciences, Professor, Faculty of Chemistry and Chemical Technologies, Al-Farabi Kazakh National University. Al-Farabi 71, 050040 Almaty, Kazakhstan

E-mail: gauharbur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2935-3531>;

Chaudhary M. — Iqbal-professor. International Center for Chemical and Biological Sciences, Karachi University, 75270 Karachi, Pakistan

E-mail: iqbal.choudhary@iccs.edu, <https://orcid.org/0000-0001-5356-3585>.

Abstract. This article presents the results of a quantitative determination of the amino acid and fatty acid composition in the aerial parts of plants of the genus *Atraphaxis* (*Atraphaxis virgata*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Atraphaxis spinosa*, *Atraphaxis muschketowii*, *Atraphaxis pungens*), belonging to the Polygonaceae family, harvested in the Almaty region (Aksai Gorge, Bakanas district, Kokpek village). In five plant species of the genus *Atraphaxis*, by gas-liquid chromatography, it was found by quantitative content of 20 amino acids, of which 8 are essential. Among the identified amino acids, most belong to the aliphatic group, including those containing an oxy group and sulfur-containing compounds. g compounds. In two plant species of the genus *Atraphaxis* (*A.virgata*, *A.pyrifolia*), the capillary electrophoresis method determined the quantitative content of 13 amino acids, of which 7 are essential. In *A.pyrifolia*, the mass fraction of protein was determined by the titrimetric method, by detecting the quantitative content of total nitrogen on the Kjeldahl apparatus. Quantitative content of fatty acids in the aboveground part of *Atraphaxis* plants (*Atraphaxis virgata*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Atraphaxis spinosa*, *Atraphaxis muschketowii*, *Atraphaxis pungens*) was analyzed by gas-liquid chromatography. The content of 8 unsaturated fatty acids was obtained, where a relatively high content of oleic, linoleic and palmitic acid is manifested (C_{18:1}, C_{18:2} and C_{16:0}). Thus, it was revealed that unsaturated fatty acids predominate in the composition of vegetable raw materials. The analysis of the acid composition of raw materials was carried out by gas-liquid chromatography on the device "CARLO ERBA-4200" (Italy) and by electrophoresis on the capillary electrophoresis system "Drops".

Keywords: amino acids, fatty acids, curly hair, *Polygonaceae*, *Atraphaxis*, chromatography, electrophoresis

© M.Д. Даулетова^{1*}, A.K. Умбетова¹, Г.Ш. Бурашева¹, M.И. Чаудхари², 2023

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

²Карачи университеті, Карачи, Пәкістан.

ATRAPHAXIS ТҰҚЫМДАС ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ӨСІМДІК ТҮРЛЕРІНІҢ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Бұл мақалада Алматы облысында (Ақсай шатқалы, Бақанас ауданы, Көкпек ауылы) дайындалған *Polygonaceae* тұқымдасына жататын *Atraphaxis* (*Atraphaxis virgata*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Atraphaxis spinosa*, *Atraphaxis muschketowii*, *Atraphaxis pungens*) өсімдік түрлерінің жер үсті бөлігінің аминқышқылдары және май қышқылдары мөлшерінің сандық құрамын анықтау нәтижелері келтірілген. *Atraphaxis* тұқымдас бес өсімдік түрінен газ-сұйық хроматография әдісімен 20 аминқышқылының сандық құрамы анықталды, оның 8-і ағзадағы маңызды амин қышқылдарына жатады. Анықталған аминқышқылдарының көпшілігі алифаттық топқа жатады, соның ішінде құрамында окси тобы және құрамында күкірт бар қосылыстар. *Atraphaxis* (*A. virgata*, *A. pyrifolia*) тұқымдас өсімдіктің екі түрінде капиллярлық электрофорез әдісімен 13 амин қышқылының сандық құрамы анықталды, оның 7-і ағзадағы маңызды амин қышқылдарына жатады. *A. pyrifolia* өсімдік түрінен ақуыздың массалық үлесі Кьелдаль аппаратындағы жалпы азоттың сандық құрамын анықтау арқылы титриметриялық әдіспен анықталды. *Atraphaxis* (*Atraphaxis virgata*, *Atraphaxis pyrifolia*, *atrphaxis spinosa*, *Atraphaxis muschketowii*, *Atraphaxis pungens*) өсімдік түрінің жер үсті бөлігіндегі май қышқылдарының сандық құрамы газ-сұйық хроматография әдісімен анықталды. Талдау нәтижелерінде 8 қанықпаған май қышқылының құрамы анықталды, онда олеин, линол және пальмитин қышқылының салыстырмалы түрде жоғары мөлшері бөлінді ($C_{18:1}$, $C_{18:2}$ және $C_{16:0}$). Осылайша, өсімдік шикізатының құрамында қанықпаған май қышқылдары басым екендігі анықталды. Шикізаттың қышқылдық құрамын талдау "Carlo ERBA-4200" (Италия) құрылғысында газ-сұйық хроматография әдісімен және "Капель" капиллярлық электрофорез жүйесінде электрофорез әдісімен жүзеге асырылды.

Түйін сөздер: амин қышқылдары, май қышқылдары, курчавка, *Polygonaceae* *Atraphaxis*, хроматография, электрофорез

© М.Д. Даулетова^{1*}, А.К. Умбетова¹, Г.Ш. Бурашева¹, М.И. Чаудхари², 2023

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, Алматы.

²Университет Карачи, Пакистан, Карачи.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИСЛОТНОГО СОСТАВА КАЗАХСТАНСКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ РОДА *ATRAPHAXIS*

Аннотация. В данной статье представлены результаты количественного определения аминокислотного и жирно кислотного состава в надземной части растений рода *Atraphaxis* (*Atraphaxis virgata*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Atraphaxis spinosa*, *Atraphaxis muschketowii*, *Atraphaxis pungens*), принадлежащего к семейству *Polygonaceae*, заготовленных в Алматинской области (Ақсайское ущелье, Бақанаский район, село Көкпек). В пяти видах растений рода *Atraphaxis* методом газожидкостной хроматографии было обнаружено по количественному содержанию 20 аминокислот, из которых 8 являются незаменимыми. Среди идентифицированных аминокислот большинство относятся к группе алифатических, в том числе содержащими окси группу и серосодержащие соединения. В двух видах растений рода *Atraphaxis* (*A. virgata*, *A. pyrifolia*) методом капиллярного электрофореза определено по количественному содержанию 13 аминокислот, из которых 7 являются незаменимыми. В *A. pyrifolia* массовую долю белка определили титриметрическим методом, за счет выявления количественного содержания общего азота на аппарате Кьелдаля. Количественное содержание жирных кислот в надземной части растений *Atraphaxis* (*Atraphaxis virgata*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Atraphaxis spinosa*, *Atraphaxis muschketowii*, *Atraphaxis pungens*) анализировали методом газожидкостной хроматографии. Получены содержание 8 ненасыщенных жирных кислот, где проявляется относительно высокое содержание, олеиновой, линолевой и пальмитиновой кислоты ($C_{18:1}$, $C_{18:2}$ и $C_{16:0}$). Таким образом, выявлено, что в составе растительного сырья преобладают ненасыщенные жирные кислоты. Анализ кислотного состава сырья осуществлен методом газожидкостной хроматографии на приборе «CARLO ERBA-4200» (Италия) и методом электрофореза на системе капиллярного электрофореза "Капель".

Ключевые слова: аминокислоты, жирные кислоты, курчавка, *Polygonaceae* *Atraphaxis*,

хроматография, электрофорез

Введение

Виды растений рода *Atraphaxis* не были подвергнуты систематическому исследованию, в связи с этим изучение химического состава, разработка методов выделения потенциально биологически активных веществ, исследование биологической активности и разработка новых лекарственных средств и фитопрепаратов является актуальным.

Растения рода Курчавка относятся к семейству Гречишные (Polygonaceae) лекарственные свойства которых лечат с глубокой древности.

В народной медицине имеет большое применение Ревень тангутский (*Rheum palmatum L.*), который также является представителем семейства Гречишных и используют как слабительное средство. Из этого растения готовят препарат хризорбин для лечения кожных заболеваний.

Ценное противоязвенное средство получают из черешков листьев ревеня волнистого (*R. undulatum*), их ткани содержат витамины С, Е, В2 и каротин. Среди гречишных есть также красильные растения. Горец красильный (*Polygonum tinctorium*) дает 4–5 % индиго, корень спорыша также дает синюю краску. Желтую краску получают из корней шавеля конского (*Rumex confertus*), краску горчичного цвета — из шавеля каиегра. В бассейне реки Конго (Заир) культивируют шавель абиссинский (*R. abyssinicus*), дающий красную краску.

Среди гречишных есть ценные пищевые растения. Широко известной крупяной культурой является гречиха посевная. Плоды гречихи дают крупу — высококалорийный продукт, который содержит ценные для организма человека белки, углеводы, жиры, органические кислоты, витамины. Из гречихи промышленным способом получают рутин, который назначают при атеросклерозе и гипертонии. Среди гречишных есть ценные медоносы: гречиха, горец змеиный (*Polygonum bistorta*) и др. Гречишный мед имеет тонкий вкус и темно-коричневый цвет.

В справочном издании «Растительные ресурсы СССР» представлена качественная и количественная характеристика растений семейства *Polygonaceae*.

М.К. Кукуновым и М.М. Мухамедьяровой впервые было проведено исследование Казахских видов растения рода *Atraphaxis*. Ими была дана биоэкологическая характеристика, принадлежащая данному роду, с целью выявления новых флавоноидных растений. Было выявлено что растения рода *Atraphaxis* богаты флавоноидами.

В Казахстане род *Atraphaxis* встречается в Прибалхашье, на Алтае и Тарбагатае, в Джунгарском, Заилийском и Кунгей Алатау, в Чу-Илийских горах, Каратау, в Западном Тянь-Шане (Oscapov и др., 2018; Aitkulova и др., 2018; Aqzhigitova, 1982).

Химическое исследование видов *Atraphaxis* привели к выделению различных типов компонентов, включая фенольные соединения (Odonbayar и др., 2016), фенилпропаноиды, дубильные вещества (Aynehchi и др., 1981), 4-антрахиноны (Minghe Luo и др., 2017), флавоноиды (Odonbayar и др., 2016), флавоноидные гликозиды (Odonbayar и др., 2016), 7-β-ситостерин, бензоиды.

Казахскими учеными Умбетовой А.К., Бурашевой Г.Ш. был исследован химически состав *Atraphaxis virgata*, где был определен количественный состав полисахаридов 1,12 %, органических кислот 3,45 %, танинов 3,59 %, флавоноидов 5,5 % (Umbetova A.K и др., 2018). В работе Умбетовой А.К при исследований *Atraphaxis spinosa* методом хромато-масс-спектрологии установлено содержание липофильных компонентов – 26 органических соединений, где доминирует ди – (2-этилгексил) фталат (54,66 %) и β-ситостерол (13,11 %) (Umbetova и др., 2020).

Аминокислоты — органические соединения, в молекуле которых одновременно содержатся карбок-сильные и аминные группы. Это вещества первичного синтеза, они присутствуют во всех органах всех растений. Аминокислоты подразделяются на α, β, γ, σ и др. аминокислоты, в зависимости от расположения amino- и карбоксигрупп. Из них наиболее распространены α, β и γ. α-аминокислоты L-конфигурации — важнейшие составные части пептидов и белков. Также, в растениях могут содержаться одноосновные диамино- и двухосновные моноаминокислоты.

Вещества первичного синтеза, они присутствуют во всех органах всех растений. Все аминокислоты, при низком значении рН, проявляют свойства кислот, при высоком — оснований, а в изоэлектрической точке — как цвиттер ион. В связи с этим аминокислоты являются амфолитами.

Аминокислоты с циклическими фрагментами (фенилаланин, гистидин, триптофан, пролин и др.) отличает высокое отрицательное значение удельного вращения (Chichibabin, 1957).

Для качественного и количественного определения аминокислот используют гель-фильтрацию, бумажную, тонкослойную, ионообменную и ВЭЖХ хроматографию (аминокислотный анализатор), а также электрофорез.

Изучение состава жирных кислот (ЖК) растений имеет важное практическое значение и вызывает научный интерес. Известно, что незаменимые ЖК не синтезируются в организме человека и животных и должны поступать с пищей. Они являются исходным продуктом для синтеза соединений, обладающих широчайшим спектром биологической активности (Gladishev, 2012).

В работе впервые представлены сравнительные данные содержания аминокислотного и жирно кислотного состава в изучаемых 5 видах *Atraphaxis* в зависимости от места произрастания и периода вегетации.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования, выбраны надземная часть растения рода *Atraphaxis*, заготовленные в период цветения и плодоношения в районе Аксайского ущелья, в Баканаском районе и села Кокпек Алматинской области.

Целью работы является проведение сравнительного количественного анализа аминокислотного состава и определение содержания массовой доли белка в надземной части растений рода *Atraphaxis*

Определение аминокислотного и жирно кислотного состава сырья осуществлен методом газожидкостной хроматографии на приборе «CARLOERBA-4200» (Италия), массовую долю протеиногенных аминокислот в форме фенилизотиокарбамильных производных (ФТК-производных) в растительном сырье анализировали с помощью капиллярного электрофореза.

Результаты и обсуждение

Сведения об аминокислотах, синтезируемых растениями, говорят об их функциях в аминокислотном обмене, фармакологической активности некоторых из них, особенно при формировании факторов противинфекционной защиты организма при заболеваниях верхних дыхательных путей (Buhanova, 2015; Drozdova и др., 2015).

Для определения аминокислот в экстракте 1 г анализируемого вещества, гидролизуют в 5 мл 6 N соляной кислоты при 105°C в течение 24 часов. Полученный гидролизат упаривали до минимального объема на роторном испарителе при температуре 40–50°C и давлением 1 атмосфера. Далее наносили на колонку с ионообменной смолой Дауэкс Н-8, 200–400 меш, аминокислоты связываются в результате катионного обмена. Для элюирования аминокислот колонку промывали 6N раствором NH₄OH, элюат объединяли и упаривали. К полученной смеси добавляли 1 мл свежеприготовленного ацилирующего агента. Для разделения ацетилпроизводных аминокислот использовали колонку из нержавеющей стали размером 400x3 мм, заполненную полярной смесью: 0,31 % карбовакса 20 М, 0,28 % силара 5 СР и 0,06 % лексана на хромосорбе WAW 120–140 меш. Содержимое тщательно перемешивают и по мере того, как отчетливо образуется 2 слоя жидкостей – берут верхний (этиацетатный) для газохроматографического анализа (Goryaeva, 1977), который проводили на газо-жидкостном хроматографе «CARLOERBA-4200» (Италия).

Условия хроматографирования:

- температура пламенно-ионизационного детектора – 300°C;
- температура испарителя – 250°C;
- начальная температура колонки – 110°C;
- конечная температура колонки – 250°C;
- скорость программирования температуры колонки: от 110°C до 185°C–186°C. При достижении температуры колонки 250°C она должна сохраняться такой до полного выхода всех аминокислот.

Данные аминокислотного состава сырья представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ аминокислот в исследуемых видах рода *Atraphaxis*

Аминокислоты	Содержание, %				A. pyrifolia, Кокпек	A. muschki	A. pungens Баканас,
	A. spinosa, Баканас,	A. virgata, Аксай,	Баканас,	Кокпек,			

	цветения	цветения	цветения	цветения	плодоношения	цветения	плодоношения	etowii	цветения
Аланин	9,022	0,608	0,546	0,292	0,844	8,845	0,817	8,969	0,622
Глицин	3,843	0,305	0,205	0,380	0,305	3,453	0,319	3,476	0,265
Валин	2,639	0,200	0,182	0,274	0,190	3,150	0,291	3,142	0,182
Лейцин	4,902	0,450	0,314	0,320	0,368	3,637	0,336	3,654	0,338
Изолейцин	4,627	0,370	0,295	0,280	0,315	3,248	0,300	3,231	0,319
Треонин	2,175	0,198	0,170	0,263	0,171	3,009	0,278	3,030	0,150
Серин	3,684	0,255	0,288	0,345	0,306	3,897	0,360	3,899	0,254
Пролин	6,701	0,548	0,398	0,506	0,412	5,684	0,528	5,771	0,462
Метионин	0,870	0,100	0,04	0,074	0,060	0,898	0,083	0,891	0,060
Аспарагиновая кислота	9,515	0,978	1,450	1,348	1,055	15,190	1,403	15,153	0,858
Цистин	0,348	0,090	0,018	0,020	0,012	0,2598	0,024	0,245	0,024
Фенилаланин	31,349	0,300	0,306	0,292	0,220	3,313	0,306	3,342	0,216
Глутаминовая кислота	32,027	1,284	2,640	2,510	2,456	28,313	2,615	28,412	2,208
Орнитин	0,0145	0,009	0,001	0,002	0,001	0,0216	0,002	0,022	0,001
Тирозин	3,336	0,233	0,320	0,334	0,258	3,811	0,352	3,832	0,230
Гистидин	2,639	0,198	0,172	0,200	0,160	2,317	0,214	2,284	0,182
Аргинин	3,974	0,278	0,332	0,542	0,325	6,149	0,568	6,194	0,274
Лизин	3,046	0,25	0,250	0,305	0,200	3,540	0,327	3,498	0,21
Триптофан	5,802	0,07	0,067	0,080	0,062	0,909	0,084	0,924	0,04
Оксипролин	0,0145	0,020	0,001	0,001	0,001	0,021	0,002	0,022	0,001

Согласно приведенным данным в таблице 1 в надземной части растений рода *Atraphaxis* было обнаружено по количественному содержанию 20 аминокислот, из которых 8 являются незаменимыми (треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, лизин, триптофан). Среди идентифицированных аминокислот большинство относятся к группе алифатических. Алифатические кислоты представлены 8 моноаминокарбонными кислотами (глицин, аланин, валин, изолейцин, лейцин), в т.ч. содержащими оксигруппу (треонин, серин) и серосодержащими (метионин, цистин) соединениями. Моноаминодикарбонные кислоты представлены аспарагиновой (аспарат) и глутаминовой кислотами (глутамат), диаминомоно-карбонные кислоты — лизином, аргинином и орнитином. Из ароматических аминокислот обнаружены тирозин, фенилаланин и триптофан. Гетероциклические кислоты представлены гистидином, пролином, оксипролином.

Низкое содержание аминокислот, таких как, оксипролиновая и орнотиновая кислоты наблюдаются во всех видах растения рода *Atraphaxis*.

Известно, что глутаминовая кислота участвует в поддержании дыхания мозговых клеток, стимулирует окислительные процессы. Аланин представляет интерес как эффективное средство профилактики ишемических нарушений в мозге (Sampieva, 2010). Лейцин, метионин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты оказывают положительное влияние на сердечно-сосудистую систему, также применяются при аритмиях, гипоксиях и заболеваниях центральной нервной системы (Shilova, 2008).

Ниже нами приведена сравнительная диаграмма (рисунок 1) количественного анализа ами-нокислот в составе растения *A. virgata* и *A. pyrifolia*.

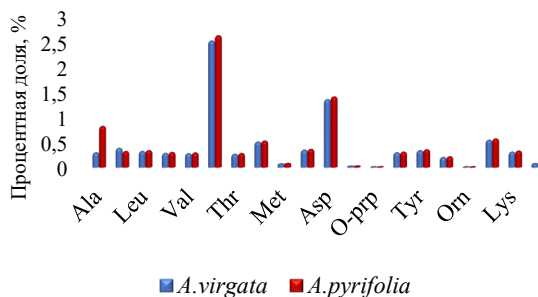


Рисунок 1 - Сравнительная диаграмма количественного анализа аминокислот методом ГЖХ в составе растения *A. virgata* и *A. pyrifolia*.

Массовую долю протеиногенных аминокислот в форме фенилизотиокарбамильных производных (ФТК-производных) в растительном сырье анализировали с помощью капиллярного электрофореза. Сущность метода заключается в разложении пробы для анализа кислотным гидролизом с переводом аминокислот в свободные формы, получении ФТК-производных аминокислот, дальнейшем их разделении и количественном определении методом капиллярного электрофореза.

Система капиллярного электрофореза (далее-прибор) с источником высокого напряжения положительной полярности, оснащенная кварцевым капилляром длиной 75 см и внутренним диаметром 50 мкм, фотометрическим или спектрофотометрическим детектором, позволяющим проводить измерения при длине волны от 250 до 260 нм, и компьютером со специальным программным обеспечением для регистрации и обработки электрофореграмм, система капиллярного электрофореза "Капель" с программным обеспечением "Эльфран".

Для определения аминокислот анализируемую пробу массой (0,100±0,001) г помещают в кварцевую или фарфоровую чашку, добавляют 5,0 см свежеприготовленной окислительной смеси и выпаривают при постоянном перемешивании в струе теплого воздуха при температуре 60°C досуха. Сухой остаток количественно переносят в виалу для гидролиза, используя 10,0 см соляной кислоты. Виалу для гидролиза герметично закрывают завинчивающейся крышкой и перемешивают.

Виалы для гидролиза устанавливают в сушильный шкаф. Гидролиз проводят при температуре 110°C в течение 14–16 ч. По окончании гидролиза виалы для гидролиза вынимают из шкафа и охлаждают до комнатной температуры. Содержимое виал для гидролиза после охлаждения фильтруют через фильтры "синяя лента".

В стеклянные бюксы вместимостью 10–15 см отбирают по 0,05 см подготовленных гидролизатов. Растворы выпаривают досуха в струе теплого воздуха. В каждый бюкс с сухими остатками добавляют 0,15 см раствора углекислого натрия и 0,3 см раствора ФИТЦ. Тщательно перемешивают до растворения осадка, закрывают крышкой и оставляют на 35 мин при комнатной температуре. Затем растворы выпаривают досуха в струе теплого воздуха. Подготовленные растворы переносят в пробирки типа Эппендорф, центрифугируют в течение 5 мин при скорости вращения 5000 об/мин.

Для каждого подготовленного раствора регистрируют не менее двух электрофореграмм. По окончании регистрации проверяют правильность автоматической разметки пиков. Используя программное обеспечение, проводят идентификацию аминокислот в пробе по совпадению времен их миграции в пробе и контрольном растворе при ширине окна идентификации не более 5 %.

В таблице 2 указаны значения аминокислотного состава, анализированные методом электрофореза надземной части *A. virgata* и *A. pyrifolia* заготовленных в разных регионах Алматинской области.

Таблица 2 – Сравнительная таблица аминокислотного состава надземной части *A. virgata* и *A. pyrifolia*

№	Аминокислоты	Процентная доля, %	
		<i>A. virgata</i> ., Аксайское ущелье, период цветения	<i>A. pyrifolia</i> , с.Кокпек, период плодоношение

1	Аргинин	Arg	2,805	2,254
2	Лизин	Lys	0,198	0,525
3	Тирозин	Tyr	0,094	0,401
4	Фенилаланин	Phe	0,160	0,494
5	Гистидин	His	0,082	0,303
6	Лейцин+изолейцин	Leu+ Ile	0,200	0,648
7	Метионин	Met	0,038	0,117
8	Валин	Val	0,186	0,679
9	Пролин	Pro	0,240	1,019
10	Треонин	Tyr	0,166	0,463
11	Серин	Ser	0,172	0,463
12	Аланин	Ala	0,182	0,494
13	Глицин	Gly	0,162	0,494

Согласно полученным данным, в *A. virgata* и *A. pyrifolia* обнаружены по количественному содержанию 13 аминокислот, из которых 7 являются незаменимыми (валин, лейцин, изолейцин, метионин, лизин, треонин, фенилаланин). Алифатические кислоты представлены 4 моноамино-карбоновыми кислотами (аланин, валин, изолейцин, лейцин), в том числе содержащими оксигруппу (треонин, серин) и серосодержащими (метионин) соединениями. Из ароматических аминокислот обнаружены тирозин, фенилаланин. Гетероциклические кислоты представлены гистидином, пролином.

Белок (протеин) — это органическое соединение, являющееся исключительно важным питательным веществом, определяющим ценность растительного сырья. Белки — это высокомолекулярные органические соединения, построенные из аминокислот, соединенных между собой пептидными связями. Все белки, независимо от структуры, свойств и функций, построены из одних и тех же аминокислот, в состав которых входит азот.

Содержание белка в растительном сырье определяется титриметрическим методом за счет определения количественного содержания общего азота на аппарате Кьельдаля. Метод Кьельдаля является наиболее точным, который заключается в окислении (сжигании) органических веществ концентрированной серной кислотой при кипячении в присутствии катализатора. Содержание белка определяют по количеству азота.

Для определения количественного содержания белка навеску из гомогенной массы берут с таким расчетом, чтобы в пробе содержалось примерно 20...25 мг азота. Метод основан на сжигании органических компонентов сырья в присутствии серной кислоты. Выделяющийся при этом азот улавливается серной кислотой и образуется сульфат аммония. При добавлении едкого натра выделяется аммиак, который отгоняют в раствор серной кислоты. Выделившийся аммиак определяют титрованием. Для ускорения сжигания применяют катализатор: смесь сернистой меди и сернистого натрия.

В колбу Кьельдаля переносят навеску, которую берут на аналитических весах в лодочку из алюминиевой фольги или под пергаментной бумаги, добавляют цилиндром 20 см³ серной кислоты, вливая ее постепенно по стенкам колбы и смывая частицы продукта. В колбу добавляют катализатор (0,5 г сернистой меди и 7,5 г сернистого натрия), устанавливают ее в наклонном положении в вытяжном шкафу в нагревательный прибор, приливают 1 см³ этилового спирта. Колбу закрывают грушевидной стеклянной пробкой и осторожно нагревают. При образовании пены в первый период окисления колбу следует снять с нагревательного прибора и дать пене осесть, а затем продолжить нагревание, следя за тем, чтобы пена не попала в горло колбы. После прекращения пенообразования нагрев усиливают. Степень нагревания считают достаточной, когда кипящая кислота конденсируется в средней части горлышка колбы Кьельдаля.

Время от времени содержимое колбы перемешивают, смывая частицы со стенок колбы. Нагревание продолжают до тех пор, пока жидкость не станет бесцветной (слегка голубоватой) и совершенно прозрачной. Содержимое колбы охлаждают, осторожно по стенке добавляют 50 см³ дистиллированной воды, перемешивают и охлаждают.

В коническую колбу вместимостью 250 см³ пипеткой отмеривают 40 см³ 0,05 моль/дм³ серной кислоты, добавляют четыре капли индикатора, перемешивают и погружают наконечник, соединенный с холодильником, в кислоту на 1,5...2 см.

В перегонную колбу переносят содержимое колбы Кьельдаля, ополаскивая ее несколько раз, 100...150 см³ дистиллированной воды, опускают красную лакмусовую бумажку и соединяют с холодильником с помощью каплеуловителя. Отмеривают цилиндром 80 см³ 33%-ного раствора гидроксида натрия и через делительную воронку вливают его в перегонную колбу. Сразу же после добавления щелочи закрывают кран делительной воронки для предотвращения потерь аммиака. Содержимое колбы нагревают до кипения, при этом необходимо избегать пенообразования. Продолжают перегонку до тех пор, пока жидкость не станет вскипать толчками. Нагрев регулируют таким образом, чтобы продолжительность дистилляции была не менее 20 мин. Перед окончанием перегонки опускают коническую колбу так, чтобы конец наконечника оказался над поверхностью раствора серной кислоты, и продолжают перегонку еще 1...2 мин. Нагревание прекращают. В коническую колбу смывают небольшими порциями дистиллированной воды остатки раствора серной кислоты с внутренней и внешней поверхностей наконечника. Дистиллят титруют 0,1

В таблице 3 приведены значение белка в *A. pyrifolia*, произрастающих в с.Кокпек, отобранных в период плодоношения.

Таблица 3 – Содержание белка в *Atraphaxis pyrifolia*

№	Наименование показателя	Процентная доля, %
1	Массовая доля белка	6,93

Жирные кислоты — алифатические одноосновные карбоновые кислоты с открытой неразветвленной цепью из четного числа атомов углерода, в этерифицированной форме содержащиеся в веществах липидной природы растительного и животного происхождения. Полиненасыщенные жирные кислоты с 18 атомами углерода (линолевая, линоленовая) являются предшественниками физиологически значимых соединений. Основным источником полиненасыщенных жирных кислот является пища, в том числе и растительные продукты (Titov, 2006).

Содержание жирных кислот определяли на газо-жидкостном хроматографе «Карло-Эрба-4200» (Италия-США) после предварительного извлечения из исследуемого материала смесью хлороформ-метанол в соотношении 2:1 в течение 5 мин Метилирование проводили в присутствии метанола и хлористого ацетила при температуре-60–70⁰С в специальной системе в течение 30 минут. Затем метанол выпаривали на ротаторном испарителе, а образец экстрагировали гексаном. Хроматографическое разделение проводили при следующих условиях: температура инжектора 188⁰С, температура детектора 230⁰С, температура термостата 188⁰С; содержимое колонки: полиэтилен-гликольдипинат (20 %) на целите -545 (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание жирных кислот в надземной части некоторых видов растений родов: курчавка (*Atraphaxis*)

Название кислоты	A. spinosa	Содержание, %							
		A. virgata				A. muschketowii	A. pyrifolia, Кокпек,	A. pungens	
		Аксай, цветения	Баканас, цветения	Кокпек,				Баканас, цветения	
				Цветения	Плодоношения		Цветения	Плодоношения	
Миристиновая (C14:0)	1,1	2,1	0,4	1,0	1,1	1,8	1,3	1,2	1,1
Пентадекановая (C15:0)	1,8	2,0	0,6	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8	1,8
Пальмитиновая (C16:0)	6,5	8,1	6,5	11,2	16,3	11,2	12,3	11,7	6,5
Пальмиталениновая (C16:1)	0,7	1,5	0,4	0,1	1,0	0,1	0,2	0,1	2,9
Стеариновая (C18:0)	2,9	4,2	3,4	5,4	4,2	5,4	6,1	5,7	0,7
Олеиновая (C18:1)	64,4	54,4	62,0	50,5	22,1	50,5	49,3	49,1	64,4
Линолевая (C18:2)	21,5	26,2	26,0	30,5	15,3	30,5	29,2	31,8	21,3

Линоленовая (C18:3)	1,3	15	0,7	0,5	39,2	0,0005	0,7	0,6	1,3
------------------------	-----	----	-----	-----	------	--------	-----	-----	-----

В результате количественного анализа жирных кислот, нами были обнаружены следующие наблюдения: приведенные данные в таблице 4 свидетельствуют об относительно высоком содержании, олеиновой, линолевой и пальмитиновой кислоты (C_{18:1}, C_{18:2} и C_{16:0}) в надземной части рода *Atraphaxis*. Таким образом, было выявлено, что в составе растительного сырья преобладают ненасыщенные жирные кислоты.

Для наглядности, полученные значения содержания отдельных жирных кислот вынесены в диаграмму, которая иллюстрирует соотношение жирных кислот в *A.virgata* и *A.pyrifolia* (рисунок 2).

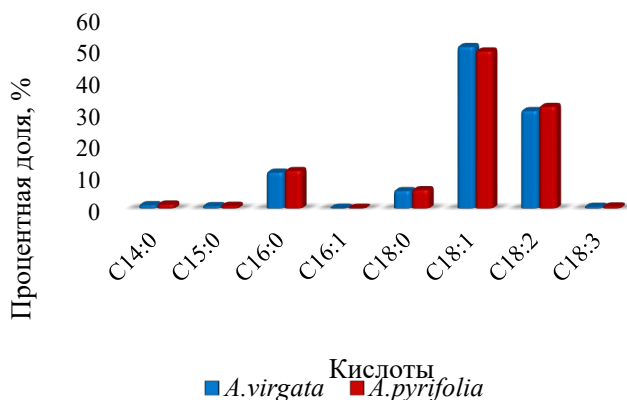


Рисунок 2. Диаграмма содержания жирных кислот в *A.virgata* и *A.pyrifolia*

Из экспериментальных данных следует, что для более углубленного исследования химического состава растений *Atraphaxis* мы отобрали *A.virgata* и *A.pyrifolia* заготовленных в Аксайском ущелье и села Копек Алматинской области. Растительное сырье подвергли к систематическому разделению для определения содержания первичных и вторичных метаболитов.

Заключение

В результате сравнительного количественного анализа состава пяти видов растений рода *Atraphaxis* (*Atraphaxis virgata*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Atraphaxis spinosa*, *Atraphaxis muschketowii*, *Atraphaxis pungens*) в зависимости от места произрастания и периода вегетации определено содержание белка в *A.pyrifolia* (6,93%), установлен аминокислотный состав, современными физико-химическими методами анализа.

Методом газожидкостной хроматографии было обнаружено по количественному содержанию 20 аминокислот, из которых 8 являются незаменимыми (треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, лизин, триптофан). Среди идентифицированных аминокислот большинство относятся к группе алифатических представлены 8 моноаминокарбоновыми кислотами (глицин, аланин, валин, изолейцин, лейцин), в т.ч. содержащими оксигруппу (треонин, серин) и серосодержащими (метионин, цистин) соединениями. Моноаминодикарбоновые кислоты представлены аспарагиновой (аспаратат) и глутаминовой кислотами, диаминомонокарбоновые кислоты – лизином, аргинином и орнитином. Из ароматических аминокислот обнаружены тирозин, фенилаланин и триптофан. Гетероциклические кислоты представлены гистидином, пролином, оксипролином.

Массовую долю протеиногенных аминокислот в растительном сырье *Atraphaxis* (*A.virgata*, *A.pyrifolia*) анализировали на капиллярном электрофорезе, было обнаружено по количественному содержанию 13 аминокислот, из которых 7 являются незаменимыми (валин, лейцин, изолейцин, метионин, лизин, треонин, фенилаланин). Алифатические кислоты представлены 4 моноаминокарбоновыми кислотами (аланин, валин, изолейцин, лейцин), в том числе содержащими оксигруппу (треонин, серин) и серосодержащими (метионин) соединениями. Из ароматических аминокислот

обнаружены тирозин, фенилаланин. Гетероциклические кислоты представлены гистидином и пролином.

Результаты количественного исследования жирных кислот свидетельствуют об относительно высоком содержании, олеиновой, линолевой и пальмитиновой кислоты (C_{18:1}, C_{18:2} и C_{16:0}) в надземной части растений *Atraphaxis*, произрастающих в разных регионах Казахстана. Таким образом, было выявлено, что в составе растительного сырья (*Atraphaxis virgata*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Atraphaxis spinosa*, *Atraphaxis muschketowii*, *Atraphaxis pungens*) преобладают ненасыщенные жирные кислоты.

REFERENCES

- Aitkulova R.E., Abubakirova A.A., Kudasova D.E., Kaldybekova G.M., 2016 — Role of medicinal plants from South Kazakhstan region for addition into livestock's fodder. News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan series of biological and medical 314: 155–158 <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1629> (in Eng.).
- Aqzhigitova N.I., 1982 — Halophilic vegetation of Central Asia and its indicative properties. Tashkent. P.192 (in Russian)
- Aynechi Y., Salehi Sormaghi M.H., Amin G.H. Ghahreman A., 2008 — Survey of Iranian Plants for Saponins, Alkaloids, Flavonoids and Tannins. I., Quarterly. DOI: 10.3109/13880208109070576 (in Eng.).
- Buhanova U.N., 2015 — Amino acid composition of the medicinal herbal preparation "Lorpolifit" for the treatment of diseases of the upper respiratory tract. 4:159–163. DOI: 10.14258/jcprm.201504820 (in Russ.).
- Chichibabin A.E., 1957 — Basic principles of organic chemistry. Moscow (in Russ.).
- Drozhdova I.L., Lupilina T.I., 2015 — Amino acid composition of the herb gray hiccup, Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 1:125–128 (in Russ.).
- Gladishev M.I., 2012 — Essential polyunsaturated fatty acids and their dietary sources for humans. 4. Pp. 352–386. DOI:10.31857/S0869813920050040 (in Russ.).
- Goryaeva M.I., Evdikova N.A (1977) — Handbook of Gas Liquid Chromatography. P. 550 (in Russ.).
- Minghe Luo, Zhaomeng Cui, Hongbo Huang, Xianqin Song, Aijun Sun, Yongjun Dang, Laichun Lu, Jianhua Ju, 2017 — Amino Acid Conjugated Anthraquinones from the Marine-Derived Fungus *Penicillium* sp. SCSIO soft101, 1668–1673. DOI:10.1021/acs.jnatprod.7b00269 (in Eng.).
- Oscanov B.S., Ikhsanov Y.S., Litvinenko Yu.A., Adekenov S.M., Burasheva G.Sh., 2018 — Biologically active substances from plant *sudaeda vera* and their anestizing activity, 2224–5308. DOI: 10.32014/2018.2518-1629.8 (in Eng.).
- Odonbayar B., Murata T., Batkhuu J., Yasunaga K., Goto R., Sasaki K., 2016 — Antioxidant Flavonols and Phenolic Compounds from *Atraphaxis frutescens* and Their Inhibitory Activities against Insect Phenoloxidase and Mushroom Tyrosinase, 3065–3071. DOI: 10.1021/acs.jnatprod.6b00720 (in Eng.).
- Sampieva K.T., 2010 — Study of the effects of certain amino acids in hypoxic hypoxia. 4:122–123 (in Russ.).
- Shilova I.V., 2008 — Amino acid and elemental composition of the active fraction of the Siberian prince. 3: 34–37 (in Russ.).
- Titov V.N., Lisicin D.M (2006) — Fatty acid. Physical chemistry, biology and medicine. (in Russ.).
- Umbetova A.K., Slan G.O., Omarova A.T., Burasheva G.Sh., Abidkulova K.T., 2018 — The study of chemical composition of *Atraphaxis virgata* from the Almaty region. 2224–5286. 1:42–45 (in Eng.)
- Umbetova A.K., Burasheva G.Sh., Ikhsanov Y.S., Abidkulova K.T., Beyatli A., Sagatova S.N., Askanova D.K., 2020 — Chemical research and biological activity of plants of the genus *Atraphaxis* (*A. spinosa*)/ 6:127–133. DOI: 0.32014/2020.2518-1491.107 (in Eng.)

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2, Number 455 (2023), 43–52

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.162>

УДК 549.31.665.72

МРНТИ 31.17.29

© M.A. Daurenbek, 2023

Non-profit limited company «Taraz regional university named M.KH. Dulaty»,
Taraz, Kazakhstan.

E-mail: mdaurenbek@mail.ru

ABOUT FOREIGN STUDIES OF ZnIn COMPOUND SULFIDE AS PHOTOCATALYSTS IN THE SYNTHESIS GAS PRODUCTION (status and tendencies)

Daurenbek Murat Amiruly — PhD student of specialty chemistry of the «Chemistry & chemical technology department», Non-profit limited company «Taraz regional university named M.KH. Dulaty», Suleimenov str., 7, Taraz, Kazakhstan

E-mail: mdaurenbek@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3275-2920>.

Abstract. The importance of solving the problems of carbon dioxide utilization is substantiated. The scheme of synthesis gas production is described. The function of the photocatalyst in the reaction of photocatalytic conversion of CO₂ has been determined. The place and role of complex sulfide compounds in the production of photocatalysts have been clarified. The review of the most significant foreign studies in the production of photocatalysts from more than 100 scientific papers, part of which are given in the article. Production of synthesis gas under the action of light on defective nanosheets; fabrication of ZnIn₂S₄-ZnAlO_x nanocomposite to reduce CO₂ to CO; oxygen doping of ZnIn₂S₄ nanosheets to accelerate photocatalytic conversion reaction of CO₂; quantitative evaluation of carrier dynamics in ZnIn₂S₄ with indium vacancies to enhance photocatalytic conversion of CO₂ are considered; phosphorus-doped metal-free ZnIn₂S₄ nanosheets for enhanced photocatalytic CO₂ conversion; ZnIn sulfide photocatalyst modified with NiS co-catalyst with ohmic transition for efficient CO₂ conversion; synthesis of Zn₃In₂S₆/TiO₂ for enhanced photocatalytic CO₂ conversion activity through electron transfer in Z-circuit; influence of composition defects in layered crystals of ternary metal chalcogenides (Zn_xIn₂S_{3+x}, x = 1–5) on carbon dioxide conversion by visible light; co-production of synthesis gas and C-N bond formation in one photo-oxidation-reduction cycle; construction of ZnIn₂S₄-CdIn₂S₄ microspheres for effective photocatalytic conversion of CO₂ under visible light; creation of one-dimensional TiO₂ nanotubes integrated into the ultrathin heterostructure of two-dimensional ZnIn₂S₄ nanosheets for highly efficient and selective CO₂ conversion; growth of ZnIn₂S₄

nanosheets on SiO₂ functionalized with amine for photocatalytic CO₂ conversion etc. are considered in this article.

The research trends of mixed ZnIn sulfide for increasing synthesis gas production are revealed.

Keywords: zinc-indium sulfide, synthesis gas production, photocatalyst, doping, photocatalytic conversion of CO₂, carbon monoxide

© М.Ә. Дәуренбек, 2023

КЕАҚ «М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті», Тараз, Қазақстан.

E-mail: mdaurenbek@mail.ru

СИНТЕЗ-ГАЗ ӨНДІРІСІНДЕ ФОТОКАТАЛИЗАТОР РЕТІНДЕ ZnIn КҮРДЕЛІ СУЛЬФИДІН ШЕТЕЛДІК ЗЕРТТЕУЛЕР ТУРАЛЫ (жағдайы мен тенденциялары)

Аннотация. Көмір қышқыл газын кәдеге жарату мәселелерін шешудің маңыздылығын егізделген. Синтез-газ алудың схемасы сипатталған. CO₂ фотокаталитикалық түрлендіру реакциясында фотокализатордың функциясы анықталды. Фотокализаторлар өндірісіндегі сульфидтердің күрделі қосылыстарының орны мен рөлі айқындалды. Кейбіреулері мақалада келтірілген фотокализаторларын өндіру саласындағы 100-ден астам ғылыми жұмыстардың ең маңызды шетелдік зерттеулеріне шолу жасалды. Ақаулы нанопарақтардағы жарықтың әсерінен синтез-газ өндіру; CO₂-ні CO-ға тотықсыздандыру үшін ZnIn₂S₄-ZnAlO_x нанокөмірдің жасау; CO₂ фотокаталитикалық түрлендіру реакциясын жеделдету үшін ZnIn₂S₄ нанопарақтарын оттегімен допирлеу; CO₂ фотокаталитикалық түрлендіруін күшейту үшін индийдің бос орындары бар ZnIn₂S₄ тасымалдау шылардың динамикасын сандық бағалау; CO₂ жақсартылған фотокаталитикалық түрлендіру үшін фосформен легирленген ZnIn₂S₄ металл емес нанопарақтары; CO₂-ні тиімді түрлендіру үшін NiS омдық ауысу сокатализаторымен өзгертілген ZnIn сульфиді фотокализаторы; Zn₃In₂S₆/TiO₂ синтезі Z - схемасы бойынша электрондарды тасымалдау арқылы CO₂ фотокаталитикалық түрлендіру белсенділігі нарттыру; үштік металл халькогенидтерінің қабатты кристалдарындағы (Zn_xIn₂S_{3+x}, x = 1–5) композиция ақауларының көрінетін жарықтың әсерінен көмірқышқыл газының түрленуіне әсері; бір фотототығу-тотықсыздану цикліндегі синтез-газды бірлесіп өндіру және C-N байланысының түзілуі; көрінетін жарықпен CO₂ тиімді фотокаталитикалық түрлендіру үшін ZnIn₂S₄-CdIn₂S₄ микросфераларын құрастыру; жоғары тиімді және селективті CO₂ түрлендіру үшін ZnIn₂S₄ екі өлшемді нанопарақтардың ультра жұқа гетерокұрылымына біріктірілген бір өлшемді TiO₂ нанотүтікшелерін жасау; CO₂ фотокаталитикалық түрлендіру үшін жұмыс жасаушы аминмен SiO₂-де ZnIn₂S₄ нанопарақтардың өсуі және т. б. қарастырылды.

Синтез-газ өндірісін ұлғайту мақсатында ZnIn аралас сульфидін зерттеу үрдістері анықталды.

Түйін сөздер: мырыш-индий сульфиді, синтез-газ өндірісі, фотокатализатор, допинг, CO₂ фотокаталитикалық түрлендіру, көміртегі тотығы

© М.А. Дауренбек, 2023

НАО «Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати»,

Тараз, Казахстан.

E-mail: mdaurenbek@mail.ru

О ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СЛОЖНОГО СУЛЬФИДА ZnIn В КАЧЕСТВЕ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИНТЕЗ-ГАЗА (состояние и тенденции)

Аннотация. Обоснована важность решения проблем утилизации углекислого газа. Описана схема получения синтез-газа. Определена функция фотокатализатора в реакции фотокаталитического преобразования CO₂. Выявлены место и роль комплексных соединений сульфидов в производстве фотокатализаторов. Приведён обзор наиболее значимых зарубежных исследований в области производства фотокатализаторов из более 100 научных работ, часть которых приведены в статье. Рассмотрены производство синтез-газа под действием света на дефектных нанолитах; изготовление нанокompозита ZnIn₂S₄-ZnAlO_x для восстановления CO₂ в CO; допирование кислородом нанолитов ZnIn₂S₄ для ускорения реакции фотокаталитического преобразования CO₂; количественная оценка динамики носителей в ZnIn₂S₄ с вакансиями индия для усиления фотокаталитического преобразования CO₂; безметалловые нанолиты ZnIn₂S₄, легированные фосфором для улучшенного фотокаталитического преобразования CO₂; для эффективного преобразования CO₂ фотокатализатор сульфид ZnIn, модифицированный сокатализатором NiS с омическим переходом; синтез Zn₃In₂S₆/TiO₂ для повышения активности фотокаталитического преобразования CO₂ посредством переноса электронов по Z-схеме; влияние дефектов состава в слоистых кристаллах тройных халькогенидов металлов (Zn_xIn_{2-x}S_{3+x}, x = 1–5) на преобразование диоксида углерода под действием видимого света; совместное производство синтез-газа и образование связи C-N в одном фотоокислительно-восстановительном цикле; конструирование микросфер ZnIn₂S₄-CdIn₂S₄ для эффективного фотокаталитического преобразования CO₂ видимым светом; создание одномерных нанотрубок TiO₂, интегрированных в ультратонкую гетероструктуру двумерных нанолитов ZnIn₂S₄, для высокоэффективного и селективного преобразования CO₂; рост нанолитов ZnIn₂S₄ на SiO₂, функционализированном амином для фотокаталитического преобразования CO₂ и др. Выявлены тенденции исследования смешанного сульфида ZnIn в целях увеличения производства синтез-газа.

Ключевые слова: сульфид цинк-индий, производство синтез-газа, фотокатализатор, допирование, фотокаталитическое преобразование CO₂, угарный газ

Введение

Как уже сообщалось, комплексное соединение сульфида $ZnIn$ обладает уникальными свойствами, что позволило ему найти достойное место в практическом применении. Так, в работе (Daurenbek, 2020), наряду с другими сульфидами приведены примеры исследований физико-химических свойств этого соединения с целью его применения в различных отраслях науки и техники. В статье (Daurenbek, 2022), представлены исследования названного сульфида в рамках выяснения его использования в производстве водорода. Здесь мы остановимся ещё на одном исследовании этого сульфида в целях его перспективного использования в производстве синтез-газа. Синтез-газ является главным источником сырья в химическом производстве важнейших веществ: аммиака, метанола, фосгена, диметилового эфира, синтетической нефти и моторных масел, различных углеводов, метилформиата, формамида, муравьиной кислоты и др. В свою очередь синтез-газ – продукт переработки угарного газа, сырьём для которого является углекислый газ. Колоссальным источником углекислого газа (20–40 %) являются попутные газы, образующиеся при добыче природного газа и нефти. Источником углекислого газа (30–40 %) также являются отходящие газы известковых и цементных заводов, колошниковых газов доменных печей (21–23 %), промышленные предприятия, транспорт и др. Очевидно, что утилизация хотя бы части этих выбросов приблизило бы к решению экологических проблем, связанных с парниковым эффектом. Отметим, что важнейшую роль в извлечении CO из углекислого газа является скорость этого процесса, для увеличения которой используются фотокатализаторы на основе смешанных сульфидов. Среди них наиболее перспективным оказался сульфид цинк-индий. Приведём примеры исследований физико-химических свойств фотокатализаторов на основе сульфида цинк-индий.

Состояние и тенденции исследований. 1. В работе (Wang, 2021) подчёркивается, что производство синтез-газа (CO и H_2) с использованием CO_2 в качестве источника газа не только снижает парниковый эффект, но и даёт ценное химическое сырьё. Однако традиционные фотокаталитические системы требуют использование благородных металлов или имеют низкий выход. В связи с этим авторы представляют нанолисты $ZnIn_2S_4$ с S – вакансиями. При этом обнаружено, что создание S – вакансий может придать $ZnIn_2S_4$ более сильное фотопоглощение, эффективное разделение электронов и дырок и большую адсорбцию CO_2 , что в результате способствует ускорению протекания реакций как выделения водорода (HER), так и реакции преобразования CO_2 (CO_2RR). Как следствие, при этом значительно увеличивается выход синтез-газа. В отличие от исходного $ZnIn_2S_4$ предложенный фотокатализатор V-S- $ZnIn_2S_4$ примерно в 4,73 раза увеличивает скорость выхода синтез-газа, а соотношение CO/H_2 изменилось от 1:4,18 до 1:1. Общее количество синтез-газа после 12-часового фотокатализа достигает $63,20$ ммоль $г^{-1}$, что даже выше, чем у традиционных катализаторов на основе благородных металлов.

2. В статье (Shao, 2021) отмечено, что преобразование солнечной энергии в

топливо привлекает всё большее внимание во всём мире. Однако эффективность такого преобразования остаётся относительно низкой из-за быстрой рекомбинации фотогенерированных носителей заряда. В связи с этим авторами предлагается нанокompозит $\text{ZnIn}_2\text{S}_4\text{-ZnAlO}_x$. При этом тонкослойная структура нанокompозита облегчает фотоиндуцированное разделение и перенос носителей заряда, а также обеспечивает превосходную адсорбционную способность по отношению к молекулам CO_2 . Такой нанокатализатор продемонстрировал высокую активность в преобразовании CO_2 под действием видимого света с оптимальной скоростью образования CO $1100 \text{ мкмоль г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$, что в 5 раз больше, чем у объёмного ZnIn_2S_4 . Показано, что соотношение CO/H_2 увеличивается с 0,2 при объёмном ZnIn_2S_4 до 1,5. Эксперименты *in situ* FT-IR показали, что на предложенном нанокатализаторе $\text{ZnIn}_2\text{S}_4\text{-ZnAlO}_x$ трансформация CO_2 в CO на происходит по пути образования COOH^* . Эта работа даёт представление о механизме фотокаталитической реакции преобразования CO_2 в синтез-газ.

3. В публикации (Pan, 2021) авторы отмечают, что разработка электронных свойств фотокатализаторов на основе полупроводников с использованием элементного легирования является эффективным подходом к улучшению их каталитической активности. Тем не менее, до сих пор остаются противоречия относительно роли допантов в фотокатализе. В исследовании ультратонкие наноллисты ZnIn_2S_4 (ZIS), допированные кислородом, были синтезированы однореакторным сольвотермическим методом. Наличие кислорода в решетке образца ZIS (O-ZIS) подтверждается спектрами XRD, XPS и комбинационным рассеянием. При оптимальном легировании кислородом ультратонкие наноллисты O-ZIS, облучаемые видимым светом, демонстрируют повышенную активность преобразования CO_2 в угарный газ со скоростью выделения последнего $1680 \text{ лмоль ч}^{-1} \text{ г}^{-1}$, что примерно в 7 раз выше, чем у недопированного сульфида. Расчеты показывают, что легирование кислородом в решетку наноллистов ZnIn_2S_4 играет ключевую роль в оптимизации ее электронных свойств. Замечательные фотокаталитические характеристики O-ZIS можно объяснить синергетическим следствием уникальной ультратонкослойной структуры и сдвигом вверх минимума зоны проводимости (CBM), вызванного легированием кислородом. Исследование предлагает простой метод элементного легирования сульфида кислородом, что даёт новое представление о высокоэффективном искусственном фотосинтезе.

4. В работе (He, 2022) отмечается о невыясненном влиянии дефектов решётки на количественную динамику носителей. В исследовании дефект решётки синтезированного чувствительного металлического ZnIn_2S_4 (VIn-rich-ZIS) вызван богатым содержанием вакансий индия, что приводит к высокой эффективности фотовосстановления CO_2 до CO . Количественно исследовано влияние дефектов на динамические параметры носителей. В результате выяснено, что длина диффузии неосновных носителей (LD) тесно связана с каталитическими характеристиками. Инфракрасная спектроскопия *in situ* и теоретические расчеты показали, что присутствие вакансий индия снижает энергетический барьер для превращения CO_2 в CO через промежуточное соединение COOH^* . Таким образом, высокая

скорость выделения CO достигает 298,0 мкмоль $\text{г}^{-1} \text{ч}^{-1}$, что почти в 28 раз выше, чем у ZnIn_2S_4 (VIn-бедный-ZIS) с малым количеством вакансий индия. Работа заполняет пробелы между каталитическими характеристиками дефектных фотокатализаторов и динамикой их носителей, и даёт ценную информацию для понимания механизма фотокатализа и разработки более эффективных дефектных фотокатализаторов.

5. Авторы статьи (Qin, 2021) отмечают, что сульфид ZnIn_2S_4 (ZIS) показал большой потенциал фотокаталитического преобразования солнечной энергии. Однако существенными проблемами этого материала являются сильная рекомбинация зарядов и недостаточная площадь поверхности. Легирование гетероатомами неметаллов считается эффективной стратегией улучшения его фотокаталитических характеристик. В исследовании наноллисты ZIS, легированные фосфором (P-ZIS) были приготовлены из исходного материала простой гидротермической обработкой ZIS с использованием NaH_2PO_4 . Исследовано влияние легирования фосфором на кристаллическую и зонную структуры, а также фотокаталитическую активность ZIS в преобразовании CO_2 в видимом свете. Обнаружено, что легирование фосфором в решётку ZIS играет ключевую роль в оптимизации её электронных свойств. Отношение ZIS к NaH_2PO_4 влияет на фотокаталитические характеристики P-ZIS, при этом оптимальное соотношение 1:15. Легированный фосфором P-ZIS демонстрирует замечательную фотокаталитическую скорость производства CO в видимом свете (18,8 мкмоль/30 мин), что в 2,5 раза выше, чем у недопированного ZIS. Особенность ультратонких наноллистов и смещение края зоны проводимости CB вверх приводят к повышению эффективности преобразования CO_2 . Исследование демонстрирует простой способ легирования P в ZIS, даёт рекомендации по контролируемому дефекту решётки и синтезу высокоэффективных фотокатализаторов путем легирования гетероатомами неметаллов.

6. В работе (Wang, 2022) авторами отмечена важность улучшения эффективности разделения фотогенерированных носителей для повышения фотокаталитической активности материала. Изучено фотокаталитическое преобразование CO_2 фотокатализатором с омическим переходом 3D/0D $\text{ZnIn}_2\text{S}_4/\text{NiS}$ при облучении солнечным светом. Благодаря триэтаноламиновым (TEOA) реагентам, образец $\text{ZnIn}_2\text{S}_4-2\% \text{NiS}$ имеет улучшенные характеристики преобразования CO_2 в угарный газ (выход CO 12,63 мкмоль $\text{ч}^{-1} \text{г}^{-1}$), что в два раза больше, чем для чистого ZnIn_2S_4 (выход 6,37 мкмоль $\text{ч}^{-1} \text{г}^{-1}$). Показано, что наночастицы NiS не только повышают эффективность генерации электронов и разделения зарядов за счет построения плотного контактного омического перехода, но и действуют как сокатализатор. При этом расширяется диапазон фотореакций и снижается реакционный барьер, что эффективно ускоряет реакцию фотокаталитического преобразования. Кроме того, трехмерная структура ZnIn_2S_4 увеличивает удельную поверхность, что облегчает диспергирование NiS. Генерация, разделение и миграция фотогенерированных электронных дырок изучаются с точки зрения кинетики с помощью переходного фототока, кривой вольтамперометрии с линейной разверткой и спектроскопией

фотолюминесценции. В работе раскрывается важная роль сокатализатора и омического соединения в улучшении фотокаталитической активности, а также предлагается новая идея создания эффективных фотокатализаторов.

7. В исследовании (Wang, 2019) авторами отмечено, что фотокаталитическое преобразование CO_2 все больше привлекает интерес учёных в связи с растущими опасениями по поводу изменения климата, связанного с парниковым эффектом. В статье представлен метод гидротермального синтеза модифицированного нанокompозита $\text{Zn}_3\text{In}_2\text{S}_6/\text{TiO}_2$. Полученные образцы исследованы спектрами фотолюминесценции (ФЛ), диффузного отражения в УФ-видимой области (СДО), рентгеновской дифракцией (РД), сканирующей электронной микроскопией (СЭМ), просвечивающей электронной микроскопией (ПЭМ), рентгеновской фотоэлектронной спектроскопией (РФЭС) и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопией (ЭДС). Применение этого материала в качестве фотокатализатора позволило значительно увеличить скорость производства СО из углекислого газа. Контакт между $\text{Zn}_3\text{In}_2\text{S}_6$ и TiO_2 способствует улучшенной фотокаталитической активности из-за формирования механизма переноса и разделения фотоиндуцированных зарядов по Z-схеме.

8. В публикации (Wu, 2019) авторами подчёркивается, что изучение эффективных и стабильных фотокатализаторов имеет решающее значение для практического применения фотокаталитического расщепления воды для получения чистого водородного топлива, а также для преобразования углекислого газа в синтез-газ. Активируемые видимым светом образцы $\text{Zn}_x\text{In}_2\text{S}_{3+x}$ ($x = 1-5$) с различным нарушенным составом синтезированы простым гидротермальным методом в качестве серии высокоэффективных фотокатализаторов. Дефекты решёток в образцах $\text{Zn}_x\text{In}_2\text{S}_{3+x}$ играют важную роль в переносе носителей заряда с внутренних поверхностей на внешние, что дополнительно влияет на окислительно-восстановительные реакции фотогенерированных электронов и дырок на границе твердое тело-жидкость. Граница поглощения образцов $\text{Zn}_x\text{In}_2\text{S}_{3+x}$ в синтетическом растворе смещается в сторону более коротких длин волн по мере увеличения x атомного отношения Zn/In . Фотокаталитическую активность $\text{Zn}_x\text{In}_2\text{S}_{3+x}$ оценивали по фотокаталитическому получению водорода из воды и преобразованию CO_2 под действием видимого света. В тоже время в исследовании выявлено, что из образцов $\text{Zn}_x\text{In}_2\text{S}_{3+x}$ наилучшую фотокаталитическую активность показал образец ZnIn_2S_4 ($x = 1$) со скоростью выделения водорода $2,93 \text{ ммоль ч}^{-1} \text{ г}^{-1}$, и квантовым выходом $7,92 \%$ при длине волны $\lambda = 420 \text{ нм}$. Что касается преобразования CO_2 под действием видимого света самую высокую скорость образования СО $40,4 \text{ мкмоль ч}^{-1} \text{ г}^{-1}$ показал образец $\text{Zn}_x\text{In}_2\text{S}_{3+x}$. Наличие дефектов состава создавало дополнительные энергетические барьеры для блокировки фотоиндуцированного переноса носителей заряда. Подчёркивается, что исследование предполагает новый взгляд на раскрытие взаимосвязи структура-свойство слоистых кристаллов $\text{Zn}_x\text{In}_2\text{S}_{3+x}$, имеющих важное значение для реализации их приложений в широком диапазоне, связанном с энергетикой окружающей среды.

9. В работе (Han, 2021) отмечается, что производство синтез-газа на солнечной

энергии за счет сокращения выбросов CO_2 обеспечивает устойчивую стратегию получения возобновляемого сырья. Однако этот многообещающий процесс часто страдает от жесткой активации CO_2 , вялой кинетики окислительной полуреакции и выделения нежелательных побочных продуктов. Авторы предлагают функционально-ориентированную стратегию преднамеренного конструирования гетероструктур черных фосфорных квантовых точек сульфида ZnIn_2S_4 в BP/ZIS для преобразования CO_2 до синтетического газа под действием солнечной энергии в сочетании с селективным окислительным образованием связи C-N в одном окислительно-восстановительном цикле. Оптимальная гетероструктура BP/ZIS характеризуется улучшенным разделением носителей заряда и обогащенными активными центрами для совместного фотокаталитического производства синтез-газа с регулируемым соотношением CO/H_2 и эффективным окислением аминов в имины с высокой конверсией и селективностью. Эти выдающиеся каталитические характеристики обусловлены оптимальной электронной связью между квантовыми точками черного фосфора и ZnIn_2S_4 , а также оптимизированной адсорбцией ключевых промежуточных продуктов реакции, что подтверждается как экспериментальными, так и теоретическими исследованиями.

10. Авторы статьи (Han, 2022) предлагают серию гетероструктурированных микросфер ZnIn_2S_4 - CdIn_2S_4 , полученную методом ионного обмена и впервые используемую для фотокаталитического преобразования CO_2 в системах, не содержащих благородных металлов. Результаты показали, что такие микросферы проявляют превосходную каталитическую активность в видимом свете, при этом наилучший выход CO достигает $33,57 \text{ мкмоль} \cdot \text{ч}^{-1}$ при селективности 91 %. Стабильность и возможность повторного использования ZnIn_2S_4 - CdIn_2S_4 подтверждены различными характеристиками, включая рентгеновскую дифракцию (XRD), сканирующую электронную микроскопию (SEM), просвечивающую электронную микроскопию (TEM), рентгеновскую фотоэлектронную спектроскопию (XPS), энергетическую — дисперсионную рентгеновскую спектроскопию (EDX) и измерениями адсорбции N_2 .

11. В работе (Kim, 2022) показано, что разработанная недорогой, высокоэффективной фотосистемы, не содержащей благородных металлов, имеет большое значение в целях обеспечения разделения фотопроизводных носителей и в образовании центров захвата для преобразования CO_2 . Катализаторы из неблагородных металлов в виде нанотрубок TiO_2 (TNT) и гексагональных наноллистов ZnIn_2S_4 (ZIS) синтезированы простыми гидротермальными методами и использованы для фотовосстановления углекислого газа CO . При этом скорость образования CO составила $4,41 \text{ ммоль} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$, что в 1,5 раза выше скорости при использовании только наноллистов ZnIn_2S_4 . В частности, TNT/ZIS демонстрирует стабильную тенденцию к выделению CO в течение 72 часов облучения, обеспечивая регулярную активность и селективность для 4-кратного использования на рециркуляцию при облучении солнечным светом. Для выяснения природы фотокаталитического механизма исследованы и проанализированы кристаллическая структура, наноморфология, поглощение света, ширина запрещенной зоны и электрохимическое поведение полученных композитов.

12. Авторы работы (Shao, 2022) отмечают, что фотокаталитическое преобразования CO_2 в ценное топливо имеет многообещающее будущее, но остается проблема низкой эффективности разделения зарядов и неадекватных активных центров. При решении этих проблем авторами выявлено, что органический кремнезем, функционализированный вторичным амином, содержащий ZnIn_2S_4 ($\text{ZnIn}_2\text{S}_4/\text{NH-SiO}_2$), оказался эффективным при фотокаталитическом преобразовании CO_2 под действием видимого света. $\text{ZnIn}_2\text{S}_4/\text{NH-SiO}_2$ с содержанием ZnIn_2S_4 40 % обеспечивает скорость производства CO 1304,8 мкмоль $\text{г}^{-1} \text{ч}^{-1}$ при комнатной температуре, что примерно в 3 раза выше, чем у недопированного ZnIn_2S_4 . Тонкие нанолиты ZnIn_2S_4 ускоряют разделение фотогенерированных электронных пар, а аминогруппы на $\text{ZnIn}_2\text{S}_4/\text{NH-SiO}_2$ действуют как активные центры для адсорбции и активации CO_2 , тем самым способствуя преобразованию CO_2 в угарный газ.

В заключении отметим, что из анализа более 100 публикаций, часть из которых приведены в статье, следует, что в исследовании комплексного соединения сульфида цинк-индий в целях использования в качестве фотокатализаторов в производстве синтез-газа чётко прослеживается тенденция удешевления этого процесса и увеличения скорости выхода конечных продуктов. С этой целью идут поиски замены классических катализаторов, содержащих благородные металлы наиболее перспективными сульфидами, в частности, сульфидом ZnIn . Для увеличения скорости выхода угарного газа исходный материал катализатора используется в виде нанолитов, осуществляется регулируемый дефект решётки с помощью введения различных химических элементов, конструируются сложные композиты из нескольких сульфидов, вводятся дополнительные сокатализаторы и т.п. Эти приёмы способствуют в несколько раз увеличить скорость фотокаталитической реакции выхода CO и, что важно, позволяют многократное использование изготовленных фотокатализаторов.

REFERENCES

- Daurenbek M.A., Mazhibaev A.K., Bakibaev A.A., 2020 — about modern research in the field of complex sulfide compounds (state and trends), news of the national academy of sciences of the republic of kazakhstan-series chemistry and technology, 1. Pp. 55–63. DOI: 10.32014/2020.2518-1491.7 (in Eng.).
- Daurenbek M.A., 2022 — some modern foreign studies based on complex sulfide compound ZnIn_2S_4 (state and trends), news of the national academy of sciences of the republic of kazakhstan-series chemistry and technology, 1. Pp. 20–26. DOI: 10.32014/2020.2518-1491.7 (in Russ.).
- Han C., Li Y.H., Li J.Y., Qi M.Y., Tang Z.R., Xu Y.J., 2021 — Cooperative Syngas Production and C-N Bond Formation in One Photoredox Cycle *ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION*, V. 60. 14. Pp. 7962–7970. DOI 10.1002/anie.202015756 (in Eng.).
- Han S.T., Li B.F., Huang L.J., Xi H.L., Ding Z.X., Long J.L., 2022 — Construction of ZnIn_2S_4 - CdIn_2S_4 Microspheres for Efficient Photo-catalytic Reduction of CO_2 with Visible Light, *CHINESE JOURNAL OF STRUCTURAL CHEMISTRY*, V. 41, 1. Pp. 7–13. DOI 10.14102/j.cnki.0254-5861.2021-0026 (in Eng.).
- He Y.Q., Chen C.L., Liu Y.X., Yang Y.L., Li C.G., Shi Z., Han Y., Feng S.H., 2022 — Quantitative Evaluation of Carrier Dynamics in Full-Spectrum Responsive Metallic ZnIn_2S_4 with Indium Vacancies for Boosting Photocatalytic CO_2 Reduction, *NANO LETTERS*, V. 22, 12. Pp. 4970–4978. DOI 10.1021/acs.nanolett.2c01666 (in Eng.).
- Kim E., Do K.H., Wang J.M., Hong Y., Rangappa A.P., Reddy D.A., Kumar D.P., Kim T.K., 2022

— Construction of 1D TiO₂ nanotubes integrated ultrathin 2D ZnIn₂S₄ nanosheets heterostructure for highly efficient and selective photocatalytic CO₂ reduction, *APPLIED SURFACE SCIENCE*, V. 587. DOI10.1016/j.apsusc.2022.152895 (in Eng.).

Pan B., Wu Y., Rhimi B., Qin J.N., Huang Y., Yuan M.Z., Wang C.Y., 2021 — Oxygen-doping of ZnIn₂S₄ nanosheets towards boosted photocatalytic CO₂ reduction, *JOURNAL OF ENERGY CHEMISTRY*, 57. Pp. 1–9. DOI10.1016/j.jechem.2020.08.024 (in Eng.).

Qin J.N., Zhao Q., Zhao Y.L., Wu Y., Pan B., Wang C.Y., 2021 — Metal-Free Phosphorus-Doped ZnIn₂S₄ Nanosheets for Enhanced Photocatalytic CO₂ Reduction, *JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C*, V. 125, 43. Pp. 23813–23820. DOI10.1021/acs.jpcc.1c07651 (in Eng.).

Shao Y.Q., Wang X.K., Dou Z.L., Liang X.Y., Zhang X.X., Pang M., Xu Q., Ji M., Wang M., 2021 — Preparation of a ZnIn₂S₄-ZnAlO_x nanocomposite for photoreduction of CO₂ to CO, *CATALYSIS SCIENCE & TECHNOLOGY*, V. 11, 10. Pp.3422–3427. DOI 10.1039/d1cy00278c (in Eng.).

She H.D., Wang Y., Zhou H., Li Y., Wang L., Huang J.W., Wang Q.Z., 2019 — Preparation of Zn₃In₂S₆/TiO₂ for Enhanced CO₂ Photocatalytic Reduction Activity Via Z-scheme Electron Transfer, *CHEMCATCHEM*, V. 11, 2. Pp. 753–759/ DOI10.1002/cctc.201801745 (in Eng.).

Shao Y.Q., Dou Z.L., Liang X.Y., Zhang X.X., Ji M., Pang M., Wang M., Wang X.K., 2022 — ZnIn₂S₄ nanosheet growth on amine-functionalized SiO₂ for the photocatalytic reduction of CO₂, *CATALYSIS SCIENCE & TECHNOLOGY*, V. 12, 2. Pp.606–612, DOI10.1039/d1cy01740c (in Eng.).

Wang H.Q., Jiang H.P., Wang H.J., Liu Q., Huo P.W., 2022 — NiS Cocatalyst-Modified ZnIn₂S₄ as Ohmic-Junction Photocatalyst for Efficient Conversion of CO₂, *ENERGY TECHNOLOGY*, V.10, 6. DOI10.1002/ente.202101158 (in Eng.).

Wu Y., Wang H., Tu W.G., Wu S.Y., Chew J.W., 2019 — Effects of composition faults in ternary metal chalcogenides (Zn_xIn₂S_{3+x}, x=1–5) layered crystals for visible-light-driven catalytic hydrogen generation and carbon dioxide reduction, *APPLIED CATALYSIS B-ENVIRONMENTAL*, V. 256. DOI10.1016/j.apcatb.2019.117810 (in Eng.).

Wang X.W., Chen J.F., Li Q.Y., Li L.Y., Zhuang Z.Y., Chen F.F., Yu Y., 2021 — Light-Driven Syngas Production over Defective ZnIn₂S₄ Nanosheets, *CHEMISTRY-A EUROPEAN JOURNAL*. DOI 10.1002/chem.202004520 (in Eng.).

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 455 (2023), 53–62 <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.163>

ЭОЖ 547.995.12:544.7

FTAMP 31.25.19

© **B.S. Gaisina**^{1*}, **L.K. Orazzhanova**¹, **B.H. Musabayeva**², **A.N. Sabitova**¹,
B.B. Bayakhmetova¹, 2023

¹NAO "Shakarim Semey University", Semey, Kazakhstan;

²Astana International University, Nursultan, Kazakhstan.

E-mail: balzhan-1982@mail.ru

OBTAINING AND STUDYING THE PROPERTIES OF A BIOCOMPATIBLE CRYOSTRUCTURE BASED ON CHITOSAN-SODIUM ALGINATE

Gaisina Balzhan — doctoral student, NAO"Shakarim Semey University", Semey, Kazakhstan

E-mail: balzhan-1982@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8468-2744>;

Orazzhanova Lazzat — Candidate of Chemical Sciences, NAO"Shakarim Semey University", Semey,
Kazakhstan

E-mail: lyazzat.7070@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7881-0589>;

Musabayeva Binur — Candidate of Chemical Sciences, Astana International University, Nursultan,
Kazakhstan

E-mail: binur.mussabayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2209-1209>;

Sabitova Alfira — Ph.D. in Chemistry, NAO"Shakarim Semey University", Semey, Kazakhstan

E-mail: alfa-1983@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3360-7998>;

Bayakhmetova Bulbul — Candidate of Chemical Sciences, NAO"Shakarim Semey University", Semey,
Kazakhstan

E-mail: bulbul.bayahmetova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5663-5107>.

Abstract. The aim of the work is to obtain a macroporous cryostructure under normal freezing conditions of an interpolyelectrolyte reaction between oppositely charged chitosan — sodium alginate and to study its properties. The results obtained: the cryostructure was obtained by mixing concentrated solutions of biopolymers at a temperature of -12°C based on the complex interpolyelectrolyte - chitosan and sodium alginate. The formation of an interpolyelectrolyte complex was proved by the method of IR-Fourier spectroscopy. IR spectra show a shift in the characteristic absorption bands of the functional groups of sodium alginate and the disappearance of peaks of chitosan deformation vibrations. The result of the spectrum: the peaks of sodium alginate are equal to $\nu^{\text{as}}_{\text{C=O}}$ (1603 cm^{-1}) and $\nu^{\text{s}}_{\text{C=O}}$ (1409 cm^{-1}), which are converted to the values of IPEC those $\nu^{\text{as}}_{\text{C=O}}$ (1574 cm^{-1}) and $\nu^{\text{s}}_{\text{C=O}}$ (1388 cm^{-1}), respectively. The physico-mechanical properties of the cryostructure were studied: morphology, degree of swelling, the rate of fluid flow through the volume of the cryogel. The indicators of scanning electron microscopy demonstrate a porous matrix with a system of communicating pores. The average pore diameters of cryogels have been determined. The average pore size is 24.20 microns. Determination of the swelling kinetics of chitosan-sodium alginate cryostructure in water shows good swelling ability. It was found that the degree of swelling of the cryostructure is 11.03 g/g. The cryostructure showed that the maximum velocity of liquid flow through the volume is pH 3. The experimental data obtained indicate the possibility of using the newly obtained cryostructure based on biocompatible natural polymers — chitosan and sodium alginate in medicine for the transportation of medicines, in catalysis, biotechnology and other fields.

Cryostructure-based drugs and biopolymers are widely used to create polymer complexes by combining such materials with synthetic polymers and for individual design.

Keywords: cryogel, interpolyelectrolyte complex, polyelectrolyte, biopolymer, chitosan, sodium alginate

© Б.С. Гайсина^{1*}, Л.К. Оразжанова¹, Б.Х. Мұсабаева², А.Н. Сабитова¹,
Б.Б. Баяхметова¹, 2023

¹«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, Семей,
Қазақстан;

²Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан.
E-mail: balzhan-1982@mail.ru

ХИТОЗАН- НАТРИЙ АЛЬГИНАТЫ НЕГІЗІНДЕГІ БИОҮЙЛЕСІМДІ КРИОҚҰРЫЛЫМДЫ АЛУ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Жұмыстың мақсаты — қарама-қарсы зарядталған хитозан — натрий альгинаты арасында интерполиэлектролиттік реакцияны қалыпты мұздату жағдайында макрокеуекті криоқұрылымды алу және оның қасиеттерін зерттеу. Алынған жұмыс нәтижелері: криоқұрылым интерполиэлектролиттік — хитозан және натрий альгинаты комплексі негізінде — 12°C температурада биополимерлердің концентрлі ерітінділерін араластыру арқылы алынды. Интерполиэлектролиттік комплекс түзілуі ИҚ-Фурье спектроскопия әдісі арқылы дәлелденді. ИҚ-спектрлері натрий альгинатының функционалдық топтарының өзіне тән жұтылу жолақтарының ығысуын және хитозанның деформациялық тербеліс шырларының жоғалуын көрсетеді. Спектр нәтижесі: натрий альгинатының шырлары $\nu^{\text{ас}}_{\text{C=O}}$ (1603 cm^{-1}) және $\nu^{\text{с}}_{\text{C=O}}$ (1409 cm^{-1}) тең, ол сәйкесінше ИПЭК те $\nu^{\text{ас}}_{\text{C=O}}$ (1574 cm^{-1}) және $\nu^{\text{с}}_{\text{C=O}}$ (1388 cm^{-1}) мәндеріне ауысады. Криоқұрылымның физика-механикалық қасиеттері: морфологиясы, ісіну дәрежесі, криогель көлемі арқылы сұйықтықтың ағу жылдамдығы зерттелді. Сканерлеуші электронды микроскопияның көрсеткіштері байланысатын кеуектер жүйесі бар кеуекті матрицаны көрсетеді. Криогель тесіктерінің орташа диаметрлері анықталды. Кеуектердің орташа мөлшері 24,20 мкм құрайды. Хитозан-натрий альгинаты криоқұрылымының ісіну кинетикасын анықтау, ол суда жақсы ісіну қабілетін көрсетеді. Криоқұрылымның ісіну дәрежесі 11,03 г/г тең екендігі анықталды. Криоқұрылым көлемі арқылы сұйықтықтың максималды ағу жылдамдығы рН 3 құрайтынын көрсетті. Алынған эксперименттік мәліметтер биосәйкес табиғи полимерлер — хитозан және натрий альгинаты негізінде жаңа алынған криоқұрылым медицинада дәрілік заттарды тасымалдауға, катализде, биотехнологияда және басқа салаларда қолдану мүмкіндігін көрсетеді. Криоқұрылым негізіндегі дәрілік заттар мен биополимерлер мұндай материалдарды синтетикалық полимерлермен біріктіру арқылы полимер комплекстерін қалыптастыру арқылы және жеке-жеке жобалау үшін кеңінен қолданылады.

Түйін сөздер: криогель, интерполиэлектролит комплекс, биополимер, хитозан, натрий альгинаты

© Б.С. Гайсина^{1*}, Л.К. Оразжанова¹, Б.Х. Мусабаева², А.Н. Сабитова¹,
Б.Б. Баяхметова¹, 2023

¹НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Семей, Казахстан;

²Международный университет Астана, Нур-Султан, Казахстан.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ БИОСОВМЕСТИМОЙ КРИОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАН-АЛЬГИНАТА НАТРИЯ

Аннотация. Целью работы является получение макропористой криоструктуры в нормальных условиях замораживания интерполиэлектrolитной реакции между противоположно заряженным хитозан — альгинатом натрия и изучение его свойств. Полученные результаты работы: криоструктура получена путем смешивания концентрированных растворов биополимеров при температуре — 12°C на основе комплекса интерполиэлектrolит — хитозан и альгинат натрия. Образование интерполиэлектrolитного комплекса было доказано методом ИК-Фурье спектроскопии. ИК-спектры показывают смещение характеристических полос поглощения функциональных групп альгината натрия и исчезновение пиков деформационных колебаний хитозана. Результат спектра: пики альгината натрия равны $\nu^{\text{ас}}_{\text{C=O}}$ (1603 cm^{-1}) и $\nu^{\text{с}}_{\text{C=O}}$ (1409 cm^{-1}), которые преобразуются в значения ИПЭК те $\nu^{\text{ас}}_{\text{C=O}}$ (1574 cm^{-1}) и $\nu^{\text{с}}_{\text{C=O}}$ (1388 cm^{-1}) соответственно. Изучены физико-механические свойства криоструктуры: морфология, степень набухания, скорость протекания жидкости через объем криогеля. Показатели сканирующей электронной микроскопии демонстрируют пористую матрицу, с системой сообщающихся пор. Определены средние диаметры пор криогелей. Средний размер пор составляет 24,20 мкм. Определение кинетики набухания криоструктурата хитозан-натрий альгината в воде показывает хорошую набухающую способность. Установлено, что степень набухания криоструктуры равна 11,03 г/г. Криоструктура показала, что максимальная скорость потока жидкости через объем составляет рН 3. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о возможности применения вновь полученной криоструктуры на основе биосовместимых природных полимеров — хитозана и альгината натрия в медицине для транспортировки лекарственных средств, в катализе, биотехнологии и других областях. Лекарственные средства и биополимеры на основе криоструктуры широко используются для создания полимерных комплексов путем объединения таких материалов с синтетическими полимерами и для индивидуального проектирования.

Ключевые слова: криогель, интерполиэлектrolитный комплекс, биополимер, хитозан, альгинат натрия

Кіріспе

Ғылымның, өндірістің және техниканың әртүрлі салаларындағы теориялық және практикалық мәселелерді шешуге бағытталған полимерлік материалдардың жаңа түрлерін жобалау макромолекулалық қосылыстардың химиясы мен технологиясының маңызды бағыты болып табылады.

Соңғы он жылдықтарда криоқұрылымдарды — мұздатылған еріткіш ортада түзілетін макрокеуекті құрылымдарды немесе гельдерді өндірумен айналысатын криотропты полимер құрылымдарының химиясы қарқынды дамыды (Lozinsky, 2014).

Биоактивті полимерлердің интерполиэлектrolиттік кешендері (ИПЭК) негізіндегі криогельдер ғылыми және қолданбалы тұрғыда перспективті болып табылады. Полимерлі материалдардың бұл класына деген қызығушылық, ең алдымен, олардың айқын тиімді сипаттамаларына байланысты: макрокеуектілігі, ұйымдылығы төменгі немесе жоғары физиологиялық белсенділігі, физикалық және химиялық тұрақтылығы, жоғары механикалық қасиеттері, биоүйлесімділігі, жоғары өткізгіштігі және суда ісіну қабілеті

және биологиялық орталары (Штильмана, 2016). Кримоқұрылымды материалдарының маңызды ерекшелігі де қарапайым өндіріс технологиясы болып табылады. Бұл кримоқұрылымдарды белсенді кең спектрі бар материалдар ретінде қолдануға мүмкіндік береді — биомедициналық және фармацевтикалық материалдар, катализаторлар, сорбенттер, мембраналар және т.б. (Klivenko және т.б., 2021; Kutlusoy, 2017).

Табиғи полимерлер негізінде алынған кримоқұрылымдарға көп көңіл бөлінеді. Табиғи полимерлер, атап айтқанда полисахаридтер, синтетикалық полимерлерден айырмашылығы, биоүйлесімді және тірі ағзамен байланыста болған кезде жанама уытты әсерлерді көрсетпейді және сонымен бірге биожетімділігі мен ұзартылған әсерін арттыруы мүмкін (Jagadish Chandra Roy және т.б., 2018).

Криотропты құрылым түзілу - бірнеше кезеңнен тұратын күрделі процесс. Бастапқы кезеңде еріткіште қолайлы прекурсорлық заттар ерітіледі, еріткіш ретінде жиі суды, сондай-ақ бірқатар органикалық еріткіштерді пайдаланады. Криогельдің жоғары молекулалық прекурсорлары ретінде қолданылатын биополимерлерді екі топқа бөлуге болады: ақуыздар мен полисахаридтер (Лозинский, 2002; Konstantinova, 1997).

Биоүйлесімді және биологиялық ыдырайтын кримоқұрылымды құруға қабілетті табиғи полимерлер — хитозан (Хит) және натрий альгинаты (NaAH). Кримоқұрылымның түзілуі реакция ортасының қалыпты мұздауы кезінде биополимерлер арасындағы полиэлектролиттік реакция нәтижесінде пайда болады (Lozinsky, 2014; Izumrudov, 2019).

Полисахаридтердің ішінде кең таралған биополимер хитозан — хитиннің оң зарядталған туындысы, табиғи биополимер, ол физиологиялық белсенді зат болумен қатар өзінің функционалдық және технологиялық қасиеттерімен де белгілі: құрылым түзуші және микробқа қарсы, антиоксидант. Бұл катиондық полисахаридтің пайдалы қасиеттері табиғи анионды полимерлермен комплекс түзілу кезінде сақталады және көбейеді. Хитозан практикалық мәселелерді шешу үшін жоғары әлеуетке ие функционалды топтары бар интерполиэлектролиттік комплекстерді құруға қабілетті (Оразжанова, 2022; Суворова, 2005). Натрий гидроксиді әсерінен хитиннің N-ацетил-глюкозамин бірліктері өзгертіледі және деацетилденеді. Деацетилденуде N-ацетил-глюкозамин бірліктері 50 %-дан асқанда, хитин қышқылдық ортада ери бастайды және оны хитозан деп атайды. Хитозан құрамында сызықтық тізбекте кездейсоқ бөлінген D-глюкозамин мен N-ацетил-D-глюкозаминнің (1,4) байланысқан мономерлері бар. Сонымен қатар, D-глюкозамин блогының амин топтары еруге өте бейім және деацетилдену 50%-дан асқанда хитин оң зарядқа ие болады. Сондықтан ол теріс зарядталған функционалды топтармен оңай байланысады да комплекс түзеді (Оразжанова, 2022; Konovalova, 2016).

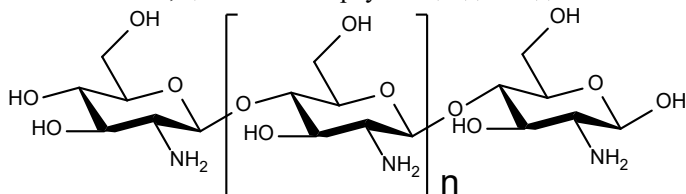
Хитозанмен комплекс түзетін аниондық полимерлер теріс зарядтың жеткілікті жоғары тығыздығына ие болуы керек, улы емес, биоүйлесімді болуы және биодеградациялана алуы керек. Көрсетілген сипаттамаларға натрий алгинаты, целлюлоза туындылары (мысалы, натрий-карбоксиметилцеллюлоза) сияқты табиғи аниондық полимерлер сәйкес келеді. Альгинаттар — пираноза түріндегі 1→4-гликозидтік байланыстар арқылы байланысқан β-D маннурон және α-L-гулулон қышқылдарының қалдықтарынан түзілген табиғи суда еритін полисахарид. Альгин қышқылының тұздары тұрақтандырғыш және гельдік қасиеттері бар, ағзадан ауыр металдарын иондарын шығару қабілетіне ие Khotimchenko, 2001; Fabia, 2005). Натрий альгинаты хитозанмен бірге белгілі медициналық бағыттарда қолданысқа ие (Stoyneva, 2014; Изумрудов, 2011).

Ұсынылып отырған жұмыстың мақсаты — реакциялық органы қалыпты мұздату кезінде қарама-қарсы зарядталған полиэлектролиттер (хитозан, натрий альгинаты) арасында интерполиэлектролиттік реакция жүргізу арқылы биоүйлесімді және

биологиялық ыдырайтын макрокеукті криоқұрылымды алу және оның қасиеттерін анықтау.

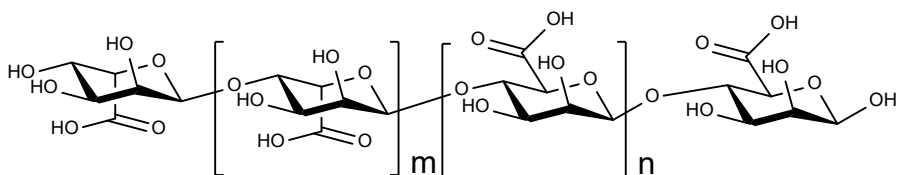
Материалдар мен әдістер

Sigma — Aldrich (USA) өндірген Хитозан (Хит), қайталанатын бірліктің молекулалық салмағы 161 г/моль, қосымша тазартусыз қолданылды.



1-сурет. Хитозанның құрылымдық формуласы

Sigma — Aldrich (USA) өндірген натрий альгинаты (NaAH), қайталанатын бірліктің молекулалық салмағы 198 г/моль, қосымша тазартусыз пайдаланылды.



2-сурет. Натрий альгинатының құрылымдық формуласы

Сірке қышқылы (мұзд) — CH_3COOH х.т. қосымша тазартусыз қолданылды.

Лимон қышқылы — $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 3 % ерітіндісі а.ү.т. қосымша тазалаусыз қолданылды.

Зерттеу әдістері

Криоқұрылымды алу

Криоқұрылымды дайындау үшін 20 мг/мл концентрациялы Хит мен NaAH ерітінділері араластырылды, алынған ерітінді шайқалды, ерітінді 2 мл-лік Эппендорф типті қақпақтары бар пластик ыдыстарға құйып -12°C температурада бір күн бойы мұздатылды. Содан кейін мұздатылған ерітінділер лиофильді кептірілді. Алынған криоқұрылым шамамен 5 мм биіктікке кесіліп, зерттеу үшін пайдаланылды.

ИК-Фурье спектрлік талдау

ИК-Фурье спектрлік талдау ATRP қорабы бар Agilent Cary 660 құралында орындалды. Ол үшін ауада бос тәжірибе жүргізілді, содан кейін салмағы шамамен 10 мг криоқұрылым немесе таза полимер үлгісі құрылғының ATRP қорабына қысылып, ИҚ спектрі жазылды. Сандық деректерді шығарып, Origin бағдарламасын пайдаланып графиктер тұрғызылды.

Криоқұрылымның морфологиясын анықтау

Криоқұрылым морфологиясы сканерлеуші электронды микроскопия әдісімен зерттелді. Криоқұрылым микрофотографиясы «JEOL» (Жапония) фирмасының «JSM-6390 LV» төмен вакуумді растрлы электрондық микроскопында алынды.

Криоқұрылымның ісіну дәрежесін анықтау

Алынған криоқұрылымның ісіну дәрежесі гравиметриялық әдіспен анықталды. Криоқұрылымның ісіну дәрежесін анықтау үшін алынған криогель аналитикалық

таразыда 0,0001 г дәлдікпен өлшенді. Салмағы өлшенген криогель үлгісі бөлме температурасында бір стакан суға батырылды. Содан кейін 5 минуттан кейін олар үлгіні алып, артық ылғалды сүзгі қағазымен алып, оның массасын өлшеді. Өлшеу 10, 15, 30, 60 және 120 минуттан кейін қайталанды. Криогельдің ісіну дәрежесі α (1) формула бойынша есептелді:

$$\alpha = \frac{m_t - m_0}{m_0} \quad (1)$$

мұндағы m_0 - құрғақ криоқұрылымның массасы, г; m_t - біраз уақыттан(t) кейін криоқұрылымның массасы, г.

Криоқұрылым арқылы сұйықтықтың ағу жылдамдығын анықтау

Криоқұрылым арқылы сұйықтықтың ағу жылдамдығын анықтау үшін шыны түтіктің төменгі бөлігінде криоқұрылым үлгісі орналастырылды, ол ісінген күйде криоқұрылым түтіктің қабырғаларына берік орнатылып, бірақ сонымен бірге қысылмайтын етіп орнатылды. Жоғарғы жағында перистальтикалық сорғыны қолдана отырып, биіктігі 30 см болатын сұйықтық бағанасы жасалды. Сұйықтықтың 30 см биіктігінде тұрақты болған жылдамдықты орнатқаннан кейін, астына бос стакан қойылып, секундомер іске қосылды. 1 минуттан кейін стаканға ағып шыққан сұйықтықтың көлемі өлшенді.

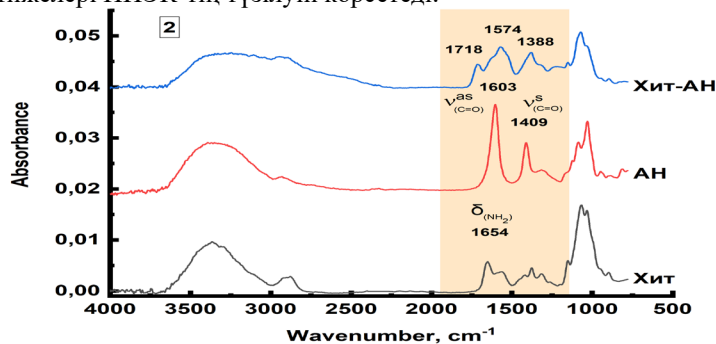
Нәтижелер және оларды талқылау

Криоқұрылымды алу реакциялары криотропты гель түзу немесе криожелірлеу деп аталады (Lozinsky, 2014). Синтез тұрғысынан криоқұрылымның пайда болуына қабілетті кез-келген жүйеде алуға болады, ең бастысы, бастапқы жүйелерде әртүрлі сипаттағы күштердің (химиялық байланыстар, Ван дер Ваальс күштері, электростатикалық өзара әрекеттесулер) нәтижесінде мүмкіндік беретін құрылымдық элементтер болуы керек.

Хит – NaAN криоқұрылымы арасында ИПЭК-тің пайда болуын дәлелдеу үшін ИҚ-Фурье спектрі түсірілді. 3-суретте Хит - NaAN негізіндегі криоқұрылымның ИҚ спектрлері көрсетілген.

Анионды полимерлердің ИҚ спектрлерінде $\nu_{C=O}$ (1800-1500 cm^{-1}), (1600-1317 cm^{-1}), сипаттамалық шыңдар болуы керек, ал Хит спектрінде деформациялық тербелістің шыңы δ_{NH_2} 1654 cm^{-1} . ИПЭК түзілуі натрий альгинатының карбоксил топтары мен хитозанның амин тобы арасында реакция болған жағдайда спектрлердің өзгеруін күту керек еді.

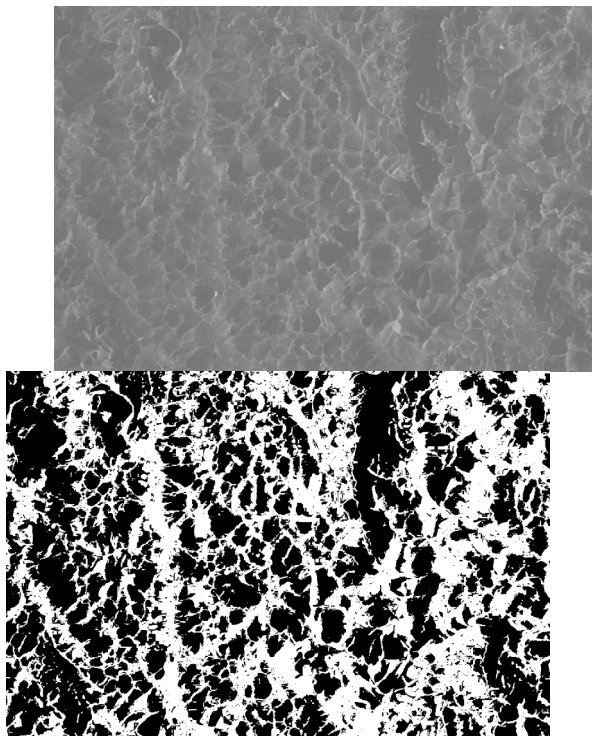
3-суретте натрий альгинатының шыңдары $\nu_{C=O}^{as}$ (1603 cm^{-1}) және $\nu_{C=O}^s$ (1409 cm^{-1}) тең, ол сәйкесінше ИПЭК те $\nu_{C=O}^{as}$ (1574 cm^{-1}) и $\nu_{C=O}^s$ (1388 cm^{-1}) мәндеріне ауысады, ал хитозанның деформациялық тербелістерінің шыңы δ_{NH_2} (1654 cm^{-1}) жоғалады. ИҚ спектрлерінің нәтижелері ИПЭК-тің түзілуін көрсетеді.



3- сурет. Криоқұрылымның ИҚ спектрі

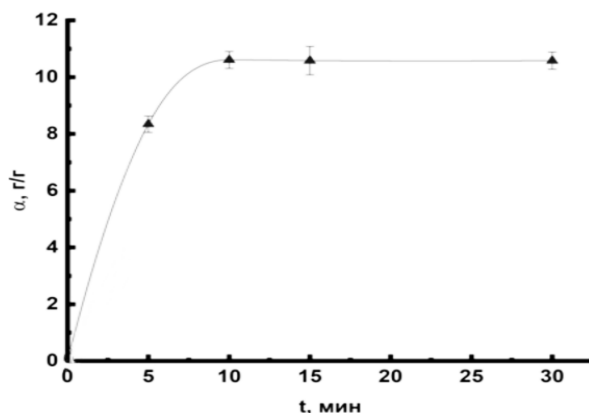
Хит-NaAH негізіндегі криоқұрылымның морфологиясы зерттелді (4-сурет). 4-суретте ImageJ бағдарламасымен өңдеуге дейінгі (сол жағында) және өңдеуден кейінгі (оң жағында) криоқұрылым фотографиясы берілген.

4-суреттен көрініп тұрғандай, кеуектер морфологиясы біршама күрделі болып табылады. Кеуектердің формасы әр түрлі болғандықтан, олардың мөлшерін жуықтап бағалау үшін әрбір кеуек шеңбер формасында деп болжам жасалды. Соның нәтижесінде кеуектер диаметрлері жуықтап есептеліп, диаметрдің орташа шамасын қорытып шығаруға мүмкіндік туды. Хит-NaAH криоқұрылымы үшін кеуектердің орташа диаметрі 24,20 мкм болып шықты.



4-сурет. Хит-NaAH негізінде түзілген криоқұрылымның микрофотографиясы (өңдеуге дейінгі (сол жағында) және өңдеуден кейінгі (оң жағында))

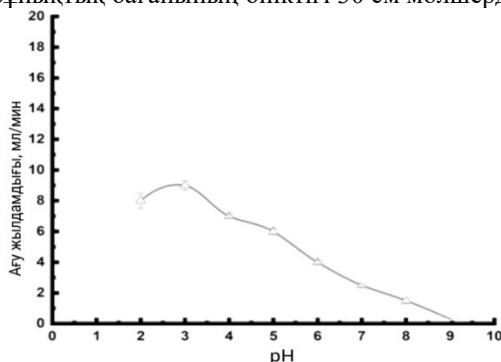
Алынған криоқұрылымның ісіну дәрежесі анықталды. Ісіну кинетикасы криоқұрылымның ерітіндіні сіңіру қабілетін анықтайды. Хит-NaAH криоқұрылымының ісіну дәрежесін зерттеу нәтижелері бойынша 5-суреттен Хит-NaAH криоқұрылымының бастапқы уақытта лезде суды өзіне жақсы сіңіретіні байқалады. Криоқұрылымның ісіну дәрежесін зерттеу нәтижесінде Хит-NaAH криоқұрылымының судағы ісіну дәрежесі 11,03 г/г тең екендігі анықталды.



5-сурет. Криоқұрылымның ісіну дәрежесінің уақытқа тәуелділігі

Ісіну қабілеті ішкі құрылымға тікелей байланысты. Хит-NaAH негізіндегі криоқұрылымның ісінуінің жоғары қабілеті криоқұрылымның кеуекті ішкі құрылымымен түсіндіріледі. Ісіну қабілеті жоғары болғандықтан, алынған криоқұрылым дененің ішкі ортасымен үйлесімді, оның құрамында су мөлшері жоғары. Ісіну қабілеті биомедицинада қолданылатын материалдардың маңызды қасиеті болып табылады, өйткені бұл жасушалардың материалдармен әрекеттесуіне әсер етеді.

Криоқұрылымның ағу жылдамдығына рН әсерін зерттеу рН-тың 2-ден 9-ға дейінгі мәндері аралықта сұйықтық бағанының биіктігі 30 см мөлшерде жүргізілді.



6-сурет. рН-тың әр түрлі мәнінде сұйықтықтардың Хит-NaAH криогелі арқылы ағу жылдамдығы

Графиктен көрініп тұрғандай (6-сурет) ағынның ең жоғары жылдамдығы Хит-NaAH криоқұрылымы үшін рН 3,0 құрайды. Криоқұрылымның бұл әрекеті бастапқы қоспаны дайындау үшін хитозан еритін лимон қышқылы ерітіндісінің рН 3,0 болатындығына байланысты. рН осы мәннен ауытқыған кезде полимерлі тордың ісінуі және тері тесігінің тарылуы пайда болады. рН жоғарылаған сайын ерітіндінің жылдамдығы төмендейтіні анықталды.

Қорытынды

- Қорыта келгенде, -12°C төменгі температурада полимерлердің концентрлі ерітінділері арасында интерполиэлектролиттік реакция негізінде криоқұрылым алу әдісі әзірленді, алғаш рет осы әдіспен Хит-NaAH табиғи полимерлерінің

интерполиэлектrolитті комплексі негізінде криоқұрылым алынды. Алынған криоқұрылымның құрылымы ИК-спектрі әдісі арқылы дәлелденді.

- Криогельдің морфологиясы анықталып, нәтижесінде кеуектер диаметрлері жуықтап есептеліп, диаметрдің орташа шамасын қорытып шығаруға мүмкіндік туды. Хит-NaАН криоқұрылымы үшін кеуектердің орташа диаметрі 24,20 мкм тең.

- Криоқұрылымның ісіну дәрежесін зерттеу нәтижесінде судағы ісіну дәрежесі 11,03 г/г тең екендігі анықталды.

- Сұйықтық ағынның ең жоғары жылдамдығы Хит-NaАН криоқұрылымы үшін pH 3,0 құрайды.

Алынған нәтижелер қызығушылық тудыра отырып Хит-NaАН криоқұрылымының пайдалану мүмкіндігін көрсетеді. Криоқұрылым негізінде катализде, экологияда, медицинада дәрілік заттар көмегімен сүйек және шеміршек тіндерін қалпына келтіруде, биотехнологияда, топырақтану ғылым саласында қолдану мүмкіндігін анықтау үшін зерттеулерді жалғастыру көзделуде.

REFERENCES

Lozinsky V.I., 2014 — A Brief History of Polymeric Cryogels / V.I. Lozinsky. – Switzerland: Springer International Publishing, 2014. P.48. DOI: 10.1007/978-3-319-05846-7_1.

Klivenko A.N., Mussabayeva B.Kh., Gaisina B.S., Sabitova A.N., 2021 — *Klivenko A.N., Mussabayeva B.Kh., Gaisina B.S., Sabitova A.N.* Biocompatible cryogels: preparation and application Bulletin of the University of Karaganda – Chemistry.- 2021. № 3 (103). Pp. 4–20. DOI:org/10.31489/2021Ch3/4-20

Lozinsky V.I., 2002 — *Lozinsky V.I.* Cryogels based on natural and synthetic polymers: preparation, properties and applications // *Usp. chem.* - 2002. - Vol. 71. - № 6. Pp. 559–585. doi.org/10.1070/RC2002v071n06ABEH000720

Konstantinova N.R., Lozinsky V.I., 1997 — *Konstantinova N.R., Lozinsky V.I.* Cryotropic gelation of ovalbumin solutions // *Food Hydrocoll.* 1997. - Vol. 11. - № 2. Pp. 113–123. DOI: [10.3390/gels4030077](https://doi.org/10.3390/gels4030077)

Stoyneva V., 2014 — *Stoyneva V.* Stimuli sensitive super-macroporous cryogels based on photo-crosslinked 2-hydroxyethylcellulose and chitosan / V. Stoyneva, D. Momekova, B. Kostovs, P. Petrov // *Carbohydrate Polymers.* - 2014. - V. 99. - Pp. 825–830. DOI: [10.1016/j.carbpol.2013.08.095](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.08.095).

Jagadish Chandra Roy, Ada Ferri, Stéphane Giraud, Guan Jinping, Fabien Salaün, 2018 — Jagadish Chandra Roy, Ada Ferri, Stéphane Giraud, Guan Jinping, Fabien Salaün Chitosan–Carboxymethylcellulose-Based Polyelectrolyte Complexation and Microcapsule Shell Formulation // *International Journal of Molecular Sciences.* - 2018, 19, 2521. DOI: 10.3390/ijms19092521.

Izumrudov V.A., Mussabayeva B.Kh., Kassymova Zh.S., Klivenko A.N., Orazzhanova L.K., 2019 — *Izumrudov V.A., Mussabayeva B.Kh., Kassymova Zh.S., Klivenko A.N., Orazzhanova L.K.* Interpolyelectrolyte complexes: advances and prospects of application. *Russian Chemical Reviews*, 2019. V.88 (10). -Pp.1046–1062.

O.K. Orazzhanova, B.Kh. Musabayeva, B.S. Gaysina, A.K. Kazbekova, A.N. Sabitova, 2022 — *O.K. Orazzhanova, B.Kh. Musabayeva, B.S. Gaysina, A.K. Kazbekova, A.N. Sabitova.* Preparation and determination of cryogel properties based on chitosan and sodium-carboxymethylcellulose, news of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology, january – march, 2022-1(450). DOI:org/10.32014/2022.2518-1491.95

Khotimchenko Yu.S., Kovalev V.V., Savchenko O.V., 2001 — *Khotimchenko Yu.S., Kovalev V.V., Savchenko O.V.* Physico-chemical properties, physiological activity and application of alginates – polysaccharides of brown algae, *Biology of the sea*, 27 (3), 151 (2001). (in Russ.)

Fabia J., Iusarczyk Cz., A. Gawowski, 2005 — Fabia J., Iusarczyk Cz., A. Gawowski Supermolecular Structure of Alginate Fibres for Medical Applications Studied by Means of WAXS and SAXS Methods, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 13 (5), 114 (2005).

Izumrudov V.A., Volkova I.F., Grigoryan E.S., Gorshkova M.Yu., 2011 — *Izumrudov V.A., Volkova I.F., Grigoryan E.S., Gorshkova M.Yu.* Water-soluble nonstoichiometric polyelectrolyte complexes of modified chitosan. High molecular weight compounds. Vol. 53. № 4. Pp.515–524.(in Russ.).

Suvorova A.I., Tyukova I.S., Borisova T.S., Pletneva L.V., 2005 — *Suvorova A.I., Tyukova I.S., Borisova T.S., Pletneva L.V.* Water vapor sorption by interpolyelectrolyte complexes of chitosan and carboxymethylcellulose obtained from solutions // High-molecular compounds, Series A. – 2005. Volume 47. № 12. - Pp. 2111–2117. (in Russ.).

Kutlusoy T., 2017 — *Kutlusoy T.* Chitosan-co-Hyaluronic acid porous cryogels and their application in tissue engineering / T. Kutlusoy, B. Oktay, N.K. Apohan, M. Süleymanoğlu, S.E. Kuruca // International Journal of Biological Macromolecules. - 2017. - V.103. - Pp. 366–378. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.05.067.

Konovalova M.V., 2016 — *Konovalova M.V.* Preparation and characterization of cryogels based on pectin and chitosan / M.V. Konovalova, D.V. Kurek, S.G. Litvinets, E.A. Martinson, V.P. Varlamov // Progress on Chemistry and Application of Chitin and its Derivative. - 2016. - V.21. - Pp. 114–121. DOI:10.15259/PCACD.21.12.

Zhai M.F., Ma F., Li J.Y., Wan B.B., Yu N., 2018 — *Zhai M.F., Ma F., Li J.Y., Wan B.B., Yu N.* Preparation and properties of cryogel based on poly (hydroxypropyl methacrylate) // Journal of Biomaterials Science-Polymer Edition. – 2018. – № 12(29). – Pp. 1401–1425.

Kudaibergenov S.E., Tatykhanova G.S., Klivenko A.N., 2016 — *Kudaibergenov S.E., Tatykhanova G.S., Klivenko A.N.* Complexation of macroporous amphoteric cryogels based on N,N-dimethylaminoethyl methacrylate and methacrylic acid with dyes, surfactant, and protein // Journal of Applied Polymer Science. – 2016. – № 32 (133). – Pp.1–9.

Shitilmana M.I., 2016 — *Shitilmana M.I.* Technology of polymers for medical and biological purposes. Polymers of natural origin / ed. - M: Knowledge Laboratory, 2016. - 330 p.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2, Number 455 (2023), 63–74

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.164>

UDC 666.763

© N. Zhanikulov^{1*}, A. Abdullin², B. Taimasov², M. Kenzhehan¹, 2023

¹Academician E.A. Buketov Karaganda University, Karaganda, Kazakhstan;

²M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

INVESTIGATION OF PHOSPHORIC SLAG FOR OBTAINING OF ZINC-PHOSPHATE COMPOSITE CEMENT

Zhanikulov Nurgali — PhD, assistant professor, academician E.A. Buketov Karaganda university, Universitetskaya street, 28, 100028, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

Abdullin Aidana — PhD student, M. Auezov South Kazakhstan university, Avenue Tauke-Khan, 5, 160012, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: aidana_gkz@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4690-5441>;

Taimasov Bahitzhan — Doctor of technical sciences, Professor, M. Auezov South Kazakhstan university, Avenue Tauke-Khan, 5, 160012, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: taimasovukgu@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1844-4932>;

Kenzhehan Maruan — master student, academician E.A. Buketov Karaganda university, Universitetskaya street, 28, 100028, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: maruan_93@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6793-0089>.

Abstract. In the scientific article, a study was conducted on waste disposal of «Novo-Zhambyl Phosphorus Plant» LLP for the production of zinc-phosphate composite cement. Phosphorus slag contains oxides P_2O_5 and F, which are considered an important compound in the production of zinc-phosphate cement. The study of the phase structure, mineralogical and oxide composition, the amount of radionuclides and radioactivity of phosphoric slag in the preparation of dental composite material is very relevant. The chemical composition of phosphoric slag was determined, (%): SiO_2 –41,98; Al_2O_3 –3,06; Fe_2O_3 –0,74; CaO –40,92; MgO –2,30; SO_3 –2,30; F–1,45; P_2O_5 –2,01; CaF_2 –4,5; Ca_3P_2 –0,3. Diffraction maxima of pseudovollastonite, wollastonite and melilite minerals were determined during X-ray diffraction analysis. As a result of the DTA analysis, the exothermic effect of the pseudovollastonite mineral was observed at a temperature of 920°C. The SEM analysis showed that no harmful radioactive elements (U, Th, Ra) and their daughter particles were detected. The actual effective activity of radionuclides in phosphoric slag was 176 ± 25 Bq/kg, the exposure dose rate was 0,12 msv/h. This indicator is below the permissible power of 0,2+ background mSv/h. It is important to introduce phosphoric slag into the composition of zinc-phosphate cement

based on mechanical activation. As a result of mechanical activation of phosphoric slag, the specific surface area of slag decreased from 3585 cm²/g to 1104 cm²/g. The average particle size of the powder increased to 6,2–20,0 microns. As a result of grinding, which lasted 5 hours, the residue on the 008 sieve was 0,08 %. The use of phosphorus slag in the production of zinc-phosphate dental cement allows you to reduce the price of cement, reduce the cost of dental services, improve the environmental situation and increase the physical and mechanical properties of cement.

Keywords: Phosphoric slag, zinc, radioactivity, composite material, zinc-phosphate cement

This work was financially supported by the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan (grant of Tauelsizdik Urpaktary).

© Н. Жаникулов^{1*}, А. Абдуллин², Б. Таймасов², М. Кенжехан¹, 2023

¹Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті,
Қарағанды, Қазақстан;

²М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан.
E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

МЫРЫШ-ФОСФАТТЫ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ЦЕМЕНТ АЛУ ҮШІН ФОСФОР ШЛАГЫН ЗЕРТТЕУ

Жаникулов Нурғали — PhD докторы, профессор ассистенті, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Университетская көшесі, 28, 100028, Қарағанды, Қазақстан
E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

Абдуллин Айдана — PhD докторант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Тауке Хан даңғылы, 5, 160012, Шымкент, Қазақстан
E-mail: aidana_gkz@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4690-5441>;

Таймасов Бахитжан — техника ғылымдарының докторы, профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Тауке Хан даңғылы, 5, 160012, Шымкент, Қазақстан
E-mail: taimasovukgu@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1844-4932>;

Кенжехан Маруан — магистрант, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Университетская көшесі, 28, 100028, Қарағанды, Қазақстан
E-mail: maruan_93@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6793-0089>.

Аннотация. Ғылыми мақалада мырыш-фосфатты композициялық цемент алу үшін ЖШС «Жаңа-Жамбыл фосфор зауытының» қалдығын кәдеге жарату бойынша зерттеу жүргізілді. Фосфор шлагының құрамында кездесетін P₂O₅ және F оксидтері мырыш-фосфатты цемент алуда маңызды қосылыс болып саналады. Стоматологиялық композициялық материал өндіруде фосфор шлақтың фазалық құрылымын, минералды және оксидті құрамын, белсенді радионуклидтердің саны мен радиоктивтілігін зерттеу өте өзекті. Фосфор шлақты химиялық әдіспен зерттеу нәтижесінде құрамы (%): SiO₂–41,98; Al₂O₃–3,06; Fe₂O₃–0,74; CaO–40,92; MgO–2,30; SO₃–2,30; F–1,5; P₂O₅–2,01; CaF₂–4,5; Ca₃P₂–0,3 анықталы. РФА талдау кезінде псевдоволластонит, волластонит және мелилит минералдардың дифракциялық максимумдары анықталды. ДТА талдау нәтижесінде 920 °C кезінде

псевдоволластонит минералының экзотермиялық әсері байқалды. РЭМ талдауда зиянды радиоактивті элементтер (U, Th, Ra) және олардың еншілес бөлшектері сияқты радионуклидтер кездескен жоқтығы дәлелденді. Фосфор шлағындағы радионуклидтердің нақты тиімді белсенділігі 176 ± 25 Бк/кг, экспозициялық доза қуаты $0,12$ мкЗв/сағ тең болды. Бұл көрсеткіш рұқсат етілген $0,2 + \text{фон}$ мкЗв/сағ қуатынан төмен екендігін дәлелдейді. Фосфор шлағын мырыш-фосфатты цемент құрамына механикалық белсендіру негізінде ендіру маңызды. Фосфор шлағын механикалық белсендіру нәтижесінде, шлақтың үлестік беті 3585 см²/г-нан 1104 см²/г дейін төмендеді. Ұнтақ бөлшектерінің орташа өлшемі $6,2 - 20,0$ мкм дейін жоғарлады. 5 сағатқа созылған ұнтақтау нәтижесінде 008 електегі қалдық мөлшері $0,08$ % құрады. Мырыш-фосфатты стоматологиялық цемент өндіруде фосфор шлағын қолдану цемент бағасының төмендеуіне, стоматологиялық қызмет түрінің арзандауына, экологиялық жағдайдың жақсаруына, цементтің физикалық-механикалық көрсеткіштерінің артуына мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: Фосфор шлағы, мырыш, радиобелсенділік, композициялық материал, цинк-фосфатты цемент

Бұл жұмысты Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігі қаржылай қолдады (Тәуелсіздік ұрпақтары гранты).

© Н. Жаникулов^{1*}, А. Абдуллин², Б. Таймасов², М. Кенжехан¹, 2023

¹Қарагандинский университет имени академика Е.А. Букетова,
Қараганда, Казахстан;

²Южно-Казахстанский университет им. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.
E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОСФОРНОГО ШЛАГА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИНК-ФОСФАТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ЦЕМЕНТА

Жаникулов Нурғали — доктор PhD, ассистент профессор, Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, ул. Университетская, 28, 100028, Караганда, Казахстан
E-mail: nurgali.zhanikulov@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0750-9753>;

Абдуллин Айдана — докторант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, проспект Тауке-Хана, 5, 160012, Шымкент, Казахстан
E-mail: aidana_gkz@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4690-5441>;

Таймасов Бахитжан — доктор технических наук, профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, проспект Тауке-Хана, 5, 160012, Шымкент, Казахстан
E-mail: taimasovukgu@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1844-4932>;

Кенжехан Маруан — магистрант, Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, ул. Университетская, 28, 100028, Караганда, Казахстан
E-mail: maruan_93@mail.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6793-0089>.

Аннотация. Проведено исследование по утилизации отходов ТОО "Ново-Жамбылского фосфорного завода" для производства цинк-фосфатного композиционного цемента. В составе фосфорного шлака содержатся оксиды P_2O_5 и F, которые считаются важным соединением при получении цинк-фосфатного

цемента. Изучение фазовой структуры, минералогического и оксидного состава, количества радионуклидов и радиоактивности фосфорного шлака при получении стоматологического композиционного материала очень актуально. Определен химический состав фосфорного шлака, (%): SiO_2 –41,98; Al_2O_3 –3,06; Fe_2O_3 –0,74; CaO –40,92; MgO –2,30; SO_3 –2,30; F–1,5; P_2O_5 –2,01; CaF_2 –4,5; Ca_3P_2 –0,3. Дифракционные максимумы минералов псевдоволластонита, волластонита и мелилита были определены в ходе рентгеноструктурного анализа. В результате ДТА анализа экзотермический эффект минерала псевдоволластонита наблюдался при температуре 920°C. РЭМ-анализ показал, что никаких вредных радиоактивных элементов (U, Th, Ra) и их дочерних частиц не обнаружено. Фактическая эффективная активность радионуклидов в фосфорном шлаке составила 176±25 Бк/кг, мощность экспозиционной дозы – 0,12 мЗв/ч. Этот показатель ниже допустимой мощности в 0,2+ фоновых мЗв/ч. Важно ввести фосфорный шлак в состав цинк-фосфатного цемента на основе механической активации. В результате механической активации фосфорного шлака удельная поверхность шлака уменьшилась с 3585 см²/г до 1104 см²/г. Средний размер частиц порошка увеличился до 6,2–20,0 мкм. В результате измельчения, которое продолжалось 5 часов, остаток на сите 008 составил 0,08 %. Использование фосфорного шлака при получении цинк-фосфатного стоматологического цемента позволяет снизить цену на цемент, снизить стоимость стоматологических услуг, улучшить экологическую обстановку и повысить физико-механические свойства цемента.

Ключевые слова: фосфорный шлак, цинк, радиоактивность, композиционный материал, цинк-фосфатный цемент

Эта работа была финансово поддержана Министерством информации и общественного развития Республики Казахстан (грант Тәуелсіздік ұрпақтары).

Кіріспе

Қазақстанда стоматологияда қолданатын цементтердің ешқандай түрі өндірілмейді. Еліміз бұл композициялық материал түрін шет елдерден импорттауға мәжбүр. Соңғы 10 жылда Қазақстанға стоматология саласына қажетті композициялық материалдарды Германия, АҚШ, Ресей, Қытай, Швейцария, Франция, Ұлыбритания, Жапония және Оңтүстік Корея секілді мемлекеттерден жеткізген (Analysis, 2021). БҰҰ-ның мәліметіне сәйкес, Қазақстанға стоматологиялық цементтерді экспорттаушы елдердің қатарында Германия – 54 %, АҚШ – 14 %, Франция – 8 %, Швейцария – 7 %, Ресей – 5 % және басқада елдер – 12 % құраған (UN in Kazakhstan, 2022).

Стоматологиялық материалдар - тістерді уақытша қалпына келтіруде, пульпаны қорғауда, қуыстарды толтыруда, седация немесе окшаулауда, бекітілген протездерді цементтеуде қолданылатын арнайы сұйықтықпен араластырғанда қатты күйге айналатын композициялық материалды айтады. Заманауи стоматологияда халықаралық классификацияға сәйкес цементтердің 8 түрі кездеседі (Abdurakhmanov және т.б., 2016), олар:

- мырыш-фосфатты;

- мырыш-евгенолды;

- силикатты;
- силикофосфатты;
- бактерицидті;
- поликарбоксилатты;
- шыны иономерлі;
- полимерлі.

Мырыш-фосфатты цемент - 90% мырыш металл оксиді (ZnO), 10% магний оксиді (MgO) ұнтағынан және фосфор қышқылының сулы ерітіндісімен (H_3PO_4) әрекеттесуі нәтижесінде қатаятын материал (Choon-Keun, 1997). Ұнтақ пен сұйықты араластырған кезде экзотермиялық реакция жүреді, ол суда ерімейтін мырыш фосфатын түзеді. Цементті орнату уақыты 2,5–8 минуттан басталады, пленканың қалыңдығы 20 мкм, су/цемент қатынасы – 0,5, пісіргеннен кейінгі жұмыс уақыты – 5 мин, қысу беріктігі – 104 МПа, ал созылу – 5,5 МПа құрайды (Vishakha, 2020). H_3PO_4 жылдам бейтараптандыру арқылы цемент тіс целлюлозасын тітіркендірмейді (Leung және т.б., 2022).

Мырыш-фосфатты цементтің химиялық құрамында кездесетін ZnO, MgO және т.б. оксидердің ұнтақталған құрамдас бөліктері химиялық қатынасына қарай араласып, электр пеште 950–1300°C температура диапазонында 4–6 сағат күйдіріледі. Күйірілген жартылай дайын өнімді реакция түзу үшін ортофосфор қышқылмен әрекеттестіріп алады (С.-К Park және т.б., 1998). Мырыш-фосфатты цементтің қатаю реакциясын кешіктіру мен беріктігін арттыру мақсатында алюминий фосфатын ($AlPO_4 \cdot nH_2O$) қолданған. Нәтижесінде цемент беріктігі 100,6 МПа болған. Мұнда, % $AlPO_4 \cdot nH_2O=11,9$, $ZnO=37,2$, $H_3PO_4=50,9$ (Jabri және т.б., 2012).

Қазіргі уақытта, әлемде Джон Фишер, Стеван Шварц, Бэнджамен Палмер, Ли Хоу және Джон Ходсон ғалымдар мырыш фосфатты цементтің жаңа құрамдарын ойлап тауып, олардың қасиеттерін жақсарту бойынша жұмыс жасап жатыр (Viani және т.б., 2017).

Біздің ғылыми-зерттеу жұмыста мырыш-фосфатты цементтің жоғары тұрақтылыққа, уақыт бойынша адгезиялық беріктікке, төмен тозуға, физика-химиялық төзімділікке, жоғары физика-механикалық көрсеткіштерге және жоғары реминерализациялық қасиеттерге толық жарамды цементтеуші материал алу мақсатында фосфор шлағын қолдану мүмкіндігі қарастырылады.

Фосфор шлағында кездесетін Р және F элементтері мырыш-фосфатты цементке енгенде маңызды роль атқарады. Мырыш-фосфатты цемент құрамына фосфор шлағын ендіру цемент беріктігін, су мен атмосфералық жағдайға төзімділігін жақсартады. Сонымен қатар, фосфор шлағы өндіріс қалдығы болғандықтан арзан бағамен алуға болады (Svetlov, 2017; Arun және басқ., 2023; Carlos және т.б., 2022).

Мырыш-фосфатты цементке фосфор шлағын белсендіру арқылы ендіреді. Яғни, фосфор шлақты белсендірудің термиялық, сілітілік, қышқылды, механикалық және аралас тәсілдері бар. Соның ішінде, тиімділігі жоғары - механикалық белсендіру. Механикалық белсендіру кезінде фосфор шлақ бөлшектерін шарлы диірменде ұнтақтау арқылы жақсартады.

Жоғарыда келтірілген деректердің нәтижесінде фосфор шлағын мырыш-фосфатты цемент алуда қосымша қоспа ретінде құрамына ендіру және толыққанды зерттеу өзекті болып табылады. Бұл ғылыми мақалада негізгі объект

ретінде Тараз қаласында орналасқан «Жаңа Жамбыл фосфор зауытының» шлагы қарастырылған.

Материалдар мен зерттеу әдістері

Химиялық талдау — ерітінділердегі анықталатын заттардың химиялық реакцияларына негізделген әдістер арқылы материалдың құрамын анықтау (Andreeva, 2011). Бастапқы материалдардың химиялық құрамы МЕСТ 5382–2019 «Цемент және цемент өндірісінің материалдары. Химиялық талдау әдістері» бойынша анықталды (GOST5382–2019, 2019).

Рентгенофазалық талдау — шикізат материалдарының, өндіріс қалдықтардың және алынған өнімнің, цементтердің фазалық құрамының сапасы мен мөлшерін анықтайды. Рентгенофазалық талдау ДРОН-3 құрылғысында жүргізілді. ДРОН-3 рентгенофазалық аппараты келесі факторлармен жұмыс істейді: қоршаған орта температурасы 10-35°C; салыстырмалы ылғалдылық 25°C кезінде 80 % дейін; атмосфералық қысым 630–800 мм.сын. бағ. детектордың қозғалыс бұрыштарының диапазоны (дифракция бұрыштары) 0-ден +1660-ге дейін (сағат тіліне қарсы) және 0-ден-1000-ге дейін (сағат тілімен). Сатылы режимде детекторды жылжыту қадамдары: 0,01; 0,02; 0,05; 0,10; 0,20; 0,50; 1,000. Өздігінен жазылатын потенциометр таспасындағы бұрыштық белгі 0,1 немесе 1,0 θ арқылы жүзеге асырылады. Рентген түтігі 1,5 BSV 23 Cu (Esimov және т.б., 2012).

Дифференциалды термиялық талдау - жылудың бөлінуімен немесе сіңуімен бірге қыздыру кезінде зерттелетін материалдарда болатын физика-химиялық түрлендірулерді зерттеу үшін қолданылады. Әдістің мәні зерттелетін және анықтамалық үлгілер арасындағы температура айырмашылығын бір уақытта және бірдей қыздыру немесе салқындату кезінде өлшеу болып табылады. Дифференциалды-термиялық талдау Q-1500D құрылғысында орындалды. Q-1500D дериватографы заттардың термиялық өзгеруін, зат массасының өзгеруін, заттың массасы мен жылу сыйымдылығының өзгеру жылдамдығын және квазитермиялық, квази-изобарлық зерттеулерді зерттеуге арналған (Muzakozha және т.б., 2013).

Растворлы электрондық-микроскопиялық талдау үлгінің бетін электронды зондпен сканерлеу және осы процесте туындайтын сәулеленудің кең спектрін анықтау арқылы жүргізіледі. Электрондық микроскопта кескін алу үшін сигналдар екінші, шағылысқан және жұтылған электрондар болып табылады. Басқа әсерлер, атап айтқанда рентген сәулелері, зерттелетін үлгі материалының химиялық құрамы туралы қосымша ақпарат алу үшін қолданылады. Үлгілерді электрондық-микроскопиялық талдау JEOL JSM-6490 LV маркалы электрондық микроскоптың көмегімен жүргізілді (Shadrov, 2014).

«ДКГ-02У Арбитр» жоғары сезімтал радиометр-дозиметрі гамма-сәулелену көздерін анықтауға, қоршаған ортаны, жұмыс орындарын, қондырғылар мен көлік құралдарын радиациялық бақылауға, металл сынықтарын, шикізат және материалдардың басқа түрлерін, оның ішінде құрылыс материалдарын бақылауға арналған. Радиациялық бақылау жүргізу әдістемесі алдымен сыналатын материал қабатқа жайылып, гамма-сәулелену дозасының қуатын бір өлшеу жүргізіледі.

Өлшеу 0,1 м тор бойынша іздеу радиометрінің көмегімен жүзеге асырылады, егер сынық бетінен гамма-сәулеленудің ЭҚК жердің табиғи радиациялық фонынан 0,2 мкЗв/сағ асатын болса, материал радиоактивті ластанған болып саналады (Zhanikulov және т.б., 2020).

Фосфор шлагы — фосфат кендерін пайдалану арқылы 1300-1500°C температурада электр пешінде термиялық әдіспен фосфор алу кезінде түзілетін қалдықты айтамыз. Фосфор шлагының химиялық құрамында шамамен 30–40 % - SiO_2 , 10–20 % - CaO , 5–15 % — Al_2O_3 кездеседі. Фосфор шлагына МЕСТ 3476-2019 Цемент өндіруге арналған түйіршіктелген домна және электротермофосфор шлактары талаптар қойылады (GOST3476–2019, 2019).

Нәтижелер және талқылаулар

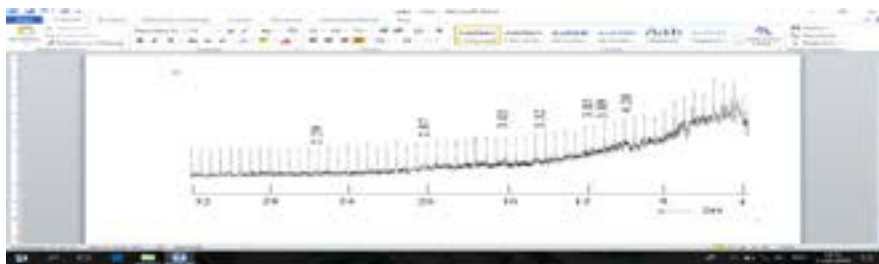
ЖШС «Жаңа-Жамбыл фосфор зауытының» шлагына химиялық, рентгенофазалық, дифференциалды-термиялық, дозиметриялық талдау жүргізілді. Химиялық талдау АҚ «Шымкентцемент» зауытының орталық лабораториясында орналасқан заманауи «XRF Axios FAST» көп элементті спектрометр құрылғысының көмегімен анықталды.

1 - кесте. Фосфор шлагының химиялық құрамы

Шикізат компоненті	Химиялық құрамы, сал. %												
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	F	P_2O_5	CaF_2	Ca_3P_2	жалпы
Фосфор шлагы	41,98	3,06	0,74	40,92	2,30	1,15	0,39	1,01	1,5	2,01	4,5	0,3	99,86

Химиялық-минералогиялық құрамы бойынша фосфор шлагы (%): SiO_2 –41,98; Al_2O_3 –3,06; Fe_2O_3 –0,74; CaO –40,92; MgO –2,30; SO_3 –2,30; F–1,5; P_2O_5 –2,01; CaF_2 –4,5; Ca_3P_2 –0,3 тұрады. Құрамында шыны тәрізді фаза саны 90–95 % құрайды.

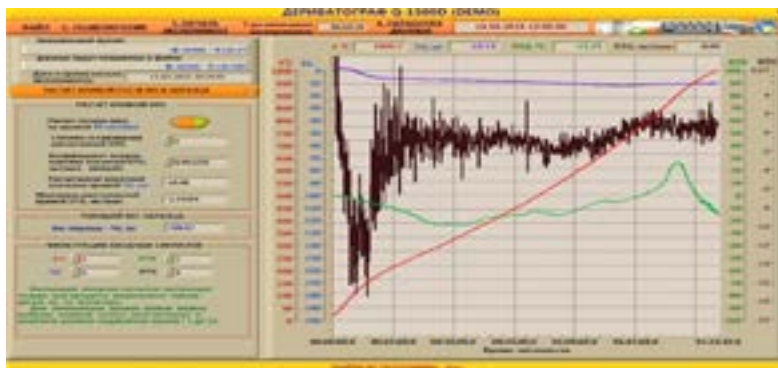
Фосфор шлагына рентгенофазалық талдау М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің «САПА» ғылыми-зерттеу және сынақ орталығында жүргізілді. Фосфор шлагының рентгенограммасы 1-суретте көрсетілген.



1 – сурет. Фосфор шлагының рентгенограммасы
(Fig. 1. X-ray of phosphorus slag)

Рентгенофазалық талдау нәтижесінде фосфор шлагының құрамында псевдоволластонит ($\alpha\text{-CaO}\cdot\text{SiO}_2$) $d/n=4,26; 3,85; 3,32$; волластонит ($\beta\text{-CaO}\cdot\text{SiO}_2$) $d/n=3,89; 3,05$; және мелилит [$\text{Ca}_2(\text{Al,Mg,Si})\text{Si}_2\text{O}_7$] $d/n=2,87; 2,29$ минералдардың дифракциялық максимумдары анықталды. Фосфор шлагында жүретін физика-

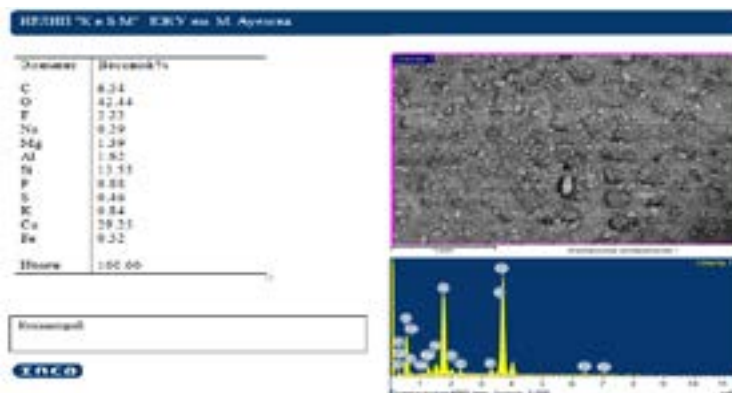
химиялық өзгерістерді зерттеу үшін дифференциалды термиялық талдау (ДТА) әдісі қолданылды. Фосфор шлагы түсірілген дериватограммасы 2-суретте көрсетілген.



2 – сурет. Фосфор шлагының дериватограммасы
(Fig. 2. Derivatogram of phosphorus slag)

Фосфор шлагының ДТА қисығында максимум 920°C кезінде терең экзотермиялық әсер анықталды. Әсер ету процесі 870°C температурада басталады, бұл фосфор шлагы құрамында псевдоволластонит минералының бар екенін көрсетеді. Фосфор шлагында ретсіз құрылымы бар шыны фаза саны 95–98 % құрайды. Температураның жоғарылауымен адсорбцияланған судың аз мөлшерін кетіру арқылы массаның шамалы жоғалуы (ТГ қисығы) байқалады.

Фосфор шлагының құрылымына «Конструкциялық және биохимиялық материалдар» инженерлік бейіндегі сынақ аймақтық зертханасында JEOL JSM-6490LV құрылғысының көмегімен расторлы электронды микроскопиялық талдау жүргізілді. Электронды-микроскопиялық энергия дисперсиялық микроанализі 3-суретте көрсетілген.



3 – сурет. Фосфор шлагының растрлық электронды-микроскопиялық энергия дисперсиялық микроанализі
(Fig. 3. Raster electron-microscopic energy dispersion microanalysis of phosphorus slag)

Расторлы электронды микроскопиялық талдау нәтижесінде фосфор шлақтың құрамында зиянды радиоактивті элементтер U, Th, Ra және олардың еншілес бөлшектері сияқты радионуклидтер кездескен жоқ. Сондай-ақ, улы, ауыр металл Zn, Cu, Pb, Be элементтері кездеспеді, мырыш фосфатты цемент алу кезінде қоспа ретінде қолдануға ұсынылады.

Фосфор шлагының құрамында кездесетін радионуклидтердің нақты тиімді белсенділігін мен радиоактивтілігін зерттеу Шымкент қаласының Ұлттық сараптама орталығындағы «Радиология» зертханасында «ДКГ-02У Арбитр» радиометр-дозиметр аппаратында жүргізілді.

2 - кесте. Фосфор шлагындағы экспозициялық доза қуаты

№	Материал атауы	Экспозициялық дозаның өлшенген қуаты, мкЗв / сағ			Экспозициялық дозаның рұқсат етілген қуаты, мкЗв / сағ		
		Еденнен грантка дейін (грант)			Еденнен грантка дейін (грант)		
		1,5 м	1 м	0,1 м	1,5 м	1 м	0,1 м
1	Фосфор шлагы	-	-	0,12	-	-	0,2+фон

Дозиметриялық бақылау нәтижесінде, фосфор шлагының құрамында экспозициялық доза қуаты 0,12 мкЗв/сағ тең болды. Бұл көрсеткіш рұқсат етілген 0,2+фон мкЗв/сағ қуатынан төмен екендігін дәлелдейді.

3 - кесте. Фосфор шлагындағы радионуклидтердің нақты тиімді белсенділігін анықтау

№	Материал атауы	Нақты тиімді белсенділік, Бк/кг	Нақты тиімді белсенділіктің рұқсат етілген деңгейі, Бк/кг	Материал класы	Сынақ әдісіне арналған нормативтік құжат
1	Фосфор шлагы	176±25	370	I	МЕСТ 30108-94

Фосфор шлагындағы радионуклидтердің нақты тиімді белсенділігін анықтау нәтижесінде, радионуклидтердің концентрациясы белгіленген нормадан 370 Бк/кг асқан жоқ. Фосфор шлагының нақты тиімді белсенділік мөлшері 176±25 Бк/кг тең болды. Бұл оның адам денсаулығына және қоршаған ортаға қауіп төндірмейді, сондай-ақ, мырыш-фосфат цемент алу кезінде қосымша қоспа ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Фосфор шлагын механикалық белсендіру шарлы диірменде орындалды. Шарлы диірменге 1 кг фосфор шлак, 3 кг 30–60 мм шар, 2 кг цильпес толтырылды. Ұнтақтау уақыты 5 сағатқа созылды. Қалдықтың үлестік беті мен бөлшектердің орташа өлшемдері ПСХ-12 құрылғысының көмегімен анықталды. Фосфор шлақты механикалық белсендіру нәтижесі 4 кестеде келтірілген.

4 - кесте. Фосфор шлақты механикалық белсендіру нәтижесі

Фосфор шлагы	Ұнтақтау уақыты, мин	№ 008 електегі қалдық, %	Үлестік беті, см ² /г	Бөлшектің орташа өлшемдері, мкм
	60	37,58	3585	6,2
	120	14,63	3241	6,8
	180	0,1008	1769	12,5

	240	0,045	1667	13,2
	300	0,08	1104	20,0

Фосфор шлағын механикалық белсендіру нәтижесінде, шлақтың үлестік беті 3585 см²/г-нан 1104 см²/г дейін төмендеді. Ұнтақ бөлшектерінің орташа өлшемі 6,2–20,0 мкм дейін жоғарлады. 5 сағатқа созылған ұнтақтау нәтижесінде 008 електегі қалдық мөлшері 0,08 % болды.

Қорытынды

1. Алғаш рет мырыш фосфатты цемент алу кезінде фосфор шлағын қолдану іске асырылатын болады.

2. Фосфор шлағының химиялық-минералогиялық құрамы анықталды, (%): SiO₂–41,98; Al₂O₃–3,06; Fe₂O₃–0,74; CaO–40,92; MgO–2,30; SO₃–2,30; F–1,5; P₂O₅–2,01; CaF₂–4,5; Ca₃P₂–0,3. Құрамында шыны тәрізді фаза саны 90–95 % құрады.

3. Рентгенофазалық талдау нәтижесінде фосфор шлағының құрамында псевдоволластонит (α -CaO·SiO₂) d/n=4,26; 3,85; 3,32; волластонит (β -CaO·SiO₂) d/n=3,89; 3,05; және мелилит [Ca₂(Al,Mg,Si)Si₂O₃] d/n=2,87; 2,29 минералдары анықталды.

4. Растворлы электронды микроскопиялық талдау нәтижесінде құрамында зиянды радиоактивті элементтер U, Th, Ra және олардың еншілес бөлшектері сияқты радионуклидтер кездескен жоқ. Сондай-ақ, улы, ауыр металл Zn, Cu, Pb, Be элементтері кездеспеді, мырыш фосфатты цемент алу кезінде қоспа ретінде қолдануға ұсынылады.

5. Дозиметриялық бақылау нәтижесінде, фосфор шлағының құрамында экспозициялық доза қуаты 0,12 мкЗв/сағ болды. Бұл көрсеткіш рұқсат етілген 0,2+фон мкЗв/сағ қуатынан төмен екендігін дәлелдейді.

6. Радионуклидтердің нақты тиімді белсенділігін анықтау нәтижесінде, радионуклидтердің концентрациясы белгіленген нормадан 370 Бк/кг асқан жоқ. Нақты тиімді белсенділік мөлшері 176±25 Бк/кг болды. Бұл оның адам денсаулығына және қоршаған ортаға қауіп төндірмейді, сондай-ақ, мырыш-фосфат цемент алу кезінде қосымша қоспа ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

7. Механикалық белсендіру нәтижесінде, шлақтың үлестік беті 3585 см²/г-нан 1104 см²/г дейін төмендеді. Ұнтақ бөлшектерінің орташа өлшемі 6,2–20,0 мкм дейін жоғарлады. 5 сағатқа созылған ұнтақтау нәтижесінде 008 електегі қалдық мөлшері 0,08 % болды.

ӘДЕБИЕТТЕР

Абдурахманов А.И., Курбанов О.Р., 2016 — *Абдурахманов А.И., Курбанов О.Р.* Ортопедическая стоматология. ГЭОТАР-Медиа, Россия.

Анализ рынка стоматологических услуг в Казахстане в 2016–2020 гг, оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025., 2021 — *Анализ рынка стоматологических услуг в Казахстане в 2016–2020 гг, оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025.* Москва, 35. <https://marketing.rbc.ru/research/43058/>

Андреева Н.А., 2011 — *Андреева Н.А.* Химия цемента и вяжущих, СПбГАСУ, Россия.

Arun K. Kotha, John W. Nicholson, Samantha E. Booth., 2023 — *Arun K. Kotha, John W. Nicholson, Samantha E. Booth.* Biological Evaluation of zinc phosphate cement for potential bone contact Applications, Biomedicines, 11:2:250 <https://doi.org/10.3390/biomedicines11020250>

C.-K Park A., M.R Silsbee B., D.M Roy B., 1998 — *C.-K Park A., M.R Silsbee B., D.M Roy B.* Setting reaction and resultant structure of zinc phosphate cement in various orthophosphoric acid cement – forming liquids, *Cement and concrete research*, 28:1:141-150. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(97\)00223-8](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(97)00223-8)

Carlos Andrés Cárdenas Balaguera, Maryory Astrid Gomez Botero., 2022 — *Carlos Andrés Cárdenas Balaguera, Maryory Astrid Gomez Botero.* Multiphase phosphate cements from steel slags, *Journal of Sustainable cement-based materials*, 11:1:15-27. <https://doi.org/10.1080/21650373.2020.1863275>

Choon-Keun Park., 1997 — *Choon-Keun Park.* Synthesis and characterization of zinc phosphate cement powder and cement-forming liquid. *The Korean journal of Ceramics*, 3:4:269-273.

Есимов Б.О., Адырбаева Т.А., Жакипбаев Б.Е., 2012 — *Есимов Б.О., Адырбаева Т.А., Жакипбаев Б.Е.* Рентгеновский определитель минералов В.И. Михеева, ЮКГУ.

ГОСТ3476–2019 Гранулированные доменные и электротермофосфорные шлаки для производства цемента, 2019 — *ГОСТ3476–2019 Гранулированные доменные и электротермофосфорные шлаки для производства цемента.* Ввод. 2020-06-01. Межгосударственный стандарт: Стандартинформ, 2019. - 7 с.

ГОСТ5382-2019 Цементы и материалы для производства цемента. Методы химического анализа, 2019 — *ГОСТ5382-2019 Цементы и материалы для производства цемента. Методы химического анализа.* - Ввод. 2020-06-01. Межгосударственный стандарт: Издательство стандартов, 2019. - 69 с.

Jabri M., Mejdoubi E., El Gabi M., Hammouti B., 2012 — *Jabri M., Mejdoubi E., El Gabi M., Hammouti B.* Optimization of hardness and setting of dental zinc phosphate cement using a design of experiments, *Arabian journal of Chemistry*, 5. 347–351 с. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2010.09.004>

Leung G.K.-H., Wong A.W.-Y., Chu C.-H., Yu O.Y., 2022 — *Leung G.K.-H., Wong A.W.-Y., Chu C.-H., Yu O.Y.* Update on Dental Luting materials, *Dentistry journal*, 10:11:208. <https://doi.org/10.3390/dj10110208>

Мырзакожа Д.А., Мирзаходжаев А.А., 2013 — *Мырзакожа Д.А., Мирзаходжаев А.А.* Современные методы исследования, Редакционно-издательский центр КБТУ.

Шадров В.И., 2014 — *Шадров В.И.* Сканирующий электронный микроскоп JSM-6490LV с энергодисперсионными системами микроанализа INCA Energy.

Светлов А.Ю., 2017 — *Светлов А.Ю.* Современные стоматологические цементы, 4: 92–95.

ООН в Казахстане: Годовой отчет за 2021, 2022 годы — *ООН в Казахстане: годовой отчет за 2021 год.*

Viani A., Sotiriadis K., Kumpova I., Mancini L., Appavou M.S., 2017 — *Viani A., Sotiriadis K., Kumpova I., Mancini L., Appavou M-S.* Microstructural characterization of dental zinc phosphate cements using combined small angle neutron scattering and microfocus X-ray computed tomography, *Dental materials*, 33:4. 402–417. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.01.008>

Vishakha Dare., 2020 — *Vishakha Dare.* Zinc phosphate cement, <https://dentalpockets.com/blog/zinc-phosphate-cement/>

Жаникулов Н.Н., Таймасов Б.Т., Джанмулдаева Ж.К., Куандыкова А.Е., 2020 — *Жаникулов Н.Н., Таймасов Б.Т., Джанмулдаева Ж.К., Куандыкова А.Е.* Дозиметрический контроль порландцемента, полученного из свинцового шлака, *Вестник КазНИТУ*, 1:137. 685–688.

REFERENCES

Abdurakhmanov A.I., Kurbanov O.R., 2016 — *Abdurakhmanov A.I., Kurbanov O.R.* Ortopedicheskaya stomatologiya. GEOTAR-Media, Russia. (in Russ.).

Analysis of the dental services market in Kazakhstan in 2016–2020, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2021–2025., 2021 — *Analysis of the dental services market in Kazakhstan in 2016–2020, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2021–2025.* Moscow, 35. <https://marketing.rbc.ru/research/43058/> (in Russ.).

Andreeva N.A., 2011 — *Andreeva N.A.* Chemistry of cement and binders, SPbGASU, Russia. (in Russ.).

Arun K. Kotha, John W. Nicholson, Samantha E. Booth., 2023 — *Arun K. Kotha, John W. Nicholson, Samantha E. Booth.* Biological Evaluation of zinc phosphate cement for potential bone contact Applications, *Biomedicines*, 11:2:250 <https://doi.org/10.3390/biomedicines11020250> (in Eng.).

C.-K Park A., M.R Silsbee B., D.M Roy B., 1998 — *C.-K Park A., M.R Silsbee B., D.M Roy B.* Setting

reaction and resultant structure of zinc phosphate cement in various orthophosphoric acid cement – forming liquids, Cement and concrete research, 28:1. Pp. 141–150. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(97\)00223-8](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(97)00223-8) (in Eng.).

Carlos Andrés Cárdenas Balaguera, Maryory Astrid Gomez Botero, 2022 — *Carlos Andrés Cárdenas Balaguera, Maryory Astrid Gomez Botero*. Multiphase phosphate cements from steel slags, Journal of Sustainable cement-based materials, 11:1. Pp.15–27. <https://doi.org/10.1080/21650373.2020.1863275> (in Eng.).

Choon-Keun Park, 1997 — *Choon-Keun Park*. Synthesis and characterization of zinc phosphate cement powder and cement-forming liquid. The Korean journal of Ceramics, 3:4. Pp.269–273. (in Eng.).

Esimov B.O., Adyrbaeva T.A., Zhakipbaev B.E., 2012 — *Esimov B.O., Adyrbaeva T.A., Zhakipbaev B.E.* X-ray determinant of minerals V.I. Mikheev, SKSU. (in Russ.).

GOST3476–2019 Granular blast-furnace and electrothermophosphorus slags for the production of cements, 2019 — *GOST3476-2019 Granular blast-furnace and electrothermophosphorus slags for the production of cements*. Input. 2020-06-01. Interstate standard: Standartinform, 2019. - 7 p. (in Russ.).

GOST5382–2019 Cements and materials for cement production. Methods of chemical analysis, 2019 — *GOST5382-2019 Cements and materials for cement production. Methods of chemical analysis*. - Input. 2020-06-01. Interstate standard: Publishing house of standards, 2019. - 69 p. (in Russ.).

Jabri M., Mejdoubi E., El Gabi M., Hammouti B., 2012 — *Jabri M., Mejdoubi E., El Gabi M., Hammouti B.* Optimization of hardness and setting of dental zinc phosphate cement using a design of experiments, Arabian journal of Chemistry, 5. Pp.347–351. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2010.09.004> (in Eng.).

Leung G.K-H., Wong A.W-Y., Chu C-H., Yu O.Y., 2022 — *Leung G.K-H., Wong A.W-Y., Chu C-H., Yu O.Y.* Update on Dental Luting materials, Dentistry journal, 10:11:208. <https://doi.org/10.3390/dj10110208> (in Eng.).

Myrzakozha D.A., Mirzakhodzhaev A.A., 2013 — *Myrzakozha D.A., Mirzakhodzhaev A.A.* Modern research methods, Editorial and publishing center of KBTU. (in Russ.).

Shadrov V.I., 2014 — *Shadrov V.I.* Scanning electron microscope JSM-6490LV with energy dispersive microanalysis systems INCA Energy, (in Russ.).

Svetlov A.Yu., 2017 — *Svetlov A.Yu.* Modern dental cements, 4. Pp. 92–95. (in Russ.).

UN in Kazakhstan: Annual Report 2021, 2022 — *UN in Kazakhstan: Annual Report 2021* (in Russ.).

Viani A., Sotiriadis K., Kumpova I., Mancini L., Appavou M-S., 2017 — *Viani A., Sotiriadis K., Kumpova I., Mancini L., Appavou M-S.* Microstructural characterization of dental zinc phosphate cements using combined small angle neutron scattering and microfocus X-ray computed tomography, Dental materials, 33:4 :402-417. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.01.008> (in Eng.).

Vishakha Dare., 2020 — *Vishakha Dare.* Zinc phosphate cement, <https://dentalpockets.com/blog/zinc-phosphate-cement/> (in Eng.).

Zhanikulov N.N., Taimasov B.T., Dzhanmuldaeva Zh.K., Kuandykova A.E., 2020 — *Zhanikulov N.N., Taimasov B.T., Dzhanmuldaeva Zh.K., Kuandykova A.E.* Dosimetric control of Portland cement obtained from lead slag, Bulletin of KazNITU, 1:137. Pp. 685–688. (in Russ.).

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
ISSN 2224–5286

Volume 2, Number 455 (2023), 75–84

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.165>

UDC 543; 543.62

© **M.Zh. Zhurinov, T.S. Bekezhanova***, **K.B. Bazhykova, K.D. Rakhimov,**
Z.M. Ziyatbek, 2023

Asfendiyarova Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: bekezhanova.t@kaznmu.kz.

METHODS OF EXTRACTING ESSENTIAL OILS FROM *ARTEMISIA CINA* BERG. PLANT RAW MATERIALS AND THEIR STANDARDIZATION

Zhurinov Murat — Academician of NAS RK, General Director of “D.V. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry” JSC, Almaty, Kazakhstan

E-mail: m.zhurinov@ifce.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5314-1219>;

Bekezhanova Tolkyun Slyamovna — Associate Professor, Department of Engineering Disciplines and Good Practices, Ph.D., Asfendiyarova Kazakh National Medical University, Almaty, Republic of Kazakhstan Almaty, st. Tole bi, 94

E-mail: bekezhanova.t@kaznmu.kz;

Bazhykova. Kulzada Begalinovna — Associate Professor, Department of Chemical Technology of Organic Substances, Natural Compounds and Polymers of al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan Almaty, 71 al-Farabi Ave., Almaty

E-mail: Bazhykova.kulzada@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-5290-9174>;

Rakhimov Kayrolla Dyusenbaevich — Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, MD, Professor, Head of the Department of Clinical Pharmacology, Asfendiyarov Kazakh National Medical University

E-mail: kdrakhimov@inbox.ru. ORCID ID <http://orcid.org/0000-0003-3125-6845>;

Ziyatbek Zamira — 4th year student of the specialty "Technology of pharmaceutical production" Asfendiyarova Kazakh National Medical University, Almaty, Republic of Kazakhstan Almaty, st. Tole bi, 94
E-mail: tolkyn1984@mail.ru.

Abstract. Extraction of essential oil from medicinal plant raw materials of wormwood (*Artemisia cina* Berg.) by various methods and its standardization on the basis of the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan (KR MF) was carried out. During the experiment, essential oil MF was obtained by two different methods and its yields were calculated. The quantitative and qualitative composition of the finished product was determined by gas-liquid mass spectrometry (GS MS). As a result of the study, the main components are: 1,8-cineole (43.7 %), α -Thujone – (12.5%), α -Thujone – (6.6 %), p-Cymene – (5.0 %), Terpinen-4-ol – (4.2 %), it was determined. Quality indicators (characteristics, transparency, color, smell, solubility, presence of ethyl alcohol, water, esters, fatty and mineral oils, including resinous substances, essential oil residue after evaporation, density, optical rotation, refractive index, acid number) were determined.

. The quality indicators of the essential oil obtained from the *Artemisia cina* Berg. plant correspond to the MF of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: essential oil of *Artemisia cina* Berg., medicinal plant raw materials, standardization, quantitative indicators, gas-liquid chromatography, cineol

Financing: This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan within the framework of the scientific program BR10965271 "Development of highly effective medicinal substances from plant materials with antiviral activity against COVID-19 and similar viral infections".

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

© М.Ж. Жұрынов, Т.С. Бекежанова*, К.Б. Бажыкова, К.Д. Рахимов,
З.М. Зиятбек, 2023

С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық медицина университеті» КеАҚ,
Алматы, Қазақстан.

E-mail: bekezhanova.t@kaznmu.kz.

ДӘРМЕНЕ ЖУСАНЫ (*ARTEMISIA CINA* BERG.) ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫНАН ЭФИР МАЙЛАРЫН БӨЛІП АЛУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ СТАНДАРТТАУ

Жұрынов Мұрат — ҚР ҰҒА академигі, Д.В. Сокольский атындағы "Жанармай, катализ және электрохимия институты" АҚ Бас директоры, Алматы, Қазақстан

E-mail: m.zhurinov@ifce.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5314-1219>;

Бекежанова Толкын Слямовна — инженерлік пәндер кафедрасының доценті, Ph.D., «С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық медицина университеті» КеАҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы Алматы қ., Төле би көшесі, 94

E-mail: bekezhanova.t@kaznmu.kz;

Бажыкова Күлзада Бегалиновна — органикалық заттар, табиғи қосылыстар және полимерлердің химиялық технологиясы кафедрасының доценті, х.ғ.к., «эл-Фараби атындағы ҚазҰУ» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., эл-Фараби даңғылы, 71

E-mail: Bazhikova.kulzada@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-5290-9174>;

Рахимов Кайролла Дюсенбаевич — ҚР ҰҒА академигі, м.ғ.д., профессор, клиникалық фармакология кафедрасының меңгерушісі, С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті

E-mail: kdrakhimov@inbox.ru. ORCID ID <http://orcid.org/0000-0003-3125-6845>;

Зиятбек Замира — С.Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ фармацевтикалық өндіріс технология мамандығының 4 курс студенті, Қазақстан Республикасы, Алматы, Төле би 94

E-mail: tolkyn1984@mail.ru.

Аннотация. Дәрмене жусаны (*Artemisia cina* Berg.) дәрілік өсімдік шикізатынан әртүрлі әдістермен эфир майын алу және оны Қазақстан Республикасының Мемлекеттік Фармакопея (ҚР МФ) негізінде стандарттау жүргізілді. Тәжірибе барысында эфир майы МФ екі түрлі әдісімен алынды және оның шығымдары есептелді. Дайын өнімнің сандық және сапалық құрамы газ сұйықтық масс-спектрлік хроматография (ГС МС) арқылы анықталды. Зерттеу нәтижесінде

негізгі компоненттер: 1,8 – Cineole (43,7 %), α -Thujone – (12.5 %), α -Thujone – (6.6 %), p-Cymene – (5.0 %), Terpinen-4-ol – (4.2 %), екені анықталды. Сапа көрсеткіштері (сипаттамасы, мөлдірлігі, түсі, иісі, ерігіштігі, этил спиртінің, судың, күрделі эфирлердің, майлы және минералды майлардың, соның ішінде шайырлы заттардың болуы, буланудан кейінгі эфир майы қалдығы, тығыздық, оптикалық айналу, сыну көрсеткіші, қышқыл саны) анықталды. Дәрмене жусаны (*Artemisia cina* Berg.) өсімдігінен алынған эфир майының сапа көрсеткіштері ҚР МФ сәйкес екенін көрсетті.

Түйін сөздер: дәрмене жусаны (*Artemisia cina* Berg.) дәрілік өсімдік шикізатының эфир майы, стандарттау, сандық көрсеткіштер, газ-сұйықтық хроматографиясы, цинеол

Қаржыландыру: Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті BR10965271 «Өсімдік шикізатынан COVID-19 және осыған ұқсас вирустық инфекцияларға қарсы белсенділігі бар жоғары тиімді дәрілік заттарды әзірлеу» ғылыми бағдарламасы аясында қаржыландырды.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

© М.Ж. Жұрынов, Т.С. Бекежанова*, К.Б. Бажыкова, К.Д. Рахимов,
З.М. Зиятбек, 2023

Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова,
Алматы, Казахстан.

E-mail: m.zhurinov@ifce.kz.

СПОСОБЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ *ARTEMISIA CINA* BERG. И ИХ СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Журинов Мурат — академик НАН РК, генеральный директор АО “Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского”, Алматы, Казахстан

E-mail: m.zhurinov@ifce.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5314-1219>;

Бекежанова Толкын Слямвна — доцент кафедры инженерных дисциплин, Ph.D., НАО «Казахский Национальный Медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова», г. Алматы, Республика Казахстан г. Алматы, ул. Толе би, 94

E-mail: bekezhanova.t@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6088-5002>

Бажыкова Кульзада Бегалиновна — доцент кафедры химической технологии органических веществ, природных соединений и полимеров, к.х.н, НАО «КазНУ имени аль-Фараби», г. Алматы, Республика Казахстан г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

E-mail: Bazhikova.kulzada@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-5290-9174>;

Рахимов Кайролла Дюсенбаевич — академик НАН РК, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой клинической фармакологии, Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова

E-mail: kdrakhimov@inbox.ru. ORCID ID <http://orcid.org/0000-0003-3125-6845>;

Зиятбек Замира — студентка 4 курса специальности «Технология фармацевтического производства» Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, г. Алматы, Республика Казахстан

E-mail: tolkyn1984@mail.ru

Аннотация. Проведено выделение эфирного масла из лекарственного растительного сырья полыни цитварной (*Artemisia cina* Berg.) различными методами и его стандартизация на основании Государственной фармакопеи Республики Казахстан (КР МФ). В ходе эксперимента эфирное масло из полыни цитварной было получено двумя разными способами и рассчитаны его выходы. Количественный и качественный состав готового продукта определяли методом газожидкостной масс-спектрометрии (ГХМС). В результате исследования основными компонентами являются: 1,8 – Cineole (43,7 %), α -Thujone – (12.5 %), α -Thujone – (6.6 %), p-Cymene – (5.0 %), Terpinen-4-ol – (4.2 %). Определяли показатели качества (характеристики, прозрачность, цвет, запах, растворимость, наличие этилового спирта, воды, эфиров, жирных и минеральных масел, в том числе смолистых веществ, остаток эфирного масла после выпаривания, плотность, оптическое вращение, показатель преломления, кислотное число). Показатели качества эфирного масла, полученного из растения *Artemisia cina* Berg, соответствуют ГФ РК.

Ключевые слова: эфирное масло полыни цитварной (*Artemisia cina* Berg.), лекарственное растительное сырье, стандартизация, количественные показатели, газожидкостная хроматография, цинеол

Финансирование: Данное исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках научной программы BR10965271 «Разработка высокоэффективных лекарственных веществ из растительного сырья с противовирусной активностью в отношении COVID-19 и сходных вирусных инфекций».

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Фитопрепараттардың ассортиментін кеңейту тәсілдерінің бірі, негізінен терпеноидты сипаттағы биологиялық белсенді заттардың (ББЗ) қосындысы болып табылатын эфир майлары сияқты өсімдік тектес фармацевтикалық субстанцияларды өндіру және стандарттау болып табылады. Эфир майларын емдік мақсатта қолданудың ұзақ тарихы бар және белгілі дәрілік өсімдіктердің едәуір бөлігі ең алдымен эфир майы шикізаты ретінде пайдаланылады (Молчанов, 2009; Тенцова, 2012; Токаев, 2007; Sakipova, 2017; Диплом, 1999; Кузьменко, 2010; Тыхеев, 2021). Дегенмен, дәрілік өсімдік шикізатынан алынған фармацевтикалық субстанцияны ресми медициналық тәжірибеге енгізу және оларды стандарттаудан кейін, осы өнімдердің сапасын сипаттайтын критерийлер мен нормаларға зерттеулер жүргізу қажет болып табылады.

Дәрмене жусанының эфир майы құрамында цинеолдың көп мөлшерде кездесуіне байланысты фармакологиялық әсері: кантамырлық ревматизм кезінде, құрғақ және көкжөтелді, бронхит пен астманы емдеуде, сонымен қатар шырышты жұқартып, оны шығаруға және тыныс алу жолдарын тазартуға ықпал етеді. Осыған байланысты, жұмыстың мақсаты дәрмене жусаны (*Artemisia cina* Berg.) дәрілік өсімдік шикізатынан алынған эфир майын алу және оны нормативті құжаттарға

сәйкес стандарттау болып табылады (Тукеев, 2019; Sehailia, 2020; Богоявленский, 2013; Бейсенбаев, 2001; Асанова, 2003; Бекежанова, 2018).

Әдістер

Сапа критерийлері негізгі сапа стандарттарындағы эфир майын стандарттау тәсілдерін салыстырмалы талдау негізінде таңдаған көрсеткіштер болды: (ҚР МФ, I, т. 2.8.12) сипаттамасы, мөлдірлігі, түсі, иісі, ерігіштігі, этил спирті, су, күрделі эфирлер, майлы және минералды майлардың соның ішінде шайырлы заттар, буланудан кейінгі эфир майының қалдығы, тығыздығы, оптикалық айналу, сыну көрсеткіші, қышқыл саны.

Түсін (және мөлдірлігін) өтпелі жарықта қарап отырып, 10 мл эфир майын диаметрі 2–3 см түссіз мөлдір шыныдан жасалған цилиндрге орналастырады (ҚР МФ I, т. 1, 2.8.8).

Иісін келесі тәсілмен анықтайды: 0,1 мл (2 тамшы) эфир майын фильтр қағазының сызығына 12 см ұзындықта және ені 5 см болатындай етіп, бірақ май қағаздың шеттеріне шықпайтындай етіп тамызады, әр 15 минут сайын зерттелетін үлгіні тура солай фильтр қағазына тамызып дайындалған стандартты үлгі иісімен салыстырып отырады. 1 сағат көлемінде иісі бақылау үлгісінің иісімен бірдей болуы керек (ҚР МФ I, т. 1, 2.8.8).

Дәмін май тамызылған немесе 1 г қант қопасы мен 1 г зерттелетін үлгінің қоспасы тамызылған фильтр қағазының сызығын тілге қою арқылы анықтайды (ҚР МФ I, т. 1, 2.8.8).

Қоспаларды анықтау:

Этил спирті. Зерттелетін майдың бірнеше тамшысын сағаттық әйнекке құйылған суға тамызады да қара фонда қарайды; май тамшысының айналасында лайлану айқын білінбеуі керек. 1 мл зерттелетін майды пробиркаға құйып, ортасында фуксин кристаллдары бар мақтамен жауып, қайнағанға дейін қыздырады; егер спирті болса оныңбуы фуксинді ерітіп жібереді, мақтаны қызыл түске бояйды (ҚР МФ I, т. 1, 2.8.10).

Майлы және минералды майлар. 1 мл эфир майын пробиркада 10 мл 80 % этил спиртімен шайқайды; лайлану (5–10 % майда) және майлы тамшылар (10 % аса) пайда болмау керек.

Су. Дистилляция әдісімен анықтайды. Бұл әдіс эфир майларының 150°C аса температурада қайнатуға негізделген. Пробиркаға 1–2 мл эфир майын құйып, 120°C дейін қыздырады. Құрамында су бар болса пробирканың қабырғаларында бу тамшылары пайда болады. Суды сандық әдіспен 10 мл эфир майында 120°C температурада тоңазытқышпен айдау арқылы анықтайды. Су буланып болғаннан кейін (буды айдау температурасы 100°C кеміген термометр температурасы) оны өлшеп, салмағын қалған эфир майының салмағына теңестіреді (ҚР МФ I, т. 1, 2.8.5).

Сандық көрсеткіштер.

Эфир майының тығыздығын пикнометрмен анықтайды (ҚР МФ I, т. 1, 2.2.5).

Поляризация жазығының айналу бұрышын поляриметрмен анықтайды (ҚР МФ I, т. 1, 2.2.7).

Сыну көрсеткішін рефрактометрмен анықтайды. Сыну көрсеткіші деп (n) зерттелетін заттағы ауа жарығының жылдамдығының жарықтың таралуына қатынасын айтады. (ҚР МФ I, т. 1, 2.2.6).

Осы зерттеудің нысаны ҚР МФ (I, т. 2.8.12) дәрмене жусан шөбінен алынған эфир майының үлгілері болды.

Эфир майы ҚР МФ-да келтірілген «Дәрілік өсімдік шикізаты мен дәрілік өсімдік препараттарындағы эфир майының құрамын анықтау» 2-әдіске сәйкес су буымен айдау арқылы алынды. Майдың құрамы 100 г ұсақталған шикізатта анықталды (сумен қатынасы 1:5). Дистилляция уақыты 2–2,5 сағатты құрады.

Негізгі қосылысты анықтау үшін эфир майының құрамдас бөлігін зерттеу Thermo Scientific UHPLC Dionex Ultimate MWD 3000 RS Diode Array Detector газ-сұйықтық хроматографиясында жүргізілді.

Эфир майларын ҚР МФ 3-ші әдісі арқылы алу (Клевенджер аппараты арқылы).

Клевенджер аппаратында гидродистилляция әдісімен эфир майын бөлу. Жыл сайынғы жусанның өсімдік шикізаты кем дегенде 1 мм, 100 г бөлшектердің мөлшеріне дейін ұнтақталған. эфир майын айдау үшін 2 литрлік колбаға салып, 1 литр тазартылған су құйды. Содан кейін колба Клевенджер аппаратымен қосылып, байланыс термометрімен электр плиткасына орнатылды. Эфир майы 2–2,5 сағат ішінде шығарылды. айдаудың басталуы дистилляттың алғашқы тамшылары пайда болған сәттен бастап белгіленеді. Айдау қарқындылығы минутына 45–50 тамшыдан аспауы керек. Айдау аяқталғанға дейін 10 минут бұрын олар оны жылыту мақсатында тоңазытқышқа су беруді тоқтатты, осылайша оның ішкі қабырғаларында қалған эфир майының тамшылары қабылдағышқа түседі. Айдау аяқталғаннан кейін қабылдағыштан майдың көлемі ағызылып, бу 30 минут ішінде аппарат арқылы өткізілді. алынған эфир майы бөлгіш шұңқырдағы Судан бөлініп, сусыз натрий сульфатының үстінде кептірілді және осылайша алынған эфир майы тоңазытқышта 4°C-тан аспайтын температурада сақталды. Эфир майының шығымы 2% құрады.

Эфир майларын ҚР МФ 1-ші әдісі арқылы алу (Гинзберг аппараты арқылы).

Су буымен айдау арқылы Гинзберг аппараты бойынша алу.Алдымен 100 г ұсақталған шикізатты сыйымдылығы 1000 мл болатын, дөңгелек және жалпақ түбі бар колбаға орналастырды.500 мл тазартылған суды құйды, колбаның бетін резеңке тығынмен жауып кері шарикті тоңазытқышқа орналастырды. Жұқа сымның көмегімен тоңазытқыштан жоғары болатындай етіп іліп қойды. Мақалада көрсетілген уақыт бойынша қыздырылады және қайнатылады. Майдың көлемі дистилляция аяқталғаннан кейін және құрылғыны бөлме температурасына дейін салқындатқаннан кейін өлшенеді.Эфир майының шығымы 3 % құрады.

Эфир майының құрамдас бөлігі және оның жеке фракциялары детектор ретінде GL Science инертті қақпақ бағанасы 25–30 м, 0,32 мм, 0,25 мкм. Буландырғыштың температурасы – 260°C. Тасымалдаушы газ гелий, шығыны 2,3 мл/мин. Баған температурасы келесідей бағдарламаланған:температура 80°C 1 минутқа; минутына 10°C жылдамдықпен 250°C дейін қыздыру және осы температурада 5 минут;талдаудың жалпы уақыты – 23 мин.Масс-спектрометрдің

жұмыс шарттары: төрт полюсті температура – 150°C; интерфейс температурасы – 280°C; иондық көбейткіштің кернеуі – 1388 В; полярлық – оң.

Нәтижелерді талқылау

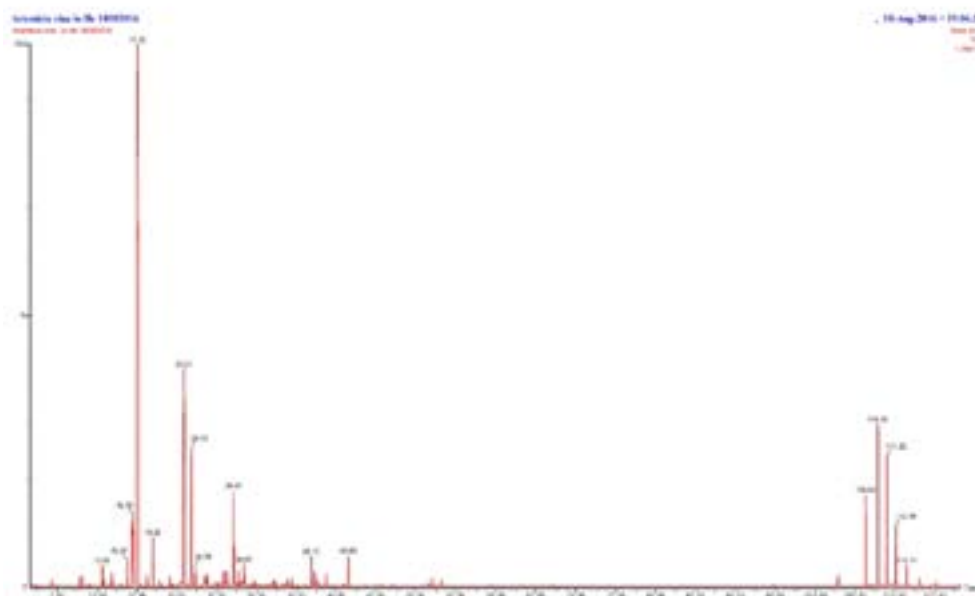
ҚР МФ сипатталған 3-ші әдісі (Клевенджер аппараты) арқылы дәрмене жусанынан алынған эфир майының шығымы 2 % құрады.

ҚР МФ сипатталған 1-ші әдісі (Гинзберг аппараты) арқылы дәрмене жусанынан алынған эфир майының шығымы 3 % құрады.

Сыртқы түрі бойынша эфир майы сары түсті, өзіне тән иісі бар мөлдір жылжымалы сұйықтық болды. Эфир майы судан жеңіл. Май іс жүзінде суда ерімейді, толуолда, спиртта 96%, хлороформда аз ериді. Дәрмене жусанының эфир майы масса-спектрометрия газ сұйықты хроматография әдісімен 42 зат, оның құрамындағы ең көп компоненттер – 1,8- Cineole (43,7 %), α -Thujone – (12.5 %), α -Thujone – (6.6 %), p-Cymene – (5.0 %), Terpinen-4-ol – (4.2 %) екені анықталды (кесте 1). Дәрмене жусаны эфир майының хроматограммасы 1-ші суретте көрсетілген.

Эфир майының құрамдас бөлігі және оның жеке фракциялары детектор ретінде GL Science инертті қақпақ бағанасы 25–30 м, 0,32 мм, 0,25 мкм. Буландырғыштың температурасы – 260°C. Тасымалдаушы газ гелий, шығыны 2,3 мл/мин.

Баған температурасы келесідей бағдарламаланған: температура 80°C 1 минутқа; минутына 10°C жылдамдықпен 250°C дейін қыздыру және осы температурада 5 минут; талдаудың жалпы уақыты – 23 мин. Масс-спектрометрдің жұмыс шарттары: төрт полюсті температура – 150°C; көздің температурасы – 230°C; интерфейс температурасы – 280°C; иондық көбейткіштің кернеуі – 1388 В; полярлық – оң.



Сурет 1 – Дәрмене жусаны эфир майының хроматограммасы

Кесте 1 – Дәрмене жусаны эфир майының компоненттік құрамы

NN	RT	Rlit	Component	Match	Area%
1.	10.101	966±12	β-Thujene	909	0.2
2.	10.475	937±3	α -Pinene	919	0.3
3.	12.922	974±2	Sabinene	919	0.5
4.	13.149	979±2	β-Pinene	943	0.2
5.	14.07	991±2	2,3-Dehydro-1,8-cineole	919	0.3
6.	14.217	991±2	β -Myrcene	913	0.1
7.	16.029	1017±2	α-Terpinene	908	0.9
8.	16.704	1025±2	p-Cymene	929	5.0
9.	17.332	1032±2	1,8-Cineole	951	43.7
10.	18.498	1038±2	β-cis-Ocimene	929	0.4
11.	19.254	1060±3	α-Terpinene	932	1.4
12.	20.124	1070±4	cis-Sabinenehydrate	900	0.2
13.	21.397	1088±2	Terpinolene	938	0.3
14.	22.78	1070±5	trans-Sabinenehydrate	879	0.2
15.	23.213	1103±2	α-Thujone	922	12.5
16.	24.126	1114±2	β-Thujone	927	6.6
17.	24.592	1122±3	cis-p-Menth-2-en-1-ol	884	0.6
18.	25.762	1139±2	trans-Pinocarveol	780	0.3
19.	25.88	1136±3	3-Thujanol	889	0.2
20.	26.104	1112	trans-p-Ment-2-en-1-ol	873	0.5
21.	27.193	1156±2	Sabinaketone	861	0.2
22.	27.589	1164±N/A	Pinocarvone	886	0.2
23.	28.055	1162±1	cis-Chrysanthenol	907	0.6
24.	28.488	1167±2	trans-Borneol	758	0.6
25.	28.672	1167±3	p-Mentha-1,5-dien-8-ol	871	0.2
26.	29.409	1177±2	Terpinen-4-ol	909	4.2
27.	30.011	1183±2	p-Cymene-8-ol	849	0.6
28.	30.451	1193±3	Myrtenal	918	0.2
29.	30.675	1189±2	α-Terpineol	928	0.9
30.	31.911	1208±3	trans-Piperitol	861	0.2
31.	34.263		Unknown1		0.2
32.	34.538	1239±3	Cuminaldehyde	921	0.2
33.	36.167	1239±1	trans-Chrysanthenylacetate	941	0.2
34.	36.702	1298±7	Isothujylacetate	923	0.3
35.	39.102	1280±2	Neo-iso-3-thujylacetate	867	1.2
36.	39.542	1303±N/A	2-Cyclohexen-1-ol,3-methyl-6-(1-methylethyl)-, acetate	925	0.5
37.	39.945	1289±3	p-Cymen-7-ol	803	0.2
38.	40.954	1315±2	γ-Terpineol,acetate	860	0.5
39.	43.798	1350±3	α-Terpinylacetate	905	1.2

40.	53.82	1485±N/A	4a,8-Dimethyl-2-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydronaphthalene	932	0.2
41.	54.286	1481±3	GermacreneD	923	0.3
42.	55.446	1495±4	Bicyclogermacrene	924	0.3
					87.6

1-кестедегі мәліметтерге сәйкес эфир майының негізгі компоненттері: 1,8 – Cineole (43,7 %), α -Thujone – (12.5 %), α -Thujone – (6.6 %), p-Cymene – (5.0 %), Terpinen-4-ol – (4.2 %) анықталды.

Қорытынды

Дәрмене жусаны (*Artemisia cina* Berg.) өсімдік шикізатының эфир майын зерттеу және стандарттау бойынша кешенді зерттеулер жүргізілді. Дәрмене жусаны (*Artemisia cina* Berg.) өсімдік шикізатынан әртүрлі әдістермен эфир майы алынды. Нәтижесінде Гинзберг аппараты арқылы алынған эфир майының шығымы көбірек болды – 3 %.

Дәрмене жусанынан (*Artemisia cina* Berg.) алынған эфир майының сапа көрсеткіштері ҚР МФ сай жасалынды және сапасына қойылатын талаптарға сай екені анықталды.

Эфир майының құрамы масс-спектрлік газ-сұйықтық хроматография әдісі арқылы және негізгі компоненттерінің сапалық және сандық көрсеткіштері анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

- Молчанов Г.И., 2009 — Фармацевтическая технология. Учебное пособие./Г.И. Молчанов, А.А. Молчанов, Ю.А. Морозов // – М.: Альфа-ИНФРА., 2009. – 335 с.
- Тенцова А.И., 2012 — Современные аспекты биофармацевтики и аспекты вспомогательных веществ //Фармация, 2012. - №7. - С. 3–6.
- Токаев Е.С., Блохина Н.П., Некрасов Е.А., 2007 — Биологические активные вещества, улучшающие функциональное состояние печени // Вопросы питания. - 2007. - № 4. - С. 4–8.
- Sakipova Z., Wong N.S.H., Bekezhanova T. et al., 2017 — Quantification of Santonin in Eight Species of *Artemisia* from Kazakhstan by Means of HPLC-UV: Method Development and Validation. PLoS ONE, 12, e0173714. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173714>.
- Degree R.A., 1999 — Ecological and resource significance of volatile terpenes in pine forests of Central Siberia // Chemistry of vegetable raw materials. 1999. № 2. Pp. 125–129.
- Кузьменко А.Н., 2010 — Применение газожидкостной хроматографии для стандартизации лекарственного растительного сырья және лекарственных форм на его основе //Русский химический журнал. 2010. Т. 54, № 6. С. 114–119.
- Тыхеев Ж.А., Тараскин В.В., Раднаева Л.Д., 2021— Количественное содержание суммы фенольных соединений в траве володушки двустебельной (*Bupleurum bicaule* Helm). Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация. 2021; 1. Pp. 40–51. 4.
- Tykheev Zh.A., Taraskin V.V., Chimitov D.G., Anenkhonov O.A., Zhigzhitzhapova S.V., Radnaeva L.D., 2019 — Composition of lipid fraction from *Bupleurum bicaule* and *B. sibiricum*. Chemistry of Natural Compounds. 2019; 55: 712–713.
- Sehailia M., Chemat S., 2020 — Antimalarial-agent artemisinin and derivatives portray more potent binding to Lys353 and Lys31-binding hotspots of SARS-CoV-2 spike protein than hydroxychloroquine: potential repurposing of artemimol for COVID-19. Journal of Biomolecular Structure and Dynamics, 1-11 (in Eng.).

Богоявленский А.П., Алексюк П.Г., Турмагамбетова А.С., Березин В.Э., 2013 — Актуальные проблемы стандартизации фитопрепаратов и растительного сырья для их производства // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6 (5). – С. 1184–1187.

Бейсенбаев А.А., 2001 — Токсическое и местно-раздражающее свойства эфирного масла полыни цитварной / Бейсенбаев, А.А. Узбеков, В.А. Рахманов, К.Д. и др. // Фарм Бюллетень. - 2001. - №5. – С. 18–19.

Асанова Ж.К., Сулейменов Е.М., Атажанова Г.А., Дембицкий А.Д., Пак Р.Н., Дар А., Адекенов С.М., 2003 — 1,8-цинеол из полыни цитварной и его биологическая активность - Химикофармацевтический журнал 2003, 37, 1, 30–32.

Бекежанова Т.С., Сакипова З.Б., Ибрагимова Л.Н., Жакипбеков К.С., Тулемисов С.К., Нурбайулы А., 2018 — Фармацевтическая разработка антигельминтных таблеток "Артегон" - Вестник фармации 2018, 1 (79), 58–64.

REFERENCES

Molchanov G.I., 2009 — Pharmaceutical technology. Teaching aid./ G.I. Molchanov, A.A. Molchanov, Yu.A. Morozov // - М.: Alfa-INFRA., 2009. – 335 p.

Tentsova A.I., 2012 — Sovremennyye aspects of biopharmaceutics aspects of auxiliary substances // Pharmacy, 2012. - №7. – Pp. 3–6.

Tokaev E.S., Blokhina N.P., Nekrasov E.A., 2007 — Biologically active substances that improve the functional state of the liver // Nutrition questions. - 2007. - № 4. - Pp. 4–8.

Sakipova Z., Wong N.S.H., Bekezhanova T. et al., 2017 — Quantification of Santonin in Eight Species of Artemisia from Kazakhstan by Means of HPLC-UV: Method Development and Validation. PLoS ONE, 12, e0173714. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173714> (in Eng.).

Degree R.A., 1999 — Ecological and resource significance of volatile terpenes in pine forests of Central Siberia // Chemistry of vegetable raw materials. 1999. № 2. Pp. 125–129.

Kuzmenko A.N., 2010 — The use of gas-liquid chromatography for the standardization of medicinal plant raw materials and dosage forms based on it // Russian Chemical Journal. 2010. V. 54. № 6. Pp. 114–119.

Tykheev Zh.A., Taraskin V.V., Radnaeva L.D., 2021 — Quantitative content of the total phenolic compounds in the herb *Bupleurum bicaule* Helm. Bulletin of the Buryat State University. Medicine and Pharmacy. 2021; 1. Pp. 40–51. 4.

Tykheev Zh.A., Taraskin V.V., Chimitov D.G., Anenkhonov O.A., Zhigzhitzhapova S.V., Radnaeva L.D., 2019 — Composition of lipid fraction from *Bupleurum bicaule* and *B. sibiricum*. Chemistry of Natural Compounds. 2019; 55. Pp. 712–713.

Schailia M., Chemat S., 2020 — Antimalarial-agent artemisinin and derivatives portray more potent binding to Lys353 and Lys31-binding hotspots of SARS-CoV-2 spike protein than hydroxychloroquine: potential repurposing of artemimol for COVID-19. Journal of Biomolecular Structure and Dynamics, 1-11 (in Eng.).

Bogoyavlensky A.P., Aleksyuk P.G., Turmagambetova A.S., Berezin V.E., 2013 — Actual problems of standardization of phytopreparations and plant raw materials for their production // Fundamental research. - 2013. - №6 (5). - Pp. 1184–1187.

Beisenbaev A.A., 2001 — Toxic and locally irritating properties of the essential oil of wormwood / Beisenbaev A.A. Uzbekov, V.A. Rakhmanov, K.D. etc. // Pharm Bulletin. - 2001. - № 5. - Pp. 18–19.

Asanova Zh.K., Suleimenov E.M., Atazhanova G.A., Dembitsky A.D., Pak R.N., Dar A., Adekenov S.M., 2003 — 1,8-cineole from wormwood and its biological activity - Chemical Pharmaceutical Journal 2003, 37, 1. Pp. 30–32.

Bekezhanova T.S., Sakipova Z.B., Ibraгимova L.N., Zhakipbekov K.S., Tulemisov S.K., Nurbayuly A., 2018 — Pharmaceutical development of anthelmintic tablets "Artegon" – Bulletin Pharmacy 2018, 1 (79). Pp. 58–64.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2, Number 455 (2023), 85–97

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.166>

© **B. Imangaliyeva^{1*}, B. Torsykbayeva², B. Dossanova¹, T. Nurdauletova¹,
G. Rakhmetova¹, 2023**

¹Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Kazakhstan, Aktobe;

²Astana Medical University, Kazakhstan, Astana.

E-mail: nur_b_70@mail.ru

EFFECTIVE TECHNOLOGY OF TEACHING "SALTS HYDROLYSIS" IN CHEMISTRY

Bazarkhan Imangaliyeva — K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Aktobe, Kazakhstan

E-mail: nur_70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3121-3135>;

Bigamila Torsykbaeva — Astana medicine university, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Astana, Kazakhstan

E-mail: maha-1505@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2683-1190>;

B. Dossanova — K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Candidate of Pedagogical Sciences, Aktobe, Kazakhstan

E-mail: b_dosanova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9723-7312>;

Togzhan Nurdauletova — K. Zhubanov Aktobe Regional State University, master of sciences, teacher, Aktobe, Kazakhstan

E-mail: nur.togzhan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4197-3733>;

G. Rakhmetova — K. Zhubanov Aktobe Regional State University, senior teacher, Aktobe, Kazakhstan

E-mail: rak_g_62@mail.ru, <https://orcid.org/my-orkid?orkid=0009-0002-8152-2777>.

Abstract. The secondary education system is constantly changing and renewing. The implementation of a renewed educational programme to develop students' critical thinking, self-reflection and in-depth analysis of information depends on the quality of the teacher's work. The effective use of technology in the classroom is a major issue today. A creative level of learning is defined by the actions of students in their own search for knowledge, skills and abilities; a creative level of learning is achieved. As a result of engaging students in independent creative activities, heuristic ways of inquiry become possible. As a result of the ways of thinking that provide this level of knowledge; they are also involved in creative activities: students identify topics and tasks, work actively, formulate hypotheses and research plans, and carry out research activities. In order to meet these challenges, it is appropriate to teach using the technology of the three-dimensional methodological system (TTMS). This article looks at the planning and teaching of the topic "Hydrolysis of salts" in chemistry using one of the new TTMS technologies. The aim of the article is to independently form and measure the level of development of functional literacy of students within the framework of the above mentioned technology; to determine the quality of student's knowledge in the subject

based on the results of criterion-based assessment. Before the new topic is explained to the students, they are given the opportunity to master it on their own. To do this, the pupils first prepare themselves by completing the "anchor tasks" at home. This develops their ability to work with the textbook and search independently, increasing the quality of their knowledge. The third stage (feedback) is the completion of three (four) levels of tasks. The first three levels constitute the compulsory level of the state standard: while the first level tasks cover the maximum required minimum of the state standard level, the next two levels are devoted to the in-depth development of this knowledge by students, systematically summarising the results. The fourth creative level tasks (Olympiad assignments, research projects) are independently compiled by teachers, depending on the abilities of the individual child.

Keywords: qualitative knowledge, functional literacy, hydrolysis of salts, ionic product, degree of hydrolysis

© **Б. Имангалиева^{1*}, Б. Торсыкбаева², Г. Рахметова¹, Т. Нұрдаулетова¹,
Б. Досанова¹, 2023**

¹Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Қазақстан, Ақтөбе;

²Астана медицина университеті, Қазақстан, Астан.

E-mail: nur_b_70@mail.ru

ХИМИЯДАН "ТҰЗДАР ГИДРОЛИЗИ" ТАҚЫРЫБЫН ОҚЫТУДЫҢ ТИІМДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Базархан Имангалиева — Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: nur_70_@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3121-3135>;

Бигамила Торсыкбаева — Астана медицина университеті, педаслшыка ғылымдарының кандидаты, доцент, Астана, Қазақстан

E-mail: maha-1505@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2683-1190>;

Бибігүл Досанова — Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, педагогика ғылымдарының кандидаты, Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: b_dosanova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9723-7312>;

Тоғжан Нұрдаулетова — Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, оқытушы, Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: nur.togzhan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4197-3733>;

Гүлсім Рахметова — Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, аға оқытушы, Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: rak_g_62@mail.ru, <https://orcid.org/my-orkid?orkid=0009-0002-8152-2777>.

Аннотация. Орта білім беру жүйесі үнемі өзгеріп, жаңарып отырады. Оқушылардың сыни ойлауын, өзіндік рефлексиясын және ақпаратты терең талдауды дамыту бойынша жаңартылған білім беру бағдарламасын іске асыру оқытушының жұмыс сапасына байланысты. Технологияны сыныпта тиімді пайдалану бүгінгі күні маңызды мәселе болып табылады. Оқытудың шығармашылық деңгейі оқушылардың білімін, дағдылары мен дағдыларын іздеудегі іс-әрекеттерімен анықталады; оқытудың шығармашылық деңгейіне қол

жеткізіледі. Студенттерді тәуелсіз шығармашылық қызметке тарту нәтижесінде зерттеудің эвристикалық әдістері мүмкін болады. Білімнің осы деңгейін қамтамасыз ететін ойлау тәсілінің нәтижесінде олар шығармашылық қызметке де қатысады: оқушылар тақырыптар мен міндеттерді анықтайды, белсенді жұмыс істейді, гипотезалар мен зерттеу жоспарларын тұжырымдайды және зерттеу қызметін жүзеге асырады. Осы мәселелерді шешу үшін үш өлшемді әдістемелік жүйе (ҮӨӘЖ) технологиясын қолдана отырып оқытуды жүргізген жөн. Бұл мақалада жаңа ҮӨӘЖ технологиясын қолдана отырып, химия бойынша "Тұз гидролизі" тақырыбын жоспарлау және оқыту қарастырылады. Мақаланың мақсаты жоғарыда аталған технология шеңберінде оқушылардың функционалдық сауаттылығының даму деңгейін дербес қалыптастыру және өлшеу; критериалды бағалау нәтижелері негізінде оқушылардың пән бойынша білім сапасын анықтау болып табылады. Студенттерге жаңа тақырыпты түсіндірмес бұрын, оларға оны өз бетінше игеруге мүмкіндік беріледі. Мұны істеу үшін оқушылар алдымен үйде "тірек тапсырмаларын" орындау арқылы өздерін дайындайды. Бұл олардың оқулықпен жұмыс істеу және өз бетінше іздеу қабілетін дамытады, олардың білім сапасын арттырады. Үшінші кезең (кері байланыс) — тапсырмалардың үш (төрт) деңгейін орындау. Алғашқы үш деңгей мемлекеттік стандарттың міндетті деңгейін құрайды: бірінші деңгейдегі тапсырмалар Мемлекеттік стандарттың ең қажетті ең төменгі деңгейін қамтыса, келесі екі деңгей нәтижелерді жүйелі түрде қорытындылай отырып, оқушылардың осы білімді терең игеруіне арналған. Төртінші шығармашылық деңгейдегі тапсырмаларды (олимпиадалық тапсырмалар, зерттеу жобалары) мұғалімдер нақты баланың қабілетіне қарай дербес құрастырады.

Түйін сөздер: сапалы білім, функционалдық сауаттылық, тұз гидролизі, иондық өнім, гидролиз дәрежесі

© **Б. Иманғалиева^{1*}, Б. Торсықбаева², Г. Рахметова¹, Т. Нурдаулетова¹,
Б. Досанова¹, 2023**

¹Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Казахстан,
Актобе;

²Медицинский университет Астана, Казахстан, Астана.
E-mail: nur_b_70@mail.ru

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ "ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ" ПО ХИМИИ

Базархан Иманғалиева — Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, Актобе, Казахстан
E-mail: nur_70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3121-3135>;

Бигамила Торсықбаева — Медицинский университет Астана, кандидат педагогических наук, доцент, Астана, Казахстан
E-mail: maha-1505@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2683-1190>;

Бибигүл Досанова — Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, кандидат педагогических наук, Актобе, Казахстан

E-mail: b_dosanova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9723-7312>;

Тогжан Нурдаулетова — Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, teacher, магистр естественных наук, преподаватель, Актюбе, Қазақстан

E-mail: nur.togzhan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4197-3733>;

Гулсим Рахметова — Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, старший преподаватель, Актюбе, Қазақстан

E-mail: rak_g_62@mail.ru, <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0002-8152-2777>.

Аннотация. Система среднего образования постоянно меняется и обновляется. Реализация обновленной образовательной программы по развитию критического мышления учащихся, саморефлексии и углубленного анализа информации зависит от качества работы преподавателя. Эффективное использование технологий в классе сегодня является серьезной проблемой. Творческий уровень обучения определяется действиями учащихся в их собственном поиске знаний, навыков и умений; достигается творческий уровень обучения. В результате вовлечения студентов в самостоятельную творческую деятельность становятся возможными эвристические способы исследования. В результате образа мышления, обеспечивающего такой уровень знаний, они также вовлекаются в творческую деятельность: учащиеся определяют темы и задачи, активно работают, формулируют гипотезы и исследовательские планы, а также осуществляют исследовательскую деятельность. Для решения этих задач целесообразно проводить обучение с использованием технологии трехмерной методической системы (ТТМС). В этой статье рассматривается планирование и преподавание темы "Гидролиз солей" по химии с использованием технологий ТТМС. Целью статьи является самостоятельное формирование и измерение уровня развития функциональной грамотности учащихся в рамках вышеуказанной технологии; определение качества знаний учащихся по предмету на основе результатов критериального оценивания. Прежде чем студентам объяснять новую тему, им предоставляется возможность освоить ее самостоятельно. Чтобы сделать это, ученики сначала подготавливают себя, выполняя "опорные задания" дома. Это развивает у них способность работать с учебником и осуществлять самостоятельный поиск, повышая качество их знаний. Третий этап (обратная связь) — это выполнение трех (четырёх) уровней заданий. Первые три уровня составляют обязательный уровень государственного стандарта: в то время как задания первого уровня охватывают максимально необходимый минимум уровня государственного стандарта, следующие два уровня посвящены углубленному освоению учащимися этих знаний с систематическим обобщением результатов. Задания четвертого творческого уровня (олимпиадные задания, исследовательские проекты) составляются учителями самостоятельно, в зависимости от способностей конкретного ребенка.

Ключевые слова: качественные знания, функциональная грамотность, гидролиз солей, ионный продукт, степень гидролиза

Introduction

The secondary education system is changing radically. The implementation of the updated educational program for the formation of students' skills of constructive thinking, self-search and deep analysis of information depends on the quality of the teacher's activity (Karaev, 2018).

The main point of the topic under study is to improve the quality of Education. The goals and objectives of the topic are dictated by the needs of the education system today. Society has changed. Accordingly, the economy has also changed. The change requires a high level of professional quality of its participants. The education sector plays a key role in solving these complex problems. For this purpose, it is urgent to meet the needs of society for young people who can work in any situation, see problems and turn them into tasks, create technologies, methods of solving and make decisions, have high-quality knowledge of Information Technologies.

The quality of education is determined in the world by International Studies (PISA, TIMSS, PIRLS). These studies are conducted on the basis of a unique selection of students and allow conclusions to be drawn about the overall quality of the system. Based on the results of these studies, we know that it is necessary to improve the natural science literacy of 15-year-old Kazakh schoolchildren.

Criterion-based assessment determines the goal of creating conditions and opportunities for educational and cognitive activity, formation and development of students, their creative and search-cognitive "immersion in the learning environment", orientation, the flow of scientific information through the involvement of students leads to systematic reflection, search for the meaning of this activity.

Current criterion-based assessment (formative assessment) determines the current level of knowledge and skills acquisition thematic independent work, consisting of levels corresponding to the goals of training, performs tasks. It stimulates the student to understand how successfully the tasks in learning are performed, which is an independent cognitive activity and allows him to do so. For students who have not achieved the educational goal, an individual schedule is planned during the study of the topic, corrective work is carried out.

The final (summary) assessment is carried out by the teacher, determining the level after the end of each quarter. After completing the training, sections of the educational material for the quarter of knowledge, skills and application of skills are analyzed.

Assessment of determining the level of application of knowledge, skills and abilities in the conclusion aims to form functional literacy of students.

Experimental

The process of mastering the topic "hydrolysis of salts" on the SPP of pedagogical technology "three-dimensional methodological system" includes two parts.

Of the organizational part of the lesson: a) organizes the lesson in 7–8 minutes; B) checks the implementation of level tasks assigned to completion at home; C) checks first from individual students, and then from the front.

A distinctive feature of the pedagogical technology "three-dimensional methodological system" from others is that the synectic part consists of two stages.

At the first stage of the synectic part, students perform tasks necessary to independently master a new topic. He said, "Remind me! «Starts with the heading. Tasks for updating the topic improve the quality of knowledge, forming students' skills of working with textbooks and self-search.

Let me remind you! Students prepare at home for topical issues that are the basis for mastering the topic. Teamwork.

At the second stage of the synectic part, students prepare the first four of the six steps of the text in the textbook, analyze the tasks "knowledge", "understanding", "analysis", "compilation" from home and analyze them in the course of group work. The peculiarity of this is that time is saved for practical work in the classroom.

Let me remind you!

1. What is the Ionic Product Of Water? Answer: using the law of interaction of masses, we write the dissociation constant of water:

$$Kd = \frac{[H^+][OH^-]}{H_2O}$$

Since water is a very weak electrolyte, by subtracting the constant values to the right of the Equality- $Kd \cdot [H_2O] = Kc$ we get the ionic multiplication of water.

$$Kc = [H^+][OH^-] \text{ or } Kc = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

Is denoted as the ionic product of water and denoted as K_s .

1. What is the hydrogen index? Answer: for the convenience of calculations, the hydrogen reading is expressed by PH and measured in MOL/L. Equal to the negative decimal logarithm of hydrogen ions: it indicates the concentration of hydrogen ions in their solutions.

$$pH = -\lg[H^+] \text{ or } pOH = -\lg[OH^-] \text{ so, } pH + pOH = 14.$$

From this

1) if $pH = 7$, then the medium is neutral, here $[H^+] = [OH^-]$;

2) if $pH > 7$, then the medium is neutral, here $[OH^-] > [H^+]$;

3) if $pH < 7$, then the medium is neutral, here $[H^+] > [OH^-]$.

Students, in our lesson today we will consider "hydrolysis of salts:

The first step is to prepare students from home for the tasks of the "Know" approach.

1) What reaction is called hydrolysis? Answer: salts react with water and enter into an exchange reaction, called hydrolysis.

2) What is the concept and what concept does the term hydrolysis give? Answer: Greek "Hydro" means water, "lyso" means loss.

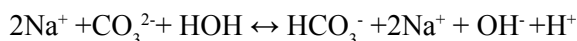
3) What definition would you give to the hydrolysis and constant of salts? Answer: the frequency of hydrolysis directly depends on the degree of hydrolysis (hhydr).

4) What is full hydrolysis? Answer: hydrolysis is a reversible process, but in some cases it can also occur irreversibly. Such cases:

- a) when the Cation charge of the salt is large (+4, +5);
 b) when both the Saltcation and the anion are hydrolyzed simultaneously;
 c) when the substance does not belong to a salt, but consists of two non-metals or a combination of an active metal and a non-metal.

Step 2 (teamwork) – tasks of approaches to "understanding" in theory. It is set in order to deepen the tasks of the "knowledge" approach of students in the first step. *Determine the cause.*

1) Why does a chemical reaction occur between salt and water? *Answer:* for example, explain the dissolution of sodium carbonate Na_2CO_3 in water [5-8].



The anion of a *salt* formed by a *weak* acid binds to a hydrogen ion (H^+), resulting in the formation of a weak electrolyte (HCO_3^-) –*bicarbonate* ion, and the *exchange* reaction between salt and water occurs *to the end*.

The following salts are given: KCl , MgCO_3 , Na_2SO_3 , BaBr_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Li_2SO_4 , $\text{Fe}(\text{HSO}_4)_3$, NaNO_3 , CuCl_2 , FeSO_4 . Complete the following and prove your answers by writing the reaction equations.

Questions	Answers
Which salt solution indicates a neutral environment?	KCl , BaBr_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Li_2SO_4 , NaNO_3
Which salt solution indicates an alkaline environment?	MgCO_3 , Na_2SO_3
Which salt solution reflects the acidic environment?	$\text{Fe}(\text{HSO}_4)_3$, CuCl_2 , FeSO_4

Step 3 (group work) – tasks of approaches "analysis" in theory.

Compare the degree and constant of hydrolysis of salts and acid strength.

The weaker the acid (the lower the K_a -acid strength value), the stronger the hydrolysis occurs. It can also be seen in this. By Cation, the hydrolysis of the weak base by Cation $K_h = K_c/K_b$, and by anion $K_h = K_w/K_a K_b$, and the degree of hydrolysis of $h = C_h/C$ can be multiplied.

Dissimilarity: very similar to Ostwald's law of dilution.

Feature: because $K_{\text{HCN}} = 7,210^{-10}$ $K_h = 10^{-14}/7,210^{-10}$ hydrolysis takes place deep.

4. *The main idea of the topic – What is the similarity and specificity?*

The *depth* of hydrolysis of salts is quantitatively characterized by the *degree* of hydrolysis of salts (h_p) and the *constant* of hydrolysis (K_r). Compared to the degree of hydrolysis, the hydrolysis *constant* does not depend on the *concentration* of the solution in K_r , so it is an acceptable characteristic of this process. K_r -the value depends on the *nature* of the hydrolyzed salt and the *temperature* of the solution.

Step 4 (group work) – tasks of approaches to "accumulation" in theory. Stock up on what you know!

Report. Calculate the degree and constant of hydrolysis at the first stage of a solution of potassium phosphate (K_3PO_4) with a concentration of 0,1mol/l.

Resolution:

1) determination of the hydrolysis constant of the first stage is determined by the third stage (from the reference table $K_{\text{hydro}} \text{H}_3\text{PO}_4 = 4,2 \cdot 10^{-13}$) (Bengoetxea, 2015).

2) $h_{\text{firsthydro}}$ we'll figure it out by step.

$$2h_{\text{hydro}} = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{acid}} \cdot C_{\text{salt}}}} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{4,2 \cdot 10^{-13} \cdot 0,1}} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{4,2 \cdot 10^{-14}}} \approx 0,49$$

or $0,49 \cdot 100 = 49\%$

The fifth step (group work) – according to the tasks of the approaches "accumulation" in theory, the operations "apply" and "evaluate" on the content of the topic are performed.

Report. Determine the hydrolysis constant and degree in ammonium nitrate solution with a concentration of 0.03 mol/l.

Resolution:

We determine the hydrolysis constant:

$$K_{\text{hydro}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{OCH}}} = \frac{10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5}} = \frac{10 \cdot 10^{-15}}{1,76 \cdot 10^{-5}} = \approx 6 \cdot 10^{-10}$$

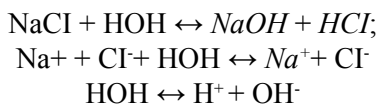
We determine the degree of hydrolysis of NH_4NO_3 by the formula:

$$8h_{\text{hydro}} = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{NH}_4\text{OH}} \cdot C_{\text{acid}}}} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 0,03}} \approx \sqrt{2 \cdot 10^{-8}} \approx 1,4 \cdot 10^{-4}$$

The sixth step (teamwork) is the tasks of the approach "evaluation" in theory. In your opinion!

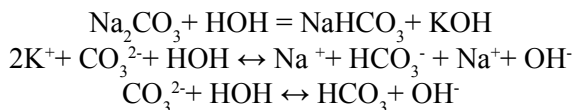
Task. What would you rate the given chemical reactions below? Evaluate the hydrolysis reaction by comparison.

First example:



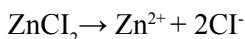
Since the table salt solution is formed by a strong base and a strong acid, the concentration of hydrogen (H^+) and hydroxyl (OH^-) ions in the solution does not change.

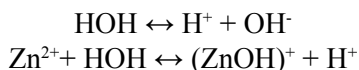
Second example:



The concentration of hydroxide ions accumulates in the solution and hydrolysis occurs.

Third example:





The concentration of hydrogen sulfide ions accumulates in the solution and hydrolysis occurs.

Fourth example:



I think so! If we compare the four examples given above, in the first the concentration of only hydrogen (H^+) ions, in the second the concentration of only hydroxide (OH^-) ions, and in the third the electrolyte water molecule weaker than hydrogen and hydroxide ions, and in the fourth example the hydrolysis reaction occurs to the end due to the formation of a base and volatile acid insoluble in water (Saginayev, 2022).

The next stage of the lesson is feedback. The level of knowledge of students is determined and fairly assessed by dividing and performing the knowledge gained in the course of group work at the second stage of the lesson into three levels. The measure of the result of the first level is 50 points.

Step 1 (individual work) – tasks of the "know-it-all" approach in theory are being prepared by students from home.

1. What is the name of the exchange reaction between salt and water? Answer: a chemical reaction that results in an exchange reaction that produces water and insoluble salts is called hydrolysis.

2. What concept does the term hydrolysis give, what concept does it give? The Greek "Hydro" means water, "lysis" means water.

3. What factors depend on the degree of hydrolysis of salts? Answer: 1) depends on the nature of The Salt; 2) the temperature of the Medium; 3) the concentration of the solution; 4) the charge of the Ion; 5) the radius of the Ion; 6) the deformation of the electronic circle of the Ion; 7) the dissociation constant (CD) of the formed weak electrolyte.

Step 2 (individual work) – tasks of approaches to "application" in theory.

The following salts are given: sodium silicate, chromium (III) chloride, aluminum nitrate. How does the solution environment change when dissolving salts in water? Answer: the first shows an *alkaline* medium, the second shows an *acidic* medium, and the second shows a *neutral* medium.

1) if the concentration of $[\text{on}^-]$ ions in the electrolyte solution is $[\text{on}^-] = 10^{-10}$ mol/L, is it possible to calculate $[\text{H}^+]$ ions? Answer: the concentration of $[\text{H}^+]$ ions $[\text{H}^+] = 10^{-4}/10^{-10}$ mol / L. is it possible to calculate the pH value in the aqueous solution of this electrolyte? $\text{pH} = -\lg$ and the medium of the aqueous solution of this electrolyte will be acidic because the $\text{pH} < 7$ (Goncharov, 2017).

The first intermediate result. The measure of the first result of students is 5 points. If the student is unable to complete the level tasks, "3" is put in the Journal in the journal.

The size of the second level is estimated at 89 points

Step 1 (individual work) – when performing tasks of approaches to "understanding" in theory, it determines *the reason*.

Task 1: Report. Why does the resulting solution show an alkaline environment when 10g HNO₃ is added to 10g NaOH solution? Prove your answer by generating a numerical problem?

Given:

$$m(\text{NaOH}) = 10\text{g}; m(\text{HNO}_3) = 10\text{g}.$$

$$\text{Solution: } m(\text{NaOH}) = 40\text{g}; m(\text{HNO}_3) = 63\text{g}$$

We write the reaction equation: $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

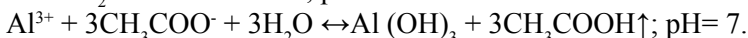
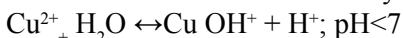
Interaction of NaOH and HNO₃ in a ratio of 40:63 = 4:6.3, the reaction will be neutral, and since we have a mass in a ratio of 10:10, the reaction will show an alkaline environment. Because NaOH is obtained in excess. We find in proportion how much NaOH is left in excess:

$$63\text{g HNO}_3 - 40\text{g NaOH}; 10\text{g HNO}_3 - 10\text{g NaOH}; \text{HG}(\text{NaOH}) = 6.38 \text{ G HNO}_3$$

$$10\text{g} - 6.38 \text{ G} = 3.62 \text{ g. answer: the medium is alkaline.}$$

Step 2 (individual work) – tasks of approaches to "analysis" in theory. Compare the exchange of acids and bases using the Venn diagram 1-3, from the point of view of the new solvosystem theory.

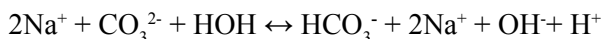
Task 2: What is the essence of hydrolysis in the given equations?



Answer: in the first case, hydrolysis occurs on the *cation* pH < 7, since in the second case, hydrolysis occurs on the *anion* pH > 7. in the third case, the hydrolysis reaction occurs *to the end* pH = 7.

Step 3 (individual work) – tasks of approaches to "application" in practice. Give an example of how a chemical reaction occurs between salt and water.

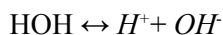
Answer: for example, sodium carbonate Na₂CO₃ in water.



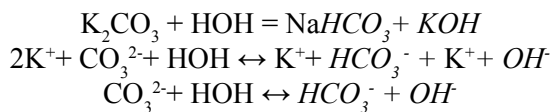
in solution, a *weak* electrolyte (HCO₃⁻) – *bicarbonate* forms an ion and a chemical reaction between salt and water occurs *to the end* of the *exchange* reaction.

The measure of the result of the middle interval is 89 points. In case of failure to complete the tasks of the following levels, "4" is put in the log.

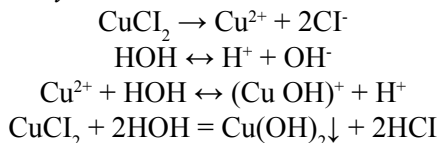
Step 1 (individual work) – tasks of "accumulation" approaches in practice. Compare the given chemical reactions below and draw conclusions. *First example:*



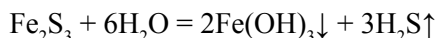
In the course of the exchange reaction, the concentration of *hydrogen* and *hydroxyl* ions does not change. Hydrolysis does not occur. *Second example:*



Only the *concentration* of *hydroxide* ions is accumulated. *Third example:*



Fourth example:



Conclusion

If we compare the four examples given above, it follows that in the first the *concentration* of only hydrogen (H^+) ions, in the second the *concentration* of only *hydroxide* ions, and in the third the *concentration* of hydrogen penhydroxide does not change, and in the fourth example, the hydrolysis reaction occurs *to the end* due to the formation of a base and a *volatile acid insoluble* in water.

Step 2 (individual work) – the task of the "assessment" approach in practice.

Task 2. What is your opinion?

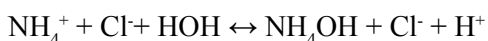
In my opinion:

If in solution the *concentration* of hydroxide ions (OH^-) is equal to the *concentration* of hydrogen (H^+) ions? When dissolving table salt in water:



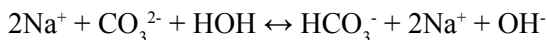
what do you think the environment shows? *Answer: the medium is neutral.*

If the *concentration* of hydrogen (H^+) ions in the solution is excessive? Ammonium chloride in the process of dissolving in water:



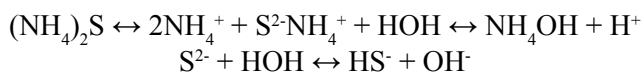
what environment does the salt solution reflect in your mind? *Answer: medium acidity.*

If the *concentration* of hydroxyl (OH^-) ions in the solution is excessive? In the process of dissolving sodium carbonate Na_2CO_3 in water:



what environment do you think the salt solution shows? *Answer: the medium is alkaline.*

If the salt formed from a weak base and a weak acid is dissolved in water:



What kind of salt solution in your opinion shows what environment? *Answer: fully hydrolyzed.*

How would you rate the examples given? Depending on the nature of the salt, the reaction medium will be weakly acidic or weakly basic. The *hydrogen* indicator – (pH) is used to determine the reaction medium. $pH = -\lg[H^+]$.

In the final result, 11 points scored from the previous level are added and a total of 100 are considered the result of the third level. The result is put in the journal "grade five". The quality of students' knowledge is considered "correct", "complete", "action", "depth" and "consistency" and "firmness" (Torsykbaeva, 2015).

Results and discussion

In order to make sure of the effectiveness of this technology, a pedagogical experiment was conducted at the University, when the teacher directly interacts with students, survey questions were taken and an analysis was carried out.

In order to implement the use of the technology of a three-dimensional methodological system in chemistry, students of two universities were involved in the pedagogical experiment. The experiment was conducted by Astana Medical University in Astana under the educational program "General and Biological Chemistry" of the Astana Medical University in Astana and the educational program "Chemistry" at the Aktope Regional University named after K. Zhubanov in Aktope, which gave positive results.

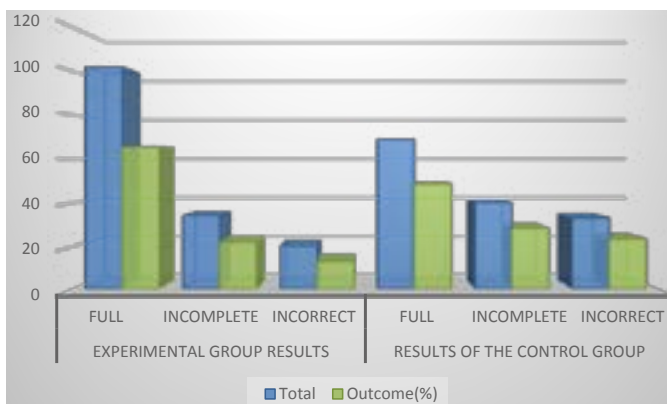


Fig. 1. Survey conclusion diagram №1

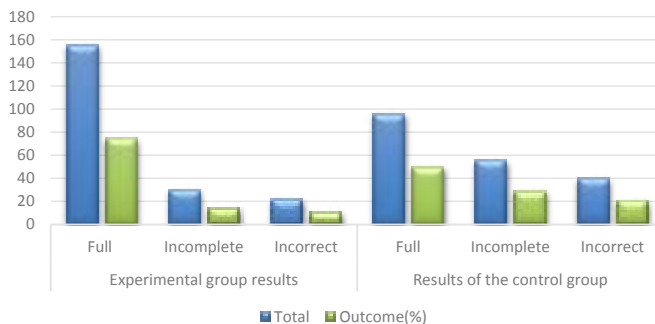


Fig. 2. Survey conclusion diagram №7

According to the results of Survey No. 7, the percentage indicators of the experimental group showed a higher degree than the first ones, and the indicator of the control group did not change to a significant extent. The results of the correct response of the experimental group and the control group were a ratio of 75:50.

Conclusions

The importance of the technology of a three-dimensional methodological system in teaching chemistry is very high, the level of knowledge and motivation of groups in the use of these technologies in order to increase students' interest in chemistry, provide high-quality education and master it.

If the goal of training is fully consistent with the result of training, then it shows the effectiveness of the pedagogical process. Teaching technologies activities that raise the effectiveness of the constituent parts of the pedagogical system to a qualitative level. The use of the technology of a three – dimensional methodological system in chemistry increased students' interest in the subject and revealed the ability to cognitive creativity. Students were taught to be inquisitive, to cooperate, to work together systematically, to be able to express themselves openly and freely.

REFERENCES

- Karaev Zh.A., Kobdikova Zh.U., 2018 — Technology of three-dimensional methodical system of training: essence and application. - Almaty, 2018, - 480 p. [in Russ.].
- Goetschel, Charles Thomas, 2020 — In K.H. Nemeš (Ed.), *American Men & Women of Science: A Biographical Directory of Today's Leaders in Physical, Biological and Related Sciences*, 38th ed. Vol. 6. 4034 p.).
- Groves, John Taylor, III In K.H. Nemeš Ed., 2020 — *American Men & Women of Science: A Biographical Directory of Today's Leaders in Physical, Biological and Related Sciences*, 38th ed. Vol. 6, p. 4308.
- Glinka N.L., 2018 — *General chemistry: manual for graduate students: volume 3/N.L. Glinka*, -27 edition. -Almaty, 2018.248 p.
- Stavropoulos, Pericles. (2020 — In K.H. Nemeš (Ed.), *American Men & Women of Science: A Biographical Directory of Today's Leaders in Physical, Biological and Related Sciences*, 38th ed. Vol. 15. P. 10664.
- Degrees Offered by Subject (Inorganic Chemistry). (2021 — In A. Boussie (Ed.), *the College Blue Book*, 48th ed. Vol. 3, p. 1204). Macmillan Reference USA.
- Organic Chemistry, 2015 — In A.H. Blackwell & E. Manar (Eds.), *UXL Encyclopedia of Science* (3rd ed. Vol. 7. Pp. 1619–1621.
- Bengoetxea J.B., 2015 — Chemistry. In J.B. Holbrook (Ed.), *Ethics, Science, Technology, and Engineering: A Global Resource*, 2nd ed. Vol. 1. Pp. 340–346. Macmillan Reference USA.
- Chemistry, 2021 — In K.H. Nemeš & J.L. Longe (Eds.), *the Gale Encyclopedia of Science*, 6th ed. Vol. 2. Pp. 910–912.
- Goncharov E.G. and others. — *A short course in theoretical inorganic chemistry*. St. Petersburg; 2017.-464p.
- Amanzhan Saginayev, Elena Dosmurzina, Ainagul Apendina, Bibigul Dossanova, Bazarkhan Imangaliyeva, 2016 — Development of individual approaches to the use of the gasoline fraction as a raw material for the process of hydrocatalytic isomerization. <https://www.sciencedirect.com/journal/materials-science-for-energy-technologies>; <https://doi.org/10.1016/j.mset.2022.12.008>.
- Torsykbaeva B.B. et al., 2015 — Educational functional literacy development and development criteria assessment by olsheush-tasks jinagi. *Chemistry*. Astana, 2015 -250 p. [in Kaz.].

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2. Number 455 (2023), 98–110

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.167>

UDC 543.054

© **A.G. Ismailova, G.Zh. Akanova*, D.Kh. Kamysbayev, S. Isabekova, 2023**

al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: gulsaraakanova.kz@gmail.com

EXTRACTION OF DYSPROSIUM BY D2EHPA FROM NITRATE MEDIUM

Akmaral Ismailova — Candidate of Chemical Sciences, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan)

E-mail: akmaral.ismailova@kaznu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5555-2705>;

Gulsara Akanova — Ph.D. student, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan)

E-mail: gulsaraakanova.kz@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3711-8793>;

Duisek Kamysbayev — Professor, Doctor of Chemical Sciences, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan)

E-mail: d.kamysbayev@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3671-9303>;

Saira Isabekova — Master student, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan)

E-mail: sairaisabekova99@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3321-8535>.

Abstract. Rare earth elements (REE) are important metals that are often used in modern production. In nature, REEs are found in various ores, such as phosphorus-containing ores. Usually, a large amount of REE remains in the waste after processing and flotation of these ores. Therefore, it is essential to process and extract rare earth elements. In the waste of phosphorus-containing ores, dysprosium is found in significant quantities in comparison with other lanthanides. Optimal conditions for the decomposition of phosphate waste in a closed system have been studied. This work considers the extraction of dysprosium from standard solutions in a nitrate medium with the cation-exchange extractant di-2-ethylhexylphosphoric acid (D2EHPA). For this purpose, the effect of various diluents, such as hexane, kerosene, higher carboxylic acids (HCA), and paraffin on the extraction of dysprosium was studied. The optimal parameters were studied: extraction temperature, pH, concentration, and volume ratio of the aqueous phase and extractant. According to the results of the study, extraction with the D2EHPA — paraffin system at pH 1.1-6.0 is 94 %, and the optimal volume ratio of the aqueous phase and the extractant is 1:10. The D2EHPA — paraffin system is adequate for extracting dysprosium. The results obtained, which are considered with a standard solution of dysprosium, will be used to separate it from phosphate waste.

Keywords: extraction, rare earth metals, dysprosium, di-2-ethylhexylphosphoric acid (D2EHPA), paraffin

Acknowledgment. We express our gratitude to Elena Viktorovna Zlobina for ICP-MS analyses.

© А.Г. Исмаилова, Г.Ж. Аканова*, Д.Х. Камысбаев, С. Исабекова, 2023

эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті.

E-mail: gulsaraakanova.kz@gmail.com

НИТРАТТЫ ОРТАДАН ДИСПРОЗИЙДІ Д2ЭГФҚ-МЕН ЭКСТРАКЦИЯЛАУ

Аннотация. Сирек жер элементтері (СЖЭ) қазіргі заманғы өндірісте жиі қолданылатын маңызды металдар болып табылады. Табиғатта СЖЭ әртүрлі рудаларда, соның ішінде құрамында фосфоры бар кендерде кездеседі. Әдетте бұл кендерді өңдеуден және флотациялаудан кейін алынған қалдықтарда СЖЭ мөлшері көп болады. Сондықтан сирек жер элементтерін өңдеу және өндіру өте маңызды. Құрамында фосфоры бар кендердің қалдықтарында диспрозий басқа лантаноидтармен салыстырғанда айтарлықтай мөлшерде болады. Фосфат қалдықтарының жабық жүйеде ыдырауының оңтайлы шарттары зерттелді. Бұл жұмыста катионалмастырғыш ди-2-этилгексилфосфор қышқылы (Д2ЭГФҚ) экстрагентімен нитратты ортадағы стандартты ерітінділерінен диспрозийді бөліп алу қарастырылды. Диспрозий экстракциясына гексан, керосин, жоғары карбон қышқылдары (ЖКҚ), парафин сияқты әртүрлі еріткіштердің әсері зерттелді. Экстракцияның оңтайлы параметрлі қарастырылды: температура, рН, концентрация, сулы фаза мен экстрагенттің көлемдік қатынасы. Зерттеу нәтижелері бойынша Д2ЭГФҚ – парафин жүйесімен рН 1,1–6,0 кезінде экстракцияның бөліну дәрежесі 94% және сулы фаза мен экстрагенттің көлемдік қатынасы 1:10 құрады. Д2ЭГФҚ — парафин жүйесі диспрозийді бөліп алу үшін тиімді болып табылды. Диспрозийдің стандартты ерітіндісінен алынған нәтижелер оны фосфат қалдықтарынан бөліп алу үшін пайдаланылады.

Түйін сөздер: экстракция, сирек жер металдары, диспрозий, ди-2-этилгексилфосфор қышқылы (Д2ЭГФҚ), парафин

© А.Г. Исмаилова, Г.Ж. Аканова*, Д.Х. Камысбаев, С. Исабекова, 2023

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

E-mail: gulsaraakanova.kz@gmail.com

ЭКСТРАКЦИЯ ДИСПРОЗИЯ С Д2ЭГФҚ ИЗ НИТРАТНОЙ СРЕДЫ

Аннотация. Редкоземельные элементы (РЗЭ) являются важными металлами, которые часто используются в современном производстве. В природе РЗЭ встречаются в разных рудах, такие как фосфорсодержащие руды. Обычно большое количество РЗЭ остается в отходах после обработки и флотации этих руд. Поэтому очень важно обрабатывать и извлекать редкоземельные элементы.

В отходе фосфорсодержащих руд встречается диспрозий в значительных количествах по сравнению с остальными лантаноидами. Изучены оптимальные условия разложения фосфатного отхода в закрытой системе. В работе рассматривается извлечение диспрозия из стандартных растворов в нитратной среде с катионообменным экстрагентом ди-2-этилгексилфосфорной кислотой (Д2ЭГФК). Исследовано влияние различных разбавителей, такие как гексан, керосин, высшие карбоновые кислоты (ВКК) и парафин на экстракцию диспрозия. Изучены оптимальные параметры экстракции: температура, pH, концентрация и объемное соотношение водной фазы и экстрагента. По итогам исследования экстракция с системой Д2ЭГФК – парафин при pH 1,1–6,0 составляет 94 %, а оптимальное объемное соотношение водной фазы и экстрагента 1:10. Система Д2ЭГФК–парафин является эффективным для извлечения диспрозия. Полученные результаты, которые рассмотрены со стандартным раствором диспрозия будет применяться для выделения его из фосфатных отходов.

Ключевые слова: экстракция, редкоземельные металлы, диспрозий, ди-2-этилгексилфосфорная кислота (Д2ЭГФК), парафин

Introduction

Currently, rare earth metals (REM), i.e. 14 f-elements (Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) and 3 d-elements (Sc, Y, La) are critically important elements for the production of magnets, fluorescent lamps, lithium hydride batteries, etc. In nature, REM occurs in the form of various ores, such as monazite, bastnesite, xenotime, and others. In our work, the extraction of dysprosium from phosphate waste is considered. In phosphate slag, the amount of dysprosium is greater than the rest of the REE. Therefore, it is important to quantify the extraction of dysprosium in the waste of phosphorus-containing ores.

One of the effective methods of extraction of rare earth elements is extraction. D2EHPA is often used for the extraction of REE (Acharya et al., 2015; Kolarik, 2010; Mowafy & Aly, 2006; Ohashi et al., 2007; Pei et al., 2012; Turanov et al., 2004; Wannachod et al., 2014a; Wannachod et al., 2014b; Wannachod et al., 2015) as a cation-exchange extractant, that is, it is a selective extractant for REE. Also, the results of the work of other authors who used D2EHPA with various diluents as an effective extractant for the extraction of rare earth metals from different media are presented in Table 1.

The authors of (Erust et al., 2021) performed an extraction of Nd and Dy from a neodymium magnet with Cyphos IL 101 and D2EHPA at pH 4.5 at room temperature. The extraction results showed that 72.3 % Tv and 66.3 % Vn were isolated with Cyphos IL 101 and 98.7 % Tv, 82.6% Vn using 0.4 M D2EHPA. Here you can see that the effect of Cyphos IL 101 is significantly lower than D2EHPA.

N.A. Ismail et al. (Ismail et al., 2019) used a bifunctional extractant – di (-2-Ethylhexyl) phosphate (P_2O_4) with IL Aliquat 336 (A 336), which is diluted in n-heptane. The ratio of organic and aqueous phases is 4:1 at room temperature. Samarium showed the highest separation factor of 2.81, and the separation factor of samarium from europium was 2.26. Samarium is easily separated from a mixture of Sm-Eu-Gd solutions in the first

stage of extraction, and Eu and Gd in the second stage of extraction. For re-extraction, nitric, hydrochloric, and sulfuric acids were used for comparison. Among them, HNO_3 gives a high possibility of separation than HCl and H_2SO_4 . Aliquat 336 as an extractant was used in the following work (Jürjo et al., 2021) compared with D2EHPA, extraction was carried out in a highly acidic medium pH 1.5 to extract lanthanides from Estonian phosphor ore. It has been found that U, Th, and Tl (in ore) can be selectively extracted using $\text{A336}[\text{NO}_3]$ with concentrated nitric acid. However, the extraction of REE from $\text{A336}[\text{NO}_3]$ is insignificant. Thus, $\text{A336}[\text{NO}_3]$ cannot be proposed as a good extractant for REE. And D2EHPA is more selective compared to $\text{A336}[\text{NO}_3]$.

In the following work (Mishra & Devi, 2020), one can also see the extraction of samarium in a monocycle, in which 0.1 mol/L D2EHPA in kerosene and 0.1 mol/L trihexyltetradecylphosphonium bis(2-ethylhexyl)phosphate [P66614][D2EHPA] in kerosene were used as a cation exchanger. The optimal separation coefficient $\text{Sm/La} = 130.83$. And in this work it is also noted that D2EHPA is a better extractant than [P66614] [D2EHPA].

Table 1 - Extraction of REE with D2EHPA with various diluents in different years (Ni'am et al., 2020)

REE	Extractant	Diluent	R, %	Year	References
Nd(III)	D2EHPA	Kerosene	92.9	2012	(Pei et al., 2012)
Eu (III)	D2EHPA	Kerosene	94.2	2011	(Pei et al., 2011)
Nd (III)	D2EHPA	Heptane	94.5	2014	(Wannachod et al., 2014b)
Nd, Dy and Pr	D2EHPA	Isopar-L	83.5, 81.55, and 87.93	2020	(Ni'am et al., 2020)
Nd (III)	D2EHPA	Aliphatic	90.0	2018	(Batchu & Binnemans, 2018)
Nd (III)	D2EHPA	Kerosene	90.2	2019	(Kumari et al., 2019)
Dy (III)	D2EHPA	Hexane	67	2022	In this work
Dy (III)	D2EHPA	Paraffin	94	2022	
Dy (III)	D2EHPA	HCA	70	2022	

Also, extracts of REE with D2EHPA with various diluents and other extractants are presented in the works (Gergoric et al., 2017; Kurdakova et al., 2017; Maslennikova & Sinegribova, 2017; Matsumiya et al., 2021; Mohammadi et al., 2015; Raji et al., 2017; Daware et al., 2021; Seyed Alizadeh Ganji et al., 2016; Yoon et al., 2016).

In this work, various diluents with the cation-exchange extractant D2EHPA for the separation of dysprosium from nitrate media are considered. The influence of various factors on metal extraction has been studied, and optimal conditions for the dissolution of phosphate waste have also been studied. As part of the waste, dysprosium occurs in significant quantities. Therefore, in the future, the separation of dysprosium from phosphate waste will be considered.

Materials and methods

2.1 Reagents

The following reagents were used for the experiment: nitric acid HNO_3 (67 %), D2EHPA (purity 95 %), dysprosium oxide (purity 98 %), hexane (purity 95 %), kerosene, paraffin, phosphate waste.

2.2 Aparatus

Inductively coupled plasma - mass spectrometer ICP-MS (Agilent 7500 A, USA), muffle furnace (SNOL 7,2/1300, Lithuania), microwave sample preparation system (Speedwave four "Berghof", Germany), photocolorimeter KFK-2MP (Russia), I-160 MI Ionomer (Russia)

2.3 Acid leaching of phosphate waste

Acid leaching of phosphate slag was carried out in a closed system in an autoclave. 0.1000 g of phosphate waste put in a Teflon dish with a volume of 60 mL, and 5 mL of a freshly prepared mixture of $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ is added. The autoclave is hermetically sealed and placed in a microwave oven to a temperature of 220°C in 1 hour.

2.4. Extraction procedures with diluents

For extraction, 10% D2EHPA and the diluents hexane, paraffin, and HCA were used as an extractant. A standard solution of dysprosium with a certain concentration (9203.2 micrograms /L) was taken into a 25.0 mL volumetric flask and diluted with distilled water. For liquid extraction, the solution was poured into a dividing funnel, pre-prepared extractant was poured and shaken for 3 minutes. They were left for complete delamination of the organic and aqueous phases. After 20 minutes, the phases were separated and the equilibrium pH of the aqueous phase was measured. For solid-phase extraction, the solution was poured into extraction flasks, pre-prepared suspended solid powder of the extractant was poured, heated in an electric stove until the extractant completely melted (do not allow the solution to boil). After stirring for 3 minutes, extraction was carried out and cooled. The extract formed on the surface was separated and the equilibrium pH value of the aqueous phase was measured. In case of the formation of a turbid solution after extraction, the solution was filtered. After extraction, the content of dysprosium in the aqueous phase was determined by photometric, ICP-MS method.

2.5 Photocolorimetric determination of dysprosium

After extraction, the concentration of dysprosium in the aqueous phase was determined using a photocolorimetric method. To do this, aliquots were taken from the solution after extraction and transferred to glass. Added 1 ml ascorbic acid, 1 ml buffer solution $\text{pH} = 3.5$, and 2 ml Arsenazo III. On the I-160MI ionomer, the pH of the solution was adjusted to 2.6 ± 0.1 , the solution was brought into a measuring flask with a volume of 25.0 ml, then the optical density was measured on a photocolorimeter at a wavelength of 670 nm. The metal content is determined according to the calibration schedule. The concentration of dysprosium in the aqueous and organic phases was calculated by equations 1 and 2:

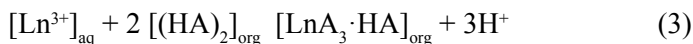
$$C^w = (C_{\text{init}} - C^{\text{c.g.}}) \cdot \text{undiluted} \quad (1)$$

$$C_{\text{org}} = (C_{\text{init}} - C^w) \quad (2)$$

where C^w is the concentration of the aqueous phase, C_{org} is the concentration of the organic phase, C_{init} is the concentration of the initial solution, $C^{\text{c.g.}}$ is the concentration of the calibration graph.

2.6 Extraction of dysprosium

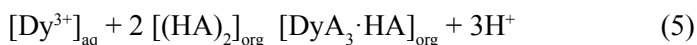
D2EHPA is a cation-exchange extractant, so the reaction mechanism can proceed in the following form:



where, Ln – Dy, HA - D2EHPA, K_A – equilibrium constant;

$$K_A = \frac{[\text{LnA}_3 \cdot \text{HA}]_{\text{org}} [\text{H}^+]^3}{[\text{Ln}^{3+}]_{\text{aq}} ([(\text{HA})_2]_{\text{org}})^2} \quad (4)$$

The 3- and 4-equations show the extraction mechanism between lanthanides and a cation-exchange extractant.



$$K_A = \frac{[\text{DyA}_3 \cdot \text{HA}]_{\text{org}} [\text{H}^+]^3}{[\text{Dy}^{3+}]_{\text{aq}} ([(\text{HA})_2]_{\text{org}})^2} \quad (6)$$

The 5th and 6th equations present the mechanism of the extraction process between the aqueous phases of dysprosium and the organic phases - D2EHPA.

Extraction proceeds according to the following degrees: dissolution of organic reagents in the aqueous phase; formation of the extracted complex and distribution of the extracted complex in the aqueous and organic phase.

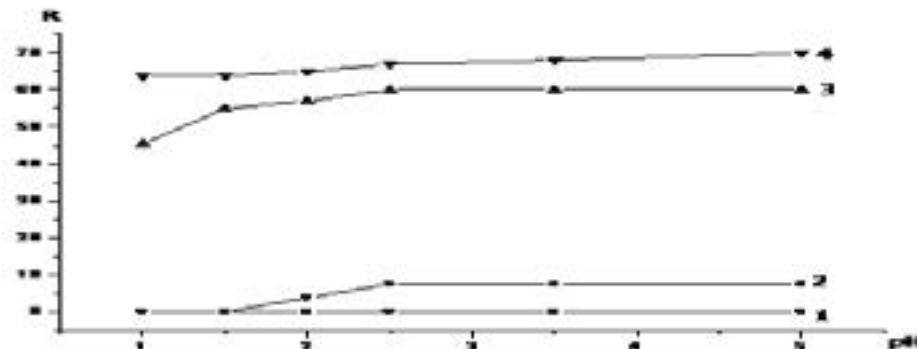
Results and discussion

Extraction of dysprosium by organic substances of various classes

This section presents the results on the effect on the extraction of dysprosium D2EHPA of the nature of the solvent, the concentration of the metal in the aqueous and the reagent in the organic phase, the ratio of the organic and aqueous phase.

The effectiveness of extraction reagents depends on the nature of the diluent. In some cases, the diluents themselves act as an extractant. Therefore, it is necessary to choose the optimal reagent and diluent for the extraction of dysprosium. Various cation exchange reagents have been used as diluents, which can themselves be good extractants. Organic substances of various classes were used as diluents: hexane, kerosene, higher carboxylic acids (HCA), paraffin.

The results of extraction of dysprosium with different diluents are shown in Figure 1. Extraction can be accompanied by polymerization, solvation, ionization in two phases. Therefore, it is reasonable to use the distribution coefficient of dysprosium for the quantitative description of extraction, which is equal to the ratio of the total concentrations of the substance in two phases, organic and aqueous, and on its basis to calculate the degree of extraction.



$C_{Dy} = 1,1 \cdot 10^{-4}$ mol/L, $t = 20-70$ °C; $\tau = 3$ min;
1 - kerosene; 2 - hexane; 3 - HCA; 4 - paraffin

Fig. 1 - The effect of the acidity of the medium on the extraction of dysprosium with various solvents

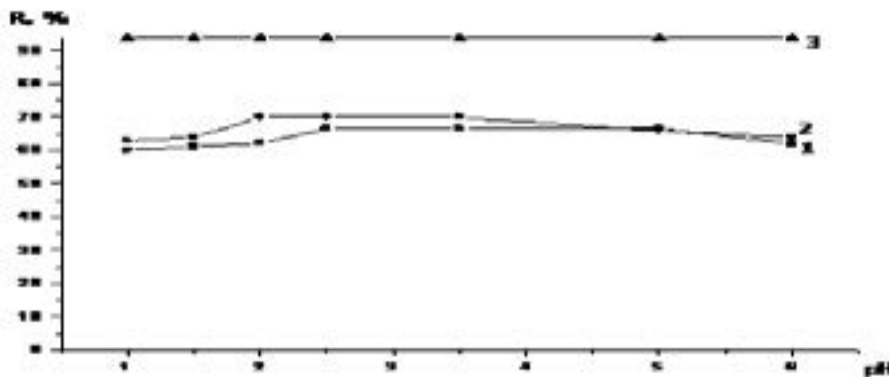
Figure 1 shows the extraction of dysprosium with various diluents. Extraction with hexane and kerosene was carried out at room temperature, and with paraffin and HCA at 70°C. During the study, an interesting phenomenon of metal distribution between the aqueous and nonpolar organic phase is observed without the reaction of the formation of complexes for the solvents paraffin, hexane and kerosene. As a result of the study, hexane and kerosene extracted dysprosium up to 7 % in the pH range 1–5. And with high-temperature extraction, the degree of metal extraction with paraffin is 65 %, and with HCA is 59 %.

In the considered pH range, there is no sharp change in the extraction of dysprosium for all diluents. But when using kerosene and hexane, the solution is emulsified, which complicates the separation process. Therefore, for further research, a mixture of paraffin and HCA can be chosen as a solvent, because one of them is inert, and the second increases the extraction properties of the extractant. The extracts obtained after extraction are solid and homogeneous, easily separated from the solution after cooling, and the solutions are translucent, which makes it possible to determine dysprosium by photometric method.

3.2 The effect of diluents on the extraction of dysprosium with D2EHPA

It is necessary to identify the effect of cation exchange reagents, in particular higher carboxylic acids, on the extraction of dysprosium D2EHPA. Therefore, we considered the extraction of dysprosium with (10%) D2EHPA with diluents such as hexane, higher carboxylic acids (in HCA), paraffin.

The results of the extraction of dysprosium D2EHPA are shown in Figure 2.



$C_{Dy} = 1,110^{-4}$ mol/L, $t = 70^{\circ}\text{C}$; = 3 min;
 1 - D2EHPA - hexane, 2 - D2EHPA-HCA, 3 - D2EHPA-paraffin

Figure 2 - Extraction of dysprosium D2EHPA in various diluents depending on the acidity of the aqueous phase

The extraction curve of dysprosium D2EHPA-hexane (1) and HCA (2) increases slightly with an increase in pH at a medium acidity of 1.2–2.5 to 67 %, with an increase in acidity, extraction decreases slightly. The degree of dysprosium extraction when using HCA was $R_{Dy} \sim 70$ %. The use of carboxylic acids did not improve the extraction of dysprosium. Extraction of D2EHPA – paraffin (3) metal proceeds in a wide pH range. At a pH of 1.1–6, the extraction is $R_{Dy} \sim 94$ %. At pH 1–5.0, dysprosium is in the aqueous phase in the form of cationic hydroxo-ion. At low concentrations of hydrogen ions, D2EHPA is a cation exchange reagent. As a result of the study, the cation-exchange extractant D2EHPA was proved, since it has high extraction properties, is available and is widely used in the technology of obtaining dysprosium, and paraffin as a diluent.

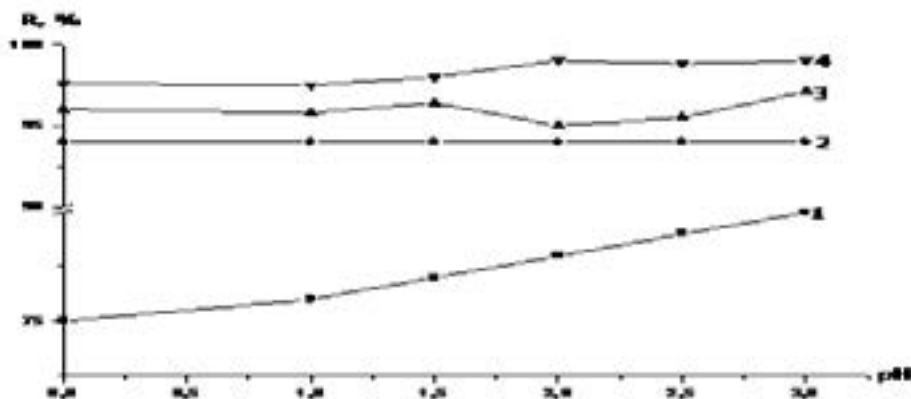
3.3 Effect of the extractant concentration on the extraction of dysprosium with the D2EHPA - paraffin system

The influence of the extractant concentration plays an important role in the study of the metal extraction process. This section studies the extraction of dysprosium D2EHPA of different concentrations in paraffin, depending on the acidity of the medium. In slightly acidic and neutral solutions, D2EHPA exhibits the nature of a cation-exchange reagent. As a result of dimerization of D2EHPA, the extracted complexes obtained during extraction may possibly be solvated by acid molecules. Therefore, the study of the effect of the concentration of D2EHPA on the extraction of dysprosium makes it possible to determine the metal ratio: the extractant in the complex and the optimal concentration of the extractant for practical use. Extraction extraction of metal was carried out by D2EHPA-paraffin melt. The concentration of the reagent varied from 5 to 20 %.

The concentration of dysprosium was $1.1 \cdot 10^{-4}$ mol/L, the extraction time was 3 minutes, the temperature was 70°C , the volume ratio of water and organic phase was

1:10. The extraction of dysprosium D2EHPA depending on the acidity of the aqueous phase is shown in Figure 3.

As can be seen from Figure 3, the degree of extraction of the extraction curve at 5%-D2EHPA-paraffin was 75–85 %, and the extraction curves with melts of 10 %, 15 %, 20 % D2EHPA-paraffin are close to each other, in this regard, a mixture of 10% D2EHPA-paraffin was selected for further study.



1–5 % D2EHPA-paraffin, 2–10 % D2EHPA-paraffin, 3–15 % D2EHPA-paraffin, 4–20 % D2EHPA-paraffin; $C_{Dy}=1.110^{-4}$ mol/L, $t=70^{\circ}C$; = 3 min

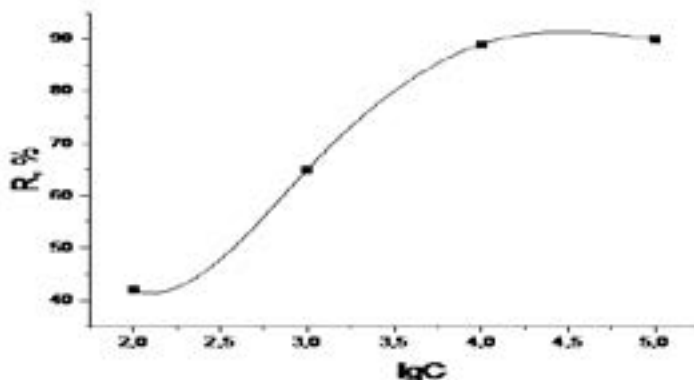
Figure 4 - The effect of medium acidity on the extraction of dysprosium with different concentrations of D2EHPA

3.4 Effect of dysprosium concentration on extraction efficiency

Extraction was carried out by a D2EHPA melt with a constant concentration in paraffin and a metal concentration in the range of $1.0 \cdot 10^{-2}$ – $1.0 \cdot 10^{-5}$ mol/L in the aqueous phase. The study was carried out at constant values: the ionic strength of the solution, the ratio of the aqueous and organic phase, temperature, extraction time. At concentrations of dysprosium greater than

10^{-3} mol/L, a sharp decrease in metal extraction is observed. At metal concentration values

$1.0 \cdot 10^{-4}$ – $1.0 \cdot 10^{-5}$ mol/L the degree of extraction of dysprosium does not change. Thus, the concentration of dysprosium in the aqueous phase of $1.0 \cdot 10^{-4}$ mol/L was selected for further study.



10 % D2EHPA-paraffin, $t = 70^{\circ}\text{C}$; $\tau = 3$ min;
 $\text{pH} = 2$; $V_{\text{org}} : V_{\text{aq}} = 1 : 10$

Figure 5 - Effect of dysprosium concentration on extraction efficiency

3.5 Effect of the phase ratio

One of the factors influencing metal extraction is the volume ratio of phases. The extraction process in most cases is determined by the process of complexation, which is greatly influenced by the phase ratio. Metal extraction was carried out by D2EHPA-paraffin melt, the volume ratio of the organic and aqueous phase varied between 1:10–500. The concentration of the extractant was 0.304 mol/L, the concentration of dysprosium in the aqueous phase was $1 \cdot 10^{-4}$ mol/L, the extraction time was 3 minutes, the temperature was 70°C . The pH of the medium remained constant $\text{pH} = 2$. Table 2 shows the dependences of the degree of extraction of dysprosium at different phase ratios at constant pH. With a ratio of the organic phase and the aqueous phase of 1:100, the degree of extraction is already quite low – 40 %.

Table 2 - Effect of the phase ratio on the extraction of dysprosium by D2EHPA-paraffin melt

$V_{\text{org}}/V_{\text{aq}}$	R, %
1:5	98
1:10	98
1:20	99
1:50	84
1:100	40
1:200	7
1:500	5

$C_{\text{ex}} = 0.304$ mol/L; $\text{pH}=2$; $C_{\text{Dy}} = 110^{-4}$ mol/L; $t = 70\text{--}90^{\circ}\text{C}$; $\tau = 3$ min

As follows from the table, for the quantitative extraction of dysprosium, a high ratio of the aqueous phase and the extractant should not be taken. The most optimal volume phase ratios are 1:5–1:20.

Thus, the obtained optimal conditions for the extraction of dysprosium have found practical application in extracting it from phosphate waste.

3.6 Results of decomposition of phosphate waste in a closed system

A mixture of concentrated nitric acid and hydrogen peroxide was used to decompose phosphate waste. The scheme of the decomposition process is given below:

Sample of phosphate waste $\text{HNO}_3(\text{conc.}) + \text{H}_2\text{O}_2$ ICP-MS analyses.

According to the scheme of the decomposition process, the sample is cooled to room temperature, then poured into a 50 mL volumetric flask and brought to the mark with bidistilled water. The resulting phosphate waste solution was filtered through white filtered paper, and then a quantitative analysis of the composition of the sample with ICP-MS was carried out. The results obtained after the decomposition of the sample are shown in Table 3.

Table 3 - ICP-MS results after decomposition of the waste by microwave autoclave method

REE	$\omega, \%$
Eu	
Tb	
Dy	
Ho	
Er	
Tm	
Yb	
Lu	
Σ	

According to the results of the decomposition of phosphate waste, it can be concluded that the content of dysprosium in the sample is quite high, compared with other REE. The content of REE in the composition of the waste decreases in the series Dy>Er>Ho>Tm> Eu >Tr >Yb>Lu.

Conclusion

Comparative indicators of diluents with the extractant D2EHPA in an acidic medium are considered. The effectiveness of diluents decreases in the series paraffin> HCA > hexane = kerosene. The paraffin - D2EHPA system is the most optimal for the separation of dysprosium. Optimal conditions of metal extraction and decomposition of phosphate waste have been investigated. In the phosphate waste, the concentration of dysprosium is greater than the rest of the REE. Therefore, further work will be devoted to quantitatively separation of dysprosium from the waste, while taking into account the optimal parameters with a standard metal solution, which are presented in this work.

REFERENCES

- Acharya S., Mishra S., & Misra P.K., 2015 — Studies on extraction and separation of La(III) with DEHPA and PC88A in petrofin. *Hydrometallurgy*, 156. Pp. 12–16. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2015.05.005>
- Batchu N.K. & Binnemans K., 2018 — Effect of the diluent on the solvent extraction of neodymium(III) by bis(2-ethylhexyl)phosphoric acid (D2EHPA). *Hydrometallurgy*, 177(Iii). Pp. 146–151. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2018.03.012>
- Daware S., Gupta S. & Rai B., 2021 — Recovery of Neodymium and Dysprosium from Waste Hard Disk Magnets: Roasting, Selective Leaching, Extraction and Stripping. *Transactions of the Indian Institute of Metals*, 74(8). Pp. 1855–1863. <https://doi.org/10.1007/s12666-021-02221-w>
- Erust C., Akcil A., Tuncuk A., Devenci H. & Yazici E.Y., 2021 — A Multi-stage Process for Recovery

of Neodymium (Nd) and Dysprosium (Dy) from Spent Hard Disc Drives (HDDs). *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 42(2). Pp. 90–101. <https://doi.org/10.1080/08827508.2019.1692010>

Gergoric M., Ekberg C., Steenari B.M. & Retegan T., 2017 — Separation of Heavy Rare-Earth Elements from Light Rare-Earth Elements Via Solvent Extraction from a Neodymium Magnet Leachate and the Effects of Diluents. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 3(3). Pp. 601–610. <https://doi.org/10.1007/s40831-017-0117-5>

Ismail N.A., Hisyam A. & Shariff S., 2019 — Separation of Sm-Eu-Gd mixed solutions using bifunctional ionic liquid [A336][P204]. *AIP Conference Proceedings*, 2124(July). <https://doi.org/10.1063/1.5117113>

Jürjo S., Siinor L., Siimenson C., Paiste P. & Lust E., 2021 — Two-step solvent extraction of radioactive elements and rare earths from estonian phosphorite ore using nitrated aliquat 336 and bis(2-ethylhexyl) phosphate. *Minerals*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/min11040388>

Kolarik Z., 2010 — Review: Dissociation, self-association, and partition of monoacidic organophosphorus extractants. *Solvent Extraction and Ion Exchange*, 28(6). Pp. 707–763. <https://doi.org/10.1080/07366299.2010.515172>

Kumari A., Panda R., Lee J.Y., Thriveni T., Jha M.K. & Pathak D.D., 2019 — Extraction of rare earth metals (REMs) from chloride medium by organo-metallic complexation using D2EHPA. *Separation and Purification Technology*, 227(January), 115680. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115680>

Kurdakova S.V., Kovalenko N.A., Petrov V.G. & Uspenskaya I.A., 2017 — Liquid-Liquid Equilibria in Multicomponent Systems Containing o-Xylene, Di-(2-ethylhexyl)phosphoric Acid, Water, Nitric Acid, and Europium (Gadolinium, Dysprosium) Nitrate at 298.15 K. *Journal of Chemical and Engineering Data*, 62(12). Pp. 4337–4343. <https://doi.org/10.1021/acs.jced.7b00696>

Maslennikova L.S. & Sinegribova O.A., 2017 — Extraction of Gd, Tb, and Dy from nitrate media with a mixture of technical di-2-ethylhexyl phosphoric acid and tributylphosphate. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 51(5). Pp. 850–857. <https://doi.org/10.1134/S0040579517050153>

Matsumiya M., Nomizu D., Tsuchida Y. & Sasaki Y., 2021 — Synergistic solvent extraction of lanthanide ions with mixtures of D2EHPA and MIDPA in phosphonium-based ionic liquids. *Hydrometallurgy*, 199(July 2020), 105539. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2020.105539>

Mishra B.B. & Devi N., 2020 — Study on the Extraction and Separation of Samarium from Chloride Medium Using D2EHPA and [P66614][D2EHP] and Their Application to Monazite Ore. *Transactions of the Indian Institute of Metals*, 73(9). Pp. 2247–2257. <https://doi.org/10.1007/s12666-020-02033-4>

Mohammadi M., Forsberg K., Kloos L., Martinez De La Cruz J. & Rasmuson Å., 2015 — Separation of ND(III), DY(III) and Y(III) by solvent extraction using D2EHPA and EHEHPA. *Hydrometallurgy*, 156. Pp. 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2015.05.004>

Mowafy E.A. & Aly H.F., 2006 — Extraction behaviors of trivalent lanthanides from nitrate medium by selected substituted malonamides. *Solvent Extraction and Ion Exchange*, 24(5). Pp. 677–692. <https://doi.org/10.1080/07366290600762322>

Ni'am A.C., Wang Y.F., Chen S.W., Chang G.M. & You S.J., 2020 — Simultaneous recovery of rare earth elements from waste permanent magnets (WPMs) leach liquor by solvent extraction and hollow fiber supported liquid membrane. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, 148(January), 107831. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2020.107831>

Ohashi A., Hashimoto T., Imura H. & Ohashi K., 2007 — Cloud point extraction equilibrium of lanthanum(III), europium(III) and lutetium(III) using di(2-ethylhexyl)phosphoric acid and Triton X-100. *Talanta*, 73(5). Pp. 893–898. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2007.05.012>

Pei L., Wang L. & Yu G., 2011 — Separation of Eu(III) with supported dispersion liquid membrane system containing D2EHPA as carrier and HNO₃ solution as stripping solution. *Journal of Rare Earths*, 29(1). Pp. 7–14. [https://doi.org/10.1016/S1002-0721\(10\)60394-8](https://doi.org/10.1016/S1002-0721(10)60394-8)

Pei L., Wang L. & Yu G., 2012 — Study on a novel flat renewal supported liquid membrane with D2EHPA and hydrogen nitrate for neodymium extraction. *Journal of Rare Earths*, 30(1). Pp. 63–68. [https://doi.org/10.1016/S1002-0721\(10\)60640-0](https://doi.org/10.1016/S1002-0721(10)60640-0)

Raji M., Abolghasemi H., Safdari J. & Kargari A., 2017 — Pertraction of dysprosium from nitrate medium by emulsion liquid membrane containing mixed surfactant system. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 120. Pp. 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2017.06.010>

Seyed Alizadeh Ganji S.M., Shafaei S.Z., Goudarzi N. & Azizi A., 2016 — Investigating the best mixture extraction systems in the separation of rare earth elements from nitric acid solution using Cyanex272, D2EHPA, and 8-Hydroxyquinoline. *Geosystem Engineering*, 19(1). Pp. 32–38. <https://doi.org/10.1080/12269328.2015.1084243>

Turanov A.N., Karandashev V.K., Yarkevich A.N., Safronova Z.V., Kharitonov A.V., Radygina N.I. & Fedoseev A.M., 2004 — Extraction of U(VI), Th(IV), Pu(IV), Am(III), and rare-earth elements from nitric acid solutions with diphenyl(dialkylcarbamoylmethyl)phosphine oxides substituted in the methylene bridge. *Radiochemistry*, 46(5). Pp. 461–467. <https://doi.org/10.1007/s11137-005-0010-0>

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2, Number 455 (2023), 111–123

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.168>

ӨӘЖ 37.014.6

© **Zh. Karaev^{1*}, Zh. Kobdikova², B. Torsykbaeva³, B. Imangaliyeva⁴,
N. Rakhym³, 2023**

¹National academy of education named after Y. Altynsarin, Kazakhstan;

²Kazakh Academy of Sports and Tourism, Kazakhstan;

³Astana medicine university, Kazakhstan;

⁴K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Kazakhstan.

E-mail: nur_b_70@mail.ru

FAIR CRITERIA EVALUATION IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Zhambai Karaev — National academy of education named after Y. Altynsarin, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Almaty, Kazakhstan

E-mail: karaevkz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8488-4071>;

Zhanartai Kobdikova — Kazakh Academy of Sports and Tourism, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Almaty, Kazakhstan

E-mail: zhuk53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5278-3404>;

Bigamila Torsykbaeva — Astana medicine university, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Astana, Kazakhstan

E-mail: maha-1505@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2683-1190>;

Bazarkhan Imangaliyeva — K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Aktobe, Kazakhstan

E-mail: nur_70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3121-3135>;

Nazakat Rakhym — Astana medicine university, Teacher, Astana, Kazakhstan

E-mail: rakhim.n@amu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0519-2297>.

Abstract. The main aim of any higher education institution is to train a qualified specialist. To achieve this goal, various methods are used in the process of training specialists. One of such methods is "the use of three-dimensional methodological system technology in the educational process". Many technologies are currently being used, one of them being the "three-dimensional methodological system of teaching". The effectiveness of the named technology: students are given the opportunity to assess their knowledge objectively, the learning achievements of each student are assessed for each topic, and learning outcomes are fairly assessed and recorded on the monitoring. The article pays much attention to improving the quality of education — new learning in accordance with the requirements of the humanistic paradigm, which has replaced the traditional learning of the younger generation, and clarifies the content of the concepts

of their formation. In this regard, in order to disclose the subject, the experience of introducing a tool to improve the quality and efficiency of the educational sphere in the educational process of the university by Professor Zhaumbai Karayev, the author of the training technology "Three-dimensional methodological system" (TMS) is presented. Education with level tasks according to the technology of the three-level methodological system is classified as compulsory, algorithmic, heuristic, creative level.

Keywords: level assignment, criterion based assessment, solvo system theory, ionochemistry, ammono-chemistry, aquochemistry

© Ж.А. Караев^{1*}, Ж.У. Кобдикова², Б.Б. Торсыкбаева³, Б.С. Имангалиева⁴,
Н.Р. Рахым³, 2023

¹Ы. Алтынсарин ат. ҰБА БҒҚ, Қазақстан;

²Қазақ спорт және туризм академиясы, Қазақстан;

³Астана медицина университеті, ҚР, Астана, Қазақстан;

⁴Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан.

E-mail: nur_b_70@mail.ru

ЖОҒАРҒЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА КРИТЕРИАЛДЫ ӘДІЛ БАҒАЛАУ

Жаумбай Караев — Ы.Алтынсарин ат. ҰБА БҒҚ Педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Алматы, Қазақстан

E-mail: karaevkz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8488-4071>;

Жанартай Кобдикова — Қазақ спорт және туризм академиясы, Педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Алматы, Қазақстан

E-mail: zhuk53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5278-3404>;

Бигамила Торсыкбаева — Астана медицина университеті, педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, Астана, Қазақстан

E-mail: maha-1505@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2683-1190>;

Базархан Имангалиева — Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: nur_70_@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3121-3135>;

Назагат Рахым — Астана медицина университеті, Оқытушы, Астана, Қазақстан

E-mail: rakhim.n@amu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0519-2297>.

Аннотация. Кез келген жоғары оқу орнының басты мақсаты — білікті маман даярлау. Бұл мақсатқа жету үшін мамандарды дайындау процесінде әртүрлі әдістер қолданылады. Осы әдістердің бірі – «Үш өлшемді әдістемелік жүйенің технологиясын оқу үрдісінде қолдану». Қазіргі уақытта қолданылып жүрген технологиялар өте көп, солардың бірі ретінде «Оқытудың үшөлшемді әдістемелік жүйесі (ҮӘЖ)» айта аламыз. «ҮӘЖ» технологиясының тиімділігі: оқушылардың өз білімдерін әділ бағалауға мүмкіндік алады, әр тақырып бойынша әрбір оқушының оқу жетістігі бағаланады, оқу жетістігі әділ бағаланып, мониторингке тіркеледі. Мақалада жас ұрпақты бұрынғы дәстүрлі оқытудың орнына келген гуманистік парадигманың талаптарына сәйкес жаңаша оқыту – білім берудің сапасын арттыруға үлкен мән берілген және оларды қалыптастыру ұғымдарының мазмұны нақтыланған. Осыған орай, тақырыптың мазмұнын ашу мақсатында

оқытудың «Үшөлшемді әдістемелік жүйесі» технологиясының (ҮӘЖТ) авторы профессор Жаумбай Қараевтың білім беру саласының сапасы мен тиімділігін арттыруға арналған құралын жоғары оқу орнының білімдік үдерісіне ендіру тәжірибесі ұсынылған. Үшөлшемді әдістемелік жүйесі технологиясына сай деңгейлік тапсырмалармен білім беру міндетті, алгоритмдік, эвристикалық, творчестволық деңгей деп жіктеледі.

Түйін сөздер: деңгейлік тапсырмалар, критериалды бағалау, сольвожүйесі теориясы, ионохимия, аммонохимия, аквохимия

© Ж.А. Караев^{1*}, Ж.У. Кобдикова², Б.Б. Торсыкбаева³, Б.С. Иманғалиева⁴,
Н.Р. Рахым³, 2023

¹Национальная академия образования имени Ы.Алтынсарина, Казахстан;

²Казахская академия спорта и туризма, Казахстан;

³Медицинский университет Астана, Казахстан;

⁴Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, Казахстан.

E-mail: nur_b_70@mail.ru

СПРАВЕДЛИВОЕ КРИТЕРИАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Караев Жаумбай — Национальная академия образования имени Ы.Алтынсарина, Доктор педагогических наук, профессор, Алматы, Казахстан

E-mail: karaevkz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8488-4071>;

Жанартай Кобдикова — Казахская академия спорта и туризма, доктор педагогических наук, профессор, Алматы, Казахстан

E-mail: zhuk53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5278-3404>;

Бигамила Торсыкбаева — Медицинский университет Астана, кандидат педагогических наук, доцент, Астана, Казахстан

E-mail: maha-1505@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2683-1190>;

Базархан Иманғалиева — Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, Актөбе, Казахстан

E-mail: nur_70_@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3121-3135>;

Назагат Рахым — Медицинский университет Астана, Преподаватель, Астана, Казахстан

E-mail: rakhim.n@amu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0519-2297>.

Аннотация. Главной целью любого высшего учебного заведения является подготовка квалифицированного специалиста. Для достижения этой цели в процессе подготовки специалистов используются различные методы. Одним из таких методов является «Использование технологии трехмерной методической системы в учебном процессе». В настоящее время используется множество технологий, одна из них — «Трехмерная методическая система обучения», эффективность названной технологии: учащиеся получают возможность объективно оценивать свои знания, по каждой теме оцениваются учебные достижения каждого ученика, справедливо оцениваются результаты обучения и фиксируются на мониторинг. В статье уделено большое внимание повышению качества образования — новому обучению в соответствии с требованиями гуманистической парадигмы, пришедшей на смену

традиционному обучению молодого поколения, и уточнено содержание понятий их формирования. В связи с этим, в целях раскрытия тематики представлен опыт внедрения в образовательный процесс вуза инструмента для повышения качества и эффективности образовательной сферы профессора Жаумбая Караева, автора технологии обучения «Трехмерная методическая система» (ТМС). Образование с уровневыми заданиями в соответствии с технологией трехуровневой методической системы классифицируется как обязательный, алгоритмический, эвристический, творческий уровень.

Ключевые слова: уровневые задания, критериальное оценивание, теории сольво системы, ионохимия, аммонохимия, аквохимия

Кіріспе

Тақырыптың мазмұнын ашу мақсатында оқытудың «Үшөлшемді әдістемелік жүйесі» технологиясының (ҮӘЖТ) авторы профессор Жаумбай Қараев білім беру саласының сапасы мен тиімділігін арттыруға арналған.

«Жоғарыбілімжәнеғылымминистрлігіжүргізіпжатқанкөптегенреформалардың басты мақсаты оқыту сапасын арттыру екені белгілі. Министрліктің соңғы 30 жылдағы әрекеттері білім беру жүйесіндегі ұйымдастырушылық-нормативтік, материалдық-техникалық, қаржылық сипаттағы көптеген мәселелерге, педагогиканың ғылыми-әдістемелік бөлігінің бірқатар мәселелеріне байланысты қажетті нәтижелер беріп келеді: педагогикалық жоғары оқу орындары болашақ ұстаздарды классикалық білім-центрлік дидактика негізінде дайындайды. Аталған дидактика ғылыми сараптамадан өткен және білім беру жүйесін дамытудың инновациялық тәсілдерінің (тұлғалық-белсенділік, құзыреттілік, цифрлық және STEM сияқты) талаптарына сәйкес өзгертіліп отырылады.

Білім беру ұйымдарында, соның ішінде ЖОО-да да педагогикалық жүйенің тек жекелеген СЕГІЗ элементтері бойынша ғана модернизациялау әрекеті орын алуда:

- оқу процесінде белсенді және интерактивті әдістерді қолдану;
- тағы сол сияқты жаңа әдіс-тәсілдерді тиімді пайдалану.

Мектептің білім беру мазмұнын ғылыми негіздемесін «жаңарту» – тиімді сапалы нәтиже беріп келеді. Жоғарыда аталған инновациялық тәсілдердің талаптары тұрғысынан оқытудың тұтас теориясы терең ғылыми талдаумен қамтылған.

Оқыту теориясының негізгі тұғырлары төмендегідей жаңартуды қажет етеді:

- оқытудың жаңа заңдылықтары мен принциптерін басшылыққа алу;
- оқыту мақсатын сатылап, иерархиялық түрде диагностикалық қою;
- білім беру мазмұнын иерархиялық түрдегі мақсатқа сәйкес деңгейлеп іріктеу принциптерін ескеру;

- дидактиканың процедуралық және бағалау-бақылау бөлігін тиімді жаңа тәсілмен жүзеге асыру (Караев, 2018).

Осы орайда студенттердің жоғары сападағы оқу жетістіктеріне қол жеткізуге кепілдік беретін заманауи дидактикалық құрал ретіндегі оқыту технологиялары кеңінен зерттелмеген. Сондықтан жаңартылған заманауи дидактиканың білім беру

және дамыту әлеуетініс жүзінде жүзеге асыратын және сапалы нәтижеге кепілдік беретін педагогикалық технологиялар ХХІ ғасырдағы оқыту теориясының негізгі құрамдас бөлігі болуы керек, -дейді профессор Ж.Қараев.

Зерттеудің мақсаты

Химия сабағында қолданып жүрген ҮӘЖТ-да қарастырылатын критериалды бағалаудың ерекшеліктерімен таныстыру және қышқылдар мен неіздер туралы ғылыми жаңа көзқарастар теориясын түсіндірудің тиімділігін көрсету.

Мақаланың міндеттері. Мақала үш міндетті шешуге бағытталған: а) әр тақырып көлемінде студенттің функционалдық сауаттылығын өз бетімен қалыптастыруға және дамытуға жағдай жасау (I, II кезең тапсырмаларын оқулықтың көмегімен орындау арқылы); ә) әр тақырып көлемінде студенттің функционалдық сауаттылығының даму деңгейін өлшеу (III кезеңдегі үш деңгейлік тапсырмаларды біртіндеп орындау арқылы); б) критериалды бағалау нәтижелері арқылы студенттің әр тақырып бойынша білім сапасын анықтап отыру және студенттің семестр бойы даму траекториясын қадағалау.

Қарастырылып отырған сұрақтың тарихы. Қазіргі уақытта жас ұрпақты бұрынғы дәстүрлі оқытудың орнына келген гуманистік парадигманың талаптарына сәйкес жаңаша оқыту – білім берудің сапасын арттыруға үлкен мән береді.

Дәстүрлі оқытуда сапа «жақсы» және «өте жақсыға» оқып жүрген Студенттер санының олардың Жалпы санына қатынасымен анықталады:

«Жақсы» және «өте жақсы» бағалар не үшін қойылады?

Егер студент қарапайым тапсырманы да, өте күрделі тапсырманы да Дұрыс орындаса болды, осы бағаларды ала береді. Мысалы, оқушы Абайдың бір өлеңін мәнерлеп жақсы оқып берсе, «бес» алады; екінші оқушы дәл осылай оқып және талдап берсе – ол да «бес» алады, ал енді келесі оқушы осыларға қосымша өзі өлең шумағын шығарса, ол да «бес» алады. Демек, «білім сапасының» тек «дұрыстылық» дәрежесі өлшенеді және жіберілген қателерге сәйкес баға төмендеп отырады. Сондықтан, әлі де орын алып жүрген, мұндай бағалауды «азайту» немесе «жазалау» әдісі дейді.

Ю.К. Бабанский бойынша «білім сапасының» бұдан да басқа: «толықтылық», «тереңділік», «икемділік», «жүйелілік», т.б. және соңғысы – «беріктілік» сияқты 18-ге жуық түрлері анықталған. Осыдан білім сапасының аталған түрлерін анықтап, бағалау үшін мазмұнды, оның күрделілік дәрежесіне қарай, деңгейлік тапсырмаларға іріктеу қажеттілігі туындайды.

Деңгейлік тапсырмаларды іріктеуге қойылатын талаптарды критерийлердеуге болатындықтан, олардың нәтижесін бағалауды критериалды бағалау дейді. Бірақ білім беру ұйымдарында түрлі педагогикалық технологиялар қолданылса да, Дәстүрлі оқытуда да, жаңаша оқытуда да сабақ жоспарының негізін сегіз элементтен тұратын оқытудың педагогикалық жүйесі (педжүйе) құрайды.

Педагог-ғалымдардың ғылыми еңбектерінде гуманистік парадигма жағдайында сабақ беру және білім беру сапасын арттыру үшін алдымен педжүйенің барлық элементтерін жаңғыртып алып, содан кейін ғана оларды сабақта қолдану қажет екендігі негізделген. Сонда оқытудың жоғары деңгейдегі нақты нәтижелеріне

қол жеткізуге болады, яғни студенттердің оқу жетістіктерінің сапасын арттыруға болады.

Қазақстан Республикасында білім беру саласын дамытудың қазіргі жағдайында оқу процесіне педагогикалық жүйе элементтерінің жаңартылған нұсқалары біртіндеп енгізілуде (Торсыкбаева, 2015).

Материалдар мен әдістер

1) Оқыту мақсаты — SMART мақсаттары қойылады; 2) білім беру мазмұны жаңартылуда. Бұған мезгіл-мезгіл жаңартылып отырған мектептің білім беру бағдарламалары мен жыл сайын өзгертіліп отырған оқулықтар дәлел бола алады; 3) оқыту әдістері жаңартылды — интерактивті, ойын әдістері қолданылады; 4) оқытуды ұйымдастыру реформалары — оқу тақырыбының теориялық бөлігін өз бетінше зерделеу кезінде негізінен топтық (командалық), жұптық жұмыстар жүргізіледі. Кері байланыс кезінде әр студентпен жеке жұмыс жүргізіліп, оқу жетістіктерінің сапасы критериалды бағалау жүйесімен анықталады; 5) педжүйенің алғашқы 1–4 жаңартылған элементтері оқу құралының да жаңартылуын талап етті. Бұл — ақпараттық-коммуникациялық технологиялар (АКТ) болып табылады. АКТ-ның құрамдас бөліктерінің бірі — планшеттер; 6) педжүйенің 1–5 элементтерінің жаңартылуы студенттердің оқуға деген ынта, қызығушылығын арттырады; 7) оқытушы студенттерге енді дайын білім бермейді, олардың өз бетінше білім алуын ұйымдастырушы ғана болып табылады; 8) студенттер өздігінен білім алуға қабілетті субъектілерге айналады.

Сондықтан оқытушылар сабақ жоспарын құру кезінде оқытудың педагогикалық жүйесінің барлық элементтерін жаңарту мәселелерін ескеруге міндетті, соның ішінде, мүмкіндігінше, әр тақырыптың мазмұнын қарапайымнан күрделіге біртіндеп ауысып отыратын деңгейлік-дамытушы тапсырмаларға іріктеп оқытуды жоспарлауы қажет.

Сабақтың тақырыбы: «Қышқылдар мен неіздерге деген ғылыми жаңа көзқарастар теориясы»

ҮӘЖПТ бойынша тақырыпты меңгеру үдерісі екі бөлімді қамтиды.

Сабақтың ұйымдастыру бөлімінің: а) 7-8 минутында сабақты ұйымдастырады; б) үйде аяқтауға берілген деңгейлік тапсырмалардың орындалуын тексереді; в) алдымен жекелеген студенттерден, сосын фронталды тексереді.

«Үшөлшемді әдістемелік жүйе» педагогикалық технологияның басқаларынан ерекшелігі синектикалық бөлімі екі кезеңнен тұрады

Синектикалық бөлімнің бірінші кезеңінде студенттер жаңа тақырыпты өзбетімен меңгеруге қажетті тапсырмаларын орындайды. Ол «Естеріңізге түсіріңіздер!» айдарымен басталады. Тақырыпты өзектендіру тапсырмалары студенттердің оқулықпен жұмыс жасау дағдысын және өздігінен іздену дағдысын қалыптастырып, білім сапасын арттырады.

Бүгінгі сабағымызда «Қышқылдар мен неіздерге деген ғылыми жаңа көзқарастар теориясын» қарастырамыз.

Бірінші кадам «Білу» тәсілдерінің тапсырмаларына студенттер үйден дайындалып келеді.

Иондық теориясының ғылыми негізінде қандай зат жатыр? Мысал келтіріңіз. Жауабы: Иондық теория судың диссоциациясын зерттегенде пайда болды. Мысалы,



Аммонохимия теориясының ғылыми негізінде қандай зат жатыр? Мысал келтіріңіз. Жауабы: Аммонохимия теориясы аммиактың диссоциациясын зерттегенде пайда болды. Мысалы,



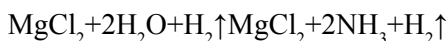
2-қадам (топтық жұмыс) — теория бойынша «Түсіну» тәсілдерінің тапсырмалары. Студенттердің бірінші қадамдағы «Білу» тәсілдерінің тапсырмаларын тереңдету мақсатында қойылады. Себебін анықтаңыз. Бос орынға қажетті кілт сөздерді жазыңыз:

Иондық теория мен аммонохимия теориясындағы өтетін процестер неліктен ұқсас болатындығының себебін анықтаңыз? Мысалы,



Бұл химиялық процестің жүруіне келістік, онда келесі $\text{Mg} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2 \uparrow$ химиялық процестің жүру себебін түсіндіре аласыз ба?

Жауабы: Оның себебі, теориясының ғылыми _____ сәйкес еріткіштің _____ мөлшерін қосу керек.

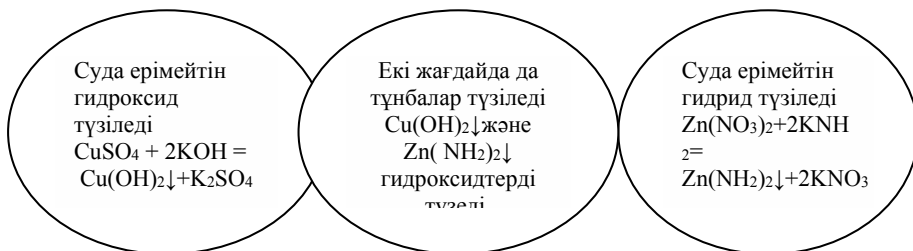


Кілтті сөздер: ғылыми, аммоний, артық, аммонохимия.

3-қадам (топтық жұмыс) — теория бойынша «Талдау» тәсілдерінің тапсырмалары.

1-3 Венн диаграммасы арқылы иондық теория мен аммонохимия теорияларын салыстырыңыз.

Ионохимия Айырмашылығы Аммонохимия



4. Тақырыптың негізгі идеясы — ұқсастығы мен ерекшелігі неде?

Иондық теория мен аммонохимия теориясының ерекшелігі: әр кезде еріткіштің катионы _____, ал ал оның анионы _____ делінеді.

Иондық теория мен аммонохимия теориясынның ерекшелігі: иондық теорияда _____ еріткіш болса, аммонохимия теориясында _____ аммиак еріткіш.

Иондық теория мен аммонохимия теориясынның ерекшелігі: катионы _____ мен анионы _____ өзара әрекеттесіп, әлсіз _____ түзеді.

Иондық теория мен аммонохимия теориясының ерекшелігі: катионы _____ мен _____ анионы лионий – _____ мен _____ түзіледі.

Иондық теория мен аммонохимия теориясынның ерекшелігі: Су молекуласының диссоциялануын зерттеу нәтижесінде, иондық теория - _____ теориясы пайда болды.

Сусыз аммиак молекуласының диссоциялануын зерттеу нәтижесінде иондық теория – _____ теориясы пайда болды.

Кілтті сөздер: Аквохимия, аммонохимия лионий, лиат, лионий және лиат, электролит, қышқыл, негіз, иондық аммиактың, қышқыл негіз.

4-қадам (топтық жұмыс) — теория бойынша «Жинақтау» тәсілдерінің тапсырмалары. Білгеніңізді жинақтаңыз!

Ионохимияда гидроксоний ионы — қышқыл, гидроксид ион - негіз, аммоний ионы - қышқыл, ал амид ион - негіз.

Ионохимияда H_3O^+ оксоний ионы — қышқыл, OH^- гидроксид ионы — негіз болады да аммоний ионы бар қосылыс - қышқыл, ал амид ионы бар қосылыс негіз болады. Күкірт сутек қышқылының H_2S сольвожүйелер теориясы тұрғысынан диссоциациялану теңдеуін жазыңыз.



5-қадам (топтық жұмыс) — теория бойынша «Жинақтау» тәсілдерінің тапсырмаларына сәйкес, тақырып мазмұны бойынша «Қолдану» және «Баға беру» амалдары орындалады.

Мына реакция теңдеуін $Mg + 2H_3OCl = ic$ жүзінде жүргізуге бола ма? Болса қандай өнімдер түзіледі? Жауабы: Болады, егер де еріткіштің көлемін артық мөлшерде алған жағдайда.



6-қадам (топтық жұмыс) – теория бойынша «Баға беруі» тәсілдерінің тапсырмалары. Сіздің ойыңызша! Мына төменгі жүретін химиялық процестердің $Mg + NH_4Cl_2 = MgCl_2 + 2NH_3 + H_2 \uparrow$ және $Mg + 2H_3OCl = MgCl_2 + 2H_2O + H_2 \uparrow$ арасында ұқсастық бар ма? Менің ойымша, екі химиялық процестердің арасында _____ молекуласы _____ мөлшерде алынған. Сонымен қатар _____ және _____ газы _____ бөлінеді. Менің ойыша, екі химиялық процестердің арасында да _____ молекуласы _____ мөлшерде алынған. Сонымен қатар _____ және _____ газы бөлінеді.

Кілтті сөздер: еріткіш, тұз, сутек, артық.

Сабактың үшінші кезеңі кері байланыс. Жеке жұмыс

Сабақтың екінші кезеңіндегі топтық жұмыс барысында меңгерген білімді үш деңгейге бөліп, орындату арқылы оқушылардың білім деңгейі анықталып, әділ бағаланады.

Бірінші деңгейдің өлшемі – 50 ұпаймен бағаланады

1-қадам (жеке жұмыс) – теория бойынша «Білу» тәсілдерінің тапсырмаларын студенттер үйден дайындап келеді.

Қышқылдардың анықтамасы. Жауабы: Еріткіштің катионы- _____ деп, ал лионий ионын – _____ деп аталды.

Негіздердің анықтамасы. Жауабы: Еріткіштің анионы- _____ деп, түзілетін лиат ионын- _____ деп есептейді.

Қышқылдық-негіздік әрекеттесулер кезінде Сольвожүйелер теориясы тұрғысынан шешуші рөлді қандай зат атқарады? Жауабы: Сольвожүйелер теориясы тұрғысынан _____ атқарады.

Қышқылдық-негіздік әрекеттесулер кезінде Сольвожүйелер теориясы қандай қажеттіліктен туындады? Жауабы: Ол - _____ теория.

2-қадам (жеке жұмыс) – теория бойынша «Қолдану» тәсілдерінің тапсырмалары.

Неге ол — шектеулі теория? Өйткені ол _____ ортадағы кейбір процестедегі алмасуларды түсіндіре алмады.

Кілтті сөздер: шектеулі, еріткіш, негіз, лионий, қышқыл.

Бірінші аралық нәтиже. Студенттердің алғашқы нәтижесінің өлшемі – 50 ұпай. Егер Студент деңгейлердің тапсырмаларын орындай алмаған жағдайда журналға журналға «3» қойылады.

Екінші деңгейдің өлшемі – 89 ұпаймен бағаланады

1-қадам (жеке жұмыс) – теория бойынша «Түсіну» тәсілдерінің тапсырмаларын орындағанда, оның себебін анықтайды.

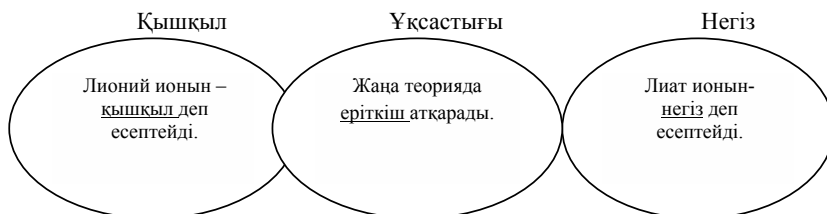
1-тапсырма: Неліктен иондық теорияны «шектеулі теория» – деп атайды? Оның себебін түсіндіріңіз. Жауабы: Газ тектес заттар арасындағы химиялық реакцияны жүргізу мүмкін еместігін _____ теория түсіндіре алмайды. Сондықтан да иондық теорияны шектеулі теория болып табылады. Осындай процестерді түсіндіруге ғылымда басқа теория қажеттілігі туындады.

Кілтті сөздер: гидроксоний, гидроксид, шектеулі, иондық.

2-қадам (жеке жұмыс) — теория бойынша «Талдау» тәсілдерінің тапсырмалары.

2-тапсырма. 1–3 Венн диаграммасы арқылы, жана — сольвожүйе теориясы тұрғысынан қышқылдар мен негіздердегі алмасуларды салыстырыңыз

Сольвожүйе теориясы тұрғысынан қышқылдар мен негіздердегі алмасулардың ұқсастығы



4. Тақырыптың басты идеясы неде?

Сольвожүйе теориясы тұрғысынан ерекшелігі:

Жаңа теория тұрғысынан ұқсастығы: Еріткіштің катионы- _____ деп, түзілетін, лионий ионын — _____ деп есептейді.

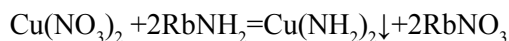
Жаңа теория тұрғысынан ерекшелігі: Қышқылдық- негіздік әрекеттесулер кезінде шешуші рөлді _____ атқарады.

Жаңа теория тұрғысынан ерекшелігі: Кез келген еріткіштің анионы- _____ деп, түзілетін лиат ионын- _____ деп есептейді.

Кілтті сөздер: қышқыл, электролит, лионий, лиат, лионий, қышқыл.

3-қадам (жеке жұмыс) — практика жүзінде «Қолдану» тәсілдерінің тапсырмалары.

3-тапсырма. Еріткіштің анионы - лиат деп есептелетін болса, түзілетін лиат ионын - негіздің тұзбен арасындағы химиялық реакцияға мысал келтіріңіз.



4-қадам (жеке жұмыс) – практика жүзінде «Қолдану» тәсілдерінің тапсырмалары

Мысал келтіру	Сұйық орта	Сусыз орта
Негізге мысал келтіріңіз		
Негіз		
Қышқылға мысал келтіріңіз		

Аралық екінші нәтиже

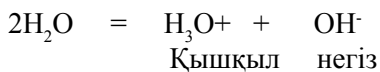
Студенттердің екінші нәтижесінің өлшемі — 89 ұпай Егер студент келесі деңгейлердің тапсырмаларын орындай алмаған жағдайда журналға журналға «4» қойылады.

Үшінші деңгейдің өлшемі — 100 ұпаймен бағаланады

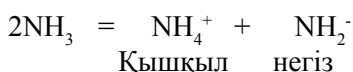
1-қадам (жеке жұмыс) — практика жүзінде «Жинақтау» тәсілдерінің тапсырмалары.

2-қадам (жеке жұмыс) — практика жүзінде «Баға беру» тәсілінің тапсырмасы.

Ионохимия судың диссоциациясын зерттегенде пайда болған иондық теорияның негізінде қалыптасты. Мысалы,



Аммонохимия сусыз аммиактың диссоциациясын зерттеу нәтижесінде жасалды. Мысалы,



2-тапсырма. Сіздің пікіріңіз қандай?

Менің пікірімше, табиғатына тәуелсіз еріткіш абсолютті бейтарап және

абсолютті екідайлы болады. Мұнда шешуші рөлді еріткіш атқарады. Сольво жүйелер теориясында да шектеулер сақталады (Egorov, 2021).

Соңғы 3 нәтиже

Студенттер екі деңгейден жинаған 89 ұпайына 11 ұпай қосып барлығы 100 үшінші деңгейдің нәтижесі болып саналады. Нәтиже «5» журналға қойылады. Студенттердің білім сапасы «дұрыс», «толық», «әрекеттілік», «тереңдік» пен «жүйелілік» және «берік» болып саналады.

Нәтижелер және талқылау

Мақаладағы асты сызылып, курсормен жазылған бағалаудың автоматтандырылған жүйесінің индикаторлары. Индикатордың кілті — кілт сөздермен беріледі. Студенттер сызықшаның орнына кілт сөздерді қою арқылы бағаланып ұпай жинайды. Оның автоматтандырылған жүйесін дискіге жазылып, бөлек ұсынамыз.

Әдістеменің нәтижесі Астана қаласындағы Астана медицина университетінде және Ақтөбе қаласы Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университетінде жүргізілген эксперименттер негізінде алынды. Нәтиже келесі кестеде: бағалау парағы және мониторингі түрінде берілді.

1-кесте

Тақырып №	1 деңгей (мақ 56 ұпай)							2 деңгей (мақ 20 ұпай)				3 деңгей (10 ұпай)				Ауыспалы деңгейдегі жауап	Үнеміктік деңгейдегі жауап	Барлығы жауап саны	Жұрнақ деңгей
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	74,75	11	85,75	4
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	83,5	12	95,5	5
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	76	12	88	4
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	81	13	94	5
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	59	10	69	4
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	73,5	11	84,5	4
7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	70,25	12	82,5	4
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	83,5	12	95,5	5
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	79,75	11	90,75	5
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	81	10	91	5
11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	82,25	12	94,25	5
12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	81	11	92	5
13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	78,5	10	88,5	4
14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	69	11	80	4
15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	83,5	12	95,5	5
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	81	10	91	5
17	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	70,25	12	82,5	4
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	69	11	80	4
19	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	59	10	69	4
20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	72,75	10	82,5	4

Оқытудың «Үшөлшемді әдістемелік жүйе (ҮӘЖ)» педагогикалық технологиясын ұзақ жылдар бойына орта мектептерде және ЖОО-да қолданылды. Нәтижесінде оқушылар да, студенттер де жоғары көрсеткіштерге қол жеткізді.

Орта мектептегі дарынды оқушылар төртінші шығармашылық деңгейден

көрінетін болды. Барлық дарынды (Астана қаласындағы №50 қазғарыш лийей-мектеп) оқушылары (2019, 2021 оқу жылдары) химия пәні олимпиадасынан (аудандық, қалалық) жүлделі орындарды иеленді.

Қорытынды

Аталған технология нәтижесінде студенттердің пәнді меңгеру сапасын арттыру арқылы олардың оқу сапасын арттыруға болады (семестр бойынша). Жоғары оқу орындары түлектерінің білім сапасы жақсарды, жоғарғы деңгей көрсеткіштеріне жетті.

Жаратылыстану пәндерінде, оның ішінде химияда үш өлшемді әдістемелік жүйе технологиясын қолдану — оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырып, танымдық шығармашылық қабілетін ашады. Оқушыларды ізденімпаздыққа, ынтымақтастыққа, бірлесіп жүйелі жұмыс жасауға, өз ойын ашық, еркін жеткізуге үйретеді. Бұл олардың болашақта еркін, қатесіз мамандық таңдауына да септігін тигізеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

Караев Ж.А., Кобдикова Ж.У., 2018 — *Караев Ж.А., Кобдикова Ж.У.* Технология трехмерной методической системы обучения: сущность и применение.-Алматы, 2018г.-480 б.

Carnoy M., 2016 — Educational Policies in the Face of globalization: Whither the Nation State. In K. Mundy, A.Green, B.Lingard & A.Verger. (Eds.), Handbook of Global Education Policy. John Wiley & Sons. The Handbook of Global Education Policy, -2016, 27–42.

Dewar J., 2017 — University 4.0: Redefining the Role of Universities in the Modern Era, 2017.

Barnett R., 2018 — The Ecological University: A Feasible Utopia. New York: Routledge, 2018.

Lomotey V., 2017 — Towards a Socially Responsible University. In Global University Network for Innovation. Higher Education in the World 6. Towards a Socially Responsible University: Balancing the Global and the Local, 2017. URL: <http://www.guninetwork.org/report/higher-education-world-6>

Premsky M.H., 2009 — Sapiens Digital: From Digital Immigrants and Digital Natives to Digital Wisdom. Innovate: Journal of Online Education, 2009.-5(3).

Торсыкбаева Б.Б. және т.б., 2015 — Оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамыту және даму деңгейін критериялды бағалау жүйесі арқылы өлшеуіш-тапсырмалар жинағы [Мәтін].Химия. 10-сынып.Астана, 2015.-250 б.

David C.C., 2022 — Schrödinger in Oxford, University of Oxford, UK, 2022. -420 б.

Richard N.P., 2021 — Quantum Field Theory, 2021. -284 б.

Saginayev A., Dosmurzina E., Apendina A., Dossanova B., Imangaliyeva B., 2023 — Development of individual approaches to the use of the gasoline fraction as a raw material for the process of hydrocatalytic isomerization. Materials Science for Energy Technologies, Volume 6, 2023, 158–165 б.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589299122000738>

Glinka N.L., 2018 — General chemistry: manual for graduate students: volume 3/N.L. Glinka, -27 edition.-Almaty, 2018. -248 б.

Akhmetov N.S., 2021 — General and inorganic chemistry. - М.: Krasnodar, 2021. -744 б.

Egorov V.V., 2021 — General chemistry: St. Petersburg: Lan, 2021. -192 б.

Goncharov E.G. және т.б., — A short course in theoretical inorganic chemistry. St. Petersburg: 2017. -464 б.

Дузелбаева С.Д. және т.б., 2022 — Извлечение шерстного жира из промывных вод шерсти,получение ланолина и его глубокая переработка.Известия Национальной Академии Наук Республики Казахстан [Текст]. №3, (452) -Алматы, 2022. -68–85 б.

Taubaeva Sh., Maksutova I.O., Shagiev M.R., 2021 — Improving the efficiency of educational technologies in a military higher education institution on the basis of the integrative potential of didactics. // Pedagogy and Psychology. -2021. -№1 (46). 14–21 б.

REFERENCES

- Karaev Zh.A., Kobdikova Zh.U., 2018 — Karaev Zh.A., Kobdikova Zh.U., Technology of three-dimensional methodical system of training: essence and application. - Almaty, 2018, - 480 p. [in Rus.].
- Carnoy M., 2016 — Educational Policies in the Face of globalization: Whither the Nation State. In K. Mundy, A. Green, B. Lingard & A. Verger. (Eds.), Handbook of Global Education Policy. John Wiley & Sons. The Handbook of Global Education Policy, -2016. Pp. 27–42.
- Dewar J., 2017 — University 4.0: Redefining the Role of Universities in the Modern Era, 2017.
- Barnett R., 2018 — The Ecological University: A Feasible Utopia. New York: Routledge, 2018.
- Lomotey V., 2017 — Towards a Socially Responsible University. In Global University Network for Innovation. Higher Education in the World 6. Towards a Socially Responsible University: Balancing the Global and the Local, 2017. URL: <http://www.guninetwork.org/report/higher-education-world-6>
- Prensky M.H., 2009 — Sapiens Digital: From Digital Immigrants and Digital Natives to Digital Wisdom. Innovate: Journal of Online Education, 2009. -5(3).
- Torsykbaeva B.B., 2015 — Oqushylardyn funksionaldyq sauattylygyn damytu jäne damu deñgein kriterialdy bağalau jüiesı arqyly ölşeuş-tapsyrmalar jınağy.[A collection of measuring tasks for the development of students' functional literacy and development level using a criterion evaluation system.] [Text] Himiia ,10-synyp. Astana,2015. -250 p.[in Kaz.].
- David C.C., 2022 — Schrödinger in Oxford, University of Oxford, UK, 2022. -420p.
- Richard N. P., 2021 — Quantum Field Theory, 2021-284p.
- Saginayev A., Dosmurzina E., Apendina A., Dossanova B., Imangaliyeva B., 2023 — Development of individual approaches to the use of the gasoline fraction as a raw material for the process of hydrocatalytic isomerization. Materials Science for Energy Technologies, Volume 6, 2023. Pp. 158–165. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589299122000738>
- Glinka N.L., 2018 — General chemistry: manual for graduate students: Volume 3/N.L. Glinka, -27 edition. -Almaty, 2018. -248 p.
- Akhmetov N.S., 2021 — General and inorganic chemistry. - M.: Krasnodar, 2021. -744 p.
- Egorov V.V., 2021 — General chemistry: St. Petersburg: Lan, 2021. -192 p.
- Goncharov E.G. and others. A short course in theoretical inorganic chemistry. St. Petersburg; 2017. -464 p.
- Taubaeva Sh., Maksutova I.O., Shagiev M.R., 2021 — Improving the efficiency of educational technologies in a military higher education institution on the basis of the integrative potential of didactics. //Pedagogy and Psychology. -2021.- №1 (46). -Pp.14–21.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY
OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
ISSN 2224–5286
Volume 2. Number 455 (2023), 124–142
<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.169>
UDC 637.5

© **M.K. Kassymova, R.S. Alibekov, Z.I. Kobzhasarova, G.E. Orymbetova*,
K.A. Urazbayeva, 2023**
M. Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan.
E-mail: orim_77@mail.ru

HALAL BEEF SAUSAGE PRODUCTS USING MALT

Kassymova Makhabat Kuandykovna — candidate of chemical science, professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: mahabbat_67@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4789-7148;

Alibekov Ravshanbek Sultanbekovich — candidate of chemical science, professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID: 0000-0002-0723-3101;

Kobzhasarova ZibaIsakovna — candidate of technical science, associate professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: k.z.i@bk.ru. ORCID: 0000-0001-5419-7484;

Orymbetova Gulbagi Emitovna — candidate of technical science, associate professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: orim_77@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8987-3366;

Urazbayeva Klara Abdrazakovna — candidate of chemical science, professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: klara_abdrzak@mail.ru. Orcid: 0000-0002-6922-5940.

Abstract. The purpose of the study is to develop a technology for beef sausages using malt with improved organoleptic and nutritional properties, as well as to study the content of the mineral composition of the product. To obtain reliable results of the study, the following methods were used: moisture determination method according to GOST 9793–2016 “Meat and meat products. Methods for determination of moisture content”, acid number determination method according to GOST R 55480–2013 Meat and meat products. Method for determination of acid value, inductively coupled plasma mass spectrometry. Experimental production of cooked sausages showed that the use of vegetable raw materials of the enricher in the preparation of sausages makes it possible to rationally use meat raw materials, reduce the cost of production, and improve the nutritional and biological value of products, which affects the organoleptic indicators of products. According to research, the use of malt sausage is optimal, as it participates in creating the basis of a balanced ratio of the main food components.

Keywords: sausage, malt, minerals, beef, method, determination, results, GOST, meat

Financing: This study was carried out under the the financial support of the research project “Complex waste-free processing of agricultural raw materials of animal and vegetable origin” within the framework of Programme Targeted Funding of the Republic of Kazakhstan No. BR18574252.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

© **М.К. Касымова, Р.С. Алибеков, З.И. Кобжасарова,
Г.Э. Орымбетова*, К.А. Уразбаева, 2023**

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан.

E-mail: orim_77@mail.ru

УЫТ ҚОЛДАНАТЫН ХАЛАЛ ШҰЖЫҚ ӨНІМДЕРІ

Касымова Махабат Қуандықовна — химия ғылымдарының кандидаты, профессор. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: mahabbat_67@mail.ru. ORCID:0000-0002-4789-7148;

Алибеков Равшанбек Султанбекович — химия ғылымдарының кандидаты, профессор. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID:0000-0002-0723-3101;

Кобжасарова Зибә Исаақовна — техника ғылымдарының кандидаты, доцент. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: k.z.i@bk.ru. ORCID:0000-0001-5419-7484;

Орымбетова Гулбағи Әмитовна — техника ғылымдарының кандидаты, доцент. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: orim_77@mail.ru. ORCID:0000-0001-8987-3366;

Уразбаева Клара Абдразақовна — химия ғылымдарының кандидаты, профессор. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: klara_abdrzak@mail.ru. orcid:0000-0002-6922-5940.

Аннотация. Зерттеудің мақсаты органолептикалық және тағамдық қасиеттері жақсартылған уытты пайдаланып сиыр етінен жасалған шұжықтар технологиясын жасау, сонымен қатар өнімнің минералдық құрамын зерттеу болып табылады. Зерттеудің сенімді нәтижелерін алу үшін келесі әдістер қолданылды: Ылғалдылықты анықтау әдісі МЕМСТ 9793–2016 «Ет және ет өнімдері. Ылғалдылықты анықтау әдістері», МЕМСТ R 55480–2013 Ет және ет өнімдері бойынша қышқыл санын анықтау әдісі. Қышқылдық мәнін анықтау әдісі, индуктивті байланысқан плазмалық масс-спектрометрия. Пісірілген шұжықтардың тәжірибелік үлгілері байытқыш ретінде өсімдік шикізатын пайдалану ет шикізатын ұтымды пайдалануға, өнімнің өзіндік құнын төмендетуге, өнімнің тағамдық және биологиялық құндылығын жақсартуға мүмкіндік беретінін

көрсетті, бұл өнімдердің органолептикалық көрсеткіштеріне әсер етеді. Зерттеулерге сәйкес, уытты шұжықтарда пайдалану оңтайлы болып табылады, өйткені ол негізгі тағамдық компоненттердің теңгерімді қатынасының негізін құруға қатысады.

Түйін сөздер: шұжық, уыт, минералдық құрам, сиыр еті, әдіс, анықтау, нәтижелер, МЕМСТ, ет

Қаржыландыру: Бұл зерттеу «Мал және өсімдік тектес ауыл шаруашылығы шикізатын кешенді қалдықсыз қайта өңдеу» ғылыми-зерттеу жобасы бойынша жүргізілді. Қазақстан Республикасының Нысаналы қаржыландыру бағдарламасы аясында қаржыландырған (Грант № BR10262555).

©**М.К. Касымова, Р.С. Алибеков, З.И. Кобжасарова, Г.Э. Орымбетова, К.А. Уразбаева***, 2023

Южно Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Казахстан.

E-mail: orim_77@mail.ru

ХАЛЯЛНЫЕ КОЛБАСНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ГОВЯДИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛОДА

Касымова Махабат Куандыковна — кандидат химических наук, профессор. Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Қазақстан

E-mail: mahabbat_67@mail.ru. ORCID:0000-0002-4789-7148;

Алибеков Равшанбек Султанбекович — кандидат химических наук, профессор. Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Қазақстан

E-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID:0000-0002-0723-3101;

Кобжасарова Зйба Исааковна — кандидат технических наук, доцент. Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Қазақстан

E-mail: k.z.i@bk.ru. ORCID:0000-0001-5419-7484;

Орымбетова Гулбағи Эмитовна — техника ғылымдарының кандидаты, доцент. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: orim_77@mail.ru. ORCID:0000-0001- 8987-3366;

Уразбаева Клара Абдразаховна — кандидат технических наук, доцент. Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Қазақстан

E-mail: klara_abdrzak@mail.ru. orcid:0000-0002-6922-5940.

Аннотация. Цель исследования — разработка технологии колбасных изделий из говядины с использованием солода с улучшенными органолептическими и питательными свойствами, а также изучение содержания минеральных состав продукта. Для получения достоверных результатов исследования использовали следующие методы: метод определения влажности по QOST 9793–2016 “Meatandmeatproducts. Methods for determination of moisture content”, метод определения кислотного числа по QOSTP 55480–2013 Meat and meat products. Methodfordeterminationofacidvalue, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Опытная выработка вареных колбасных изделий показала, что использование растительного сырья обогатителя при приготовлении колбасных изделий позволяет рационально использовать мясное сырье, снизить себестоимость продукции, улучшить пищевую и биологическую ценность продукции, что сказывается на органолептических показателях продукции. Согласно исследованиям, использование солода в колбасных изделиях является оптимальным, так как способствует созданию основы для сбалансированного соотношения основных пищевых компонентов.

Ключевые слова: колбаса, солод, минеральный состав, говядина, метод, определение, результаты, ГОСТ, мясо

Финансирование: Данное исследование выполнялось согласнонаучно-исследовательского проекта «Комплексная безотходная переработка сельскохозяйственного сырья животного и растительного происхождения» в рамках Программы целевого финансирования № BR18574252

Introduction

Currently, sausages and delicacie products are considered to be a large and dynamically developing trade direction of industrial goods in the market of Kazakhstan. They have a long tradition and their market position influences other industrial products. The production of sausages is highly competitive, and small private entrepreneurs and well-known large institutions work intensively in this area. Sausage products are considered an important barometer in the diet of the population. In the conditions of the rapid development of the economy, the consumption of sausage products also increases significantly; and if the financial situation of people worsens, the demand for sausages will decrease accordingly. In the production of domestic sausages, selected types are in great demand among the population. The share of boiled and semi-smoked sausages accounts respectively for 38.6 % and 18,1 % (2015 g.). At the same time, per capita consumption of sausage products is increasing every year.

Consumption of sausage products is subject to seasonal fluctuations. The intensity of use increases before the holidays, as well as during the cold season. In summer, meat products are replaced with vegetables and fruits. To balance such fluctuations, meat production in winter increases by 2–3 times compared to summer.

The range of Kazakhstani sausages is wide. Can sell sausages of dozens of brands from the same industry. At present, according to the consumption of the main types of sausages in Kazakhstan, the share of semi-smoked sausages is approximately 45 %, sausages and wieners 14 %, boiled sausages 35 % and other types of sausages and delicacies 6 % (Analysis of the sausage market in Kazakhstan – 2023) (Figure 1).

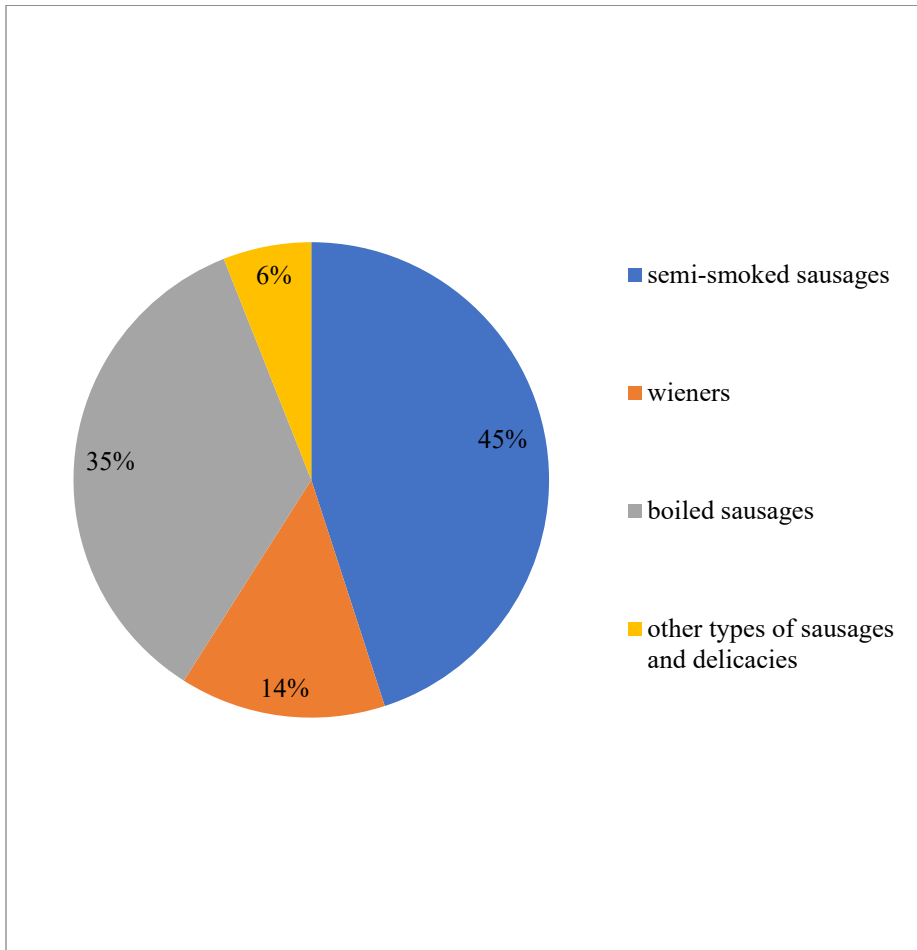


Figure1-Segmentation of consumption of sausages in Kazakhstan

Currently, the production of meat products has increased significantly, including the production of sausages, which are developing in several directions:

1. use of new types of raw materials and food additives;
2. increase the range of products;
3. mastering new equipment and technologies (Zheleuova, 2021; Orymbetova, 2019; Alibekov, 2018).

New types of raw materials are used to stabilize and emulsify minced meat, to replace the meat equivalent and improve the quality of meat (Kassymova, 2020; Bakharev, 2006).

The introduction of non-traditional plant families (pumpkin, sweet pepper, eggplant, tomato, carrot, etc. and products of their processing) into the composition of meat products will undoubtedly make it possible to obtain active

amino acid complexes that provide physiological completeness and high digestibility of products in biological terms (Uzakov, 2008; Beisenbaev, 2014).

The nutritional value of mechanically processed meat is higher than that of conventional meat. Adding 5–25 % mechanically ground meat to minced beef improves its flavor and texture. The bone fat formed during mechanical deboning of beef gives the product a new quality, and the amount of calcium in its content increases (Velichko, 2019; Kobzhasarova, 2021).

There is information about the use of different ingredients in the production of sausages (Slozhenkina, 2015; Bobreneva, 2003; Gordynets, 2004; Khamagaeva, 2006; Dumin, 2002). When developing new types of meat products, one of the criteria for evaluating their recipes is the normalization of the chemical composition of the product from the standpoint of the optimal ratio of protein and fat. The solution of this problem is facilitated by the directed use of protein preparations to improve the functional properties of minced meat. At the same time, the lack of muscle protein in minced meat is compensated by an increase in moisture binding capacity, water holding capacity and fat-retaining capacity, as well as an increase in the stability of sausages during storage, an increase in the volume of production while reducing the consumption of meat raw materials, increasing nutritional value and reducing the cost of the product.

The development of recipes for sausages with a pumpkin protein-carbohydrate complex was based on modern principles of healthy nutrition, based on the selection of certain types of raw materials and their ratios that would provide the required quality characteristics of the product. To confirm the feasibility of using the pumpkin protein-carbohydrate complex, as well as the correctness of the chosen level of their introduction, we conducted studies, including the determination of the general chemical composition and studies on the organoleptic evaluation of finished boiled sausages.

In relation to protein substances, their bioavailability for assimilation by the body, the availability of digestive bonds cleaved by the action of enzymes and bioactivity are distinguished.

The bioavailability of proteins is characterized by their ability to be broken down under the action of digestive enzymes into separate fragments (amino acids and peptides), which can be resorbed by the intestinal wall and assimilated by the body. Bioactivity characterizes the ability of the product to stimulate the processes of internal metabolism, secretory activity.

Thus, the correlation between the biological value of proteins and their amino acid composition can be valid only if the rates of digestion by digestive tract enzymes, the digestibility of components and their bioactivity are sufficiently high.

The bioavailability of protein and the degree of its absorption depends on many factors. In particular, it is due to the nature of the protein and its structure: connective tissue proteins are broken down worse than muscle proteins; native - worse than denatured.

Changes in the physical structure of meat (the degree of dispersion due to grinding) and the biochemical structure of the protein (denaturation), increase the availability of components to the action of digestive enzymes (Baitukenova, 2021; Zinina, 2015; Boreskov, 2000).

Also, premium-segment sausages are practically not produced in Kazakhstan. Demand for elite meat products - natural, “meat-containing”, healthy has grown. For a healthy lifestyle, first of all, the quality of products is important, not their price.

In this regard, the use of methods of mechanical processing of raw materials and new types of food additives are considered relevant.

The purpose of the study is to develop a technology for beef sausages using malt with improved organoleptic and nutritional properties, as well as to study the content of the mineral composition of the product.

To obtain reliable results of the study, the following methods were used: moisture determination method according to GOST 9793–2016 “Meat and meat products. Methods for determination of moisture content”, acid number determination method according to GOST R 55480–2013 Meat and meat products. Method for determination of acid value, inductively coupled plasma mass spectrometry.

Materials and methods

Experimental samples were prepared using the additive with the following mass fraction based on meat: 0,5 %, 0,7 %, 1,0 %, 1,25 and 1,5 %.

The scanning electron microscope is based on the use of a pre-formed thin electron beam (probe) whose position is controlled by electromagnetic fields. This control (scanning) is in many ways similar to the scanning process in television kinescopes. The electron probe sequentially passes over the surface of the test sample (Bykov, 2012).

Under the influence of beam electrons, a number of processes occur that are characteristic of a given material and its structure. These include the scattering of primary electrons, the emission (emission) of secondary electrons, the appearance of electrons that have passed through the object (in the case of thin objects), and the appearance of characteristic radiation. In a number of special cases (luminescent materials, semiconductors), light radiation also occurs.

Registration of electrons leaving the object, as well as other types of radiation (characteristic, light) provides information about the various properties

of micro-sections of the object under study. Accordingly, the display systems and other elements of scanning microscopes differ depending on the type of detected radiation.

Synchronously with the sweep of the electronic probe, an image is built on the computer monitor (the brightness of the pixel on the monitor is proportional to the magnitude of the recorded signal). For example, in the case of a scanning electron microscope in the secondary electron current indication mode, the value of the secondary electron current determines the depth of brightness modulation on a computer monitor. A scanning electron microscope of this type allows you to obtain an increase of 5–1,000,000 times with sufficient image contrast.

The resolution of scanning electron microscopes of this class is determined by the diameter of the electron probe and the sample material and is 10 angstroms.

Organoleptic and physic-chemical parameters of finished products were determined accordingly according to GOST R 52196-2017 (Uvarova, 2007).

Results and discussion

Experimental production of cooked sausages showed that the use of vegetable raw materials of the enricher in the preparation of sausages makes it possible to rationally use meat raw materials, reduce the cost of production, and improve the nutritional and biological value of products, which affects the organoleptic indicators of products.

Sensory evaluation of a food product by its organoleptic properties affects the choice and demand of consumers much more than the chemical composition and nutritional value. Therefore, the results of the effect of the combined extract on the organoleptic characteristics of the studied meat product are of significant value (Zheleuova, 2021).

The results of the assessment of organoleptic indicators of new products are presented in Table 1.

Table 1 - Organoleptic indicators of new products

Name of indicator	Characteristics of the organoleptic properties of control and model samples					
	#1 Control sample	Model sample #2- with the addition of 0.5% malt	Model sample # 3 with the addition of 0.7% malt	Model sample #4- with the addition of 1% malt	Model sample #5 with the addition of 1.25 malt	Model sample #6- with the addition of 1.5% malt
Appearance	Long loaf with a clean, dry surface	dry clean	dry clean	The surface is even, clean and dry, no damage to the shell		
Sectional view	Dark pink	Dark roseread	Dark roseread	Uniformly colored and mixed minced meat from pink-red color without gray spots	Uniformly colored and mixed minced meat from pink-red color without gray spots	Uniformly colored and mixed minced meat from pink-red color without gray spots
Consistency	resilient	resilient	resilient	resilient, homogeneous elastic	resilient, homogeneous elastic	resilient, homogeneous elastic
Taste and smell	Peculiar to this type of product, without foreign taste and smell, with the aroma of spices, moderately salty	Peculiar to this type of product, without foreign taste	Peculiar to this type of product, without foreign taste	Peculiar to this product without foreign taste and smell, with the aroma of spices	Peculiar to this product without foreign taste and smell, with the aroma of spices	Peculiar to this product, juicy in taste

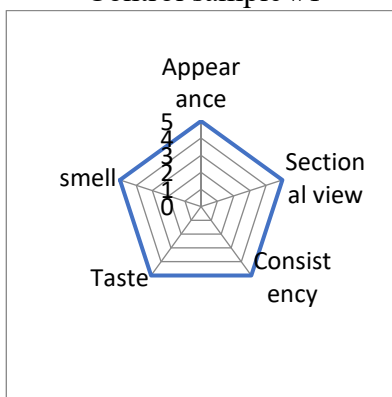
According to organoleptic indicators (table 1, figure 2), samples # 3-5 with an additive content of 1.0–1.5 % showed the best result, i.e. by structures, consistency, texture, as well as by the complex sensation in the oral cavity caused by the taste, smell and texture of the food product.

To obtain accurate and reliable numerical values of product quality indicators established by the organoleptic method, it is necessary to use the method of evaluating food products according to several quality indicators, in which their estimates, expressed in points. The method allows you to set the

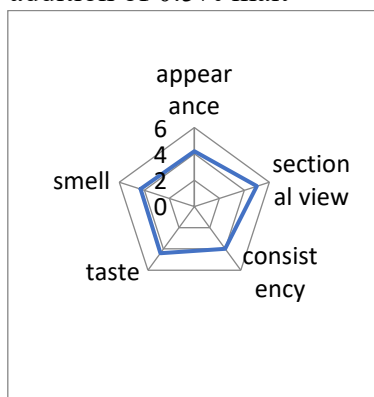
levels of partial (for individual indicators) and general (for a set of indicators) quality.

The results of the sausage evaluation method presented in Figure 2.

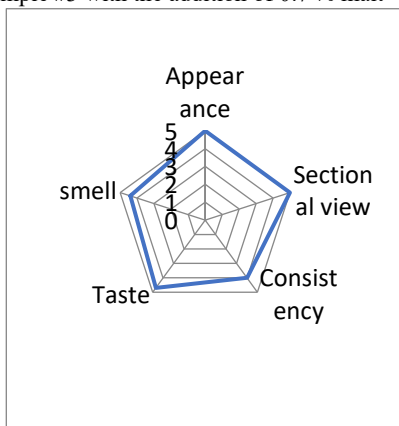
Control sample #1



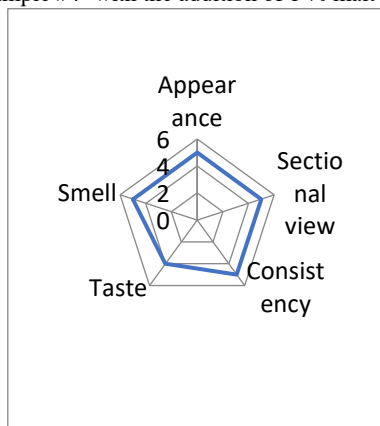
Model sample #2- with the addition of 0.5% malt



Model sample #3 with the addition of 0.7 % malt



Model sample #4- with the addition of 1 % malt



Model sample #5 with the addition of 1.25 malt



Model sample #6- with the addition of 1.5 % malt



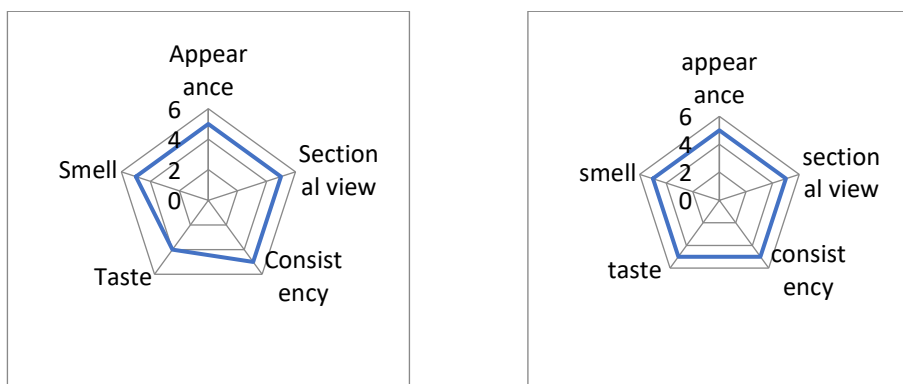


Figure 2 - Organoleptic evaluation

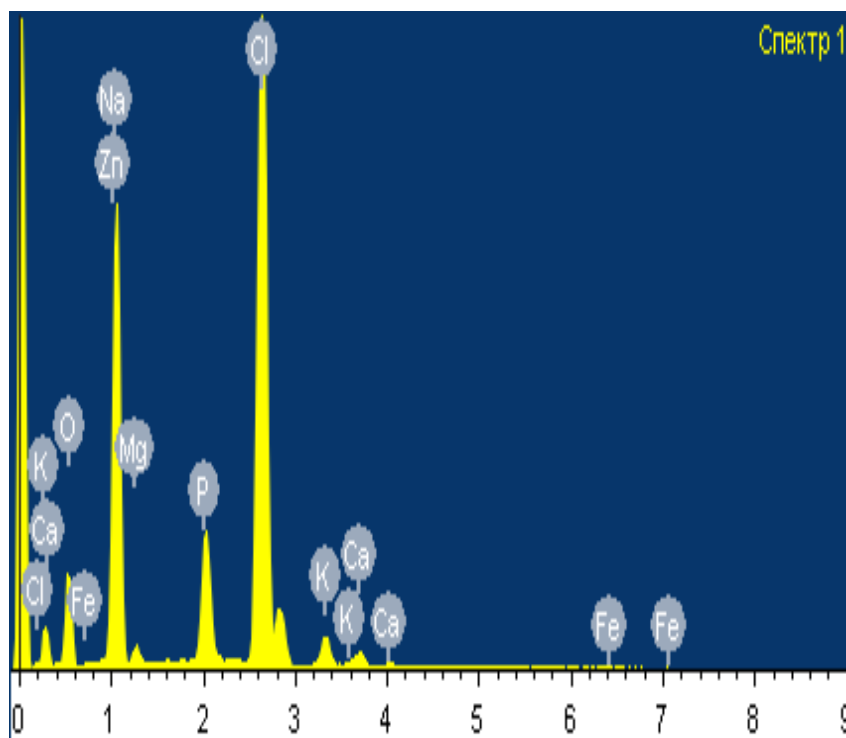
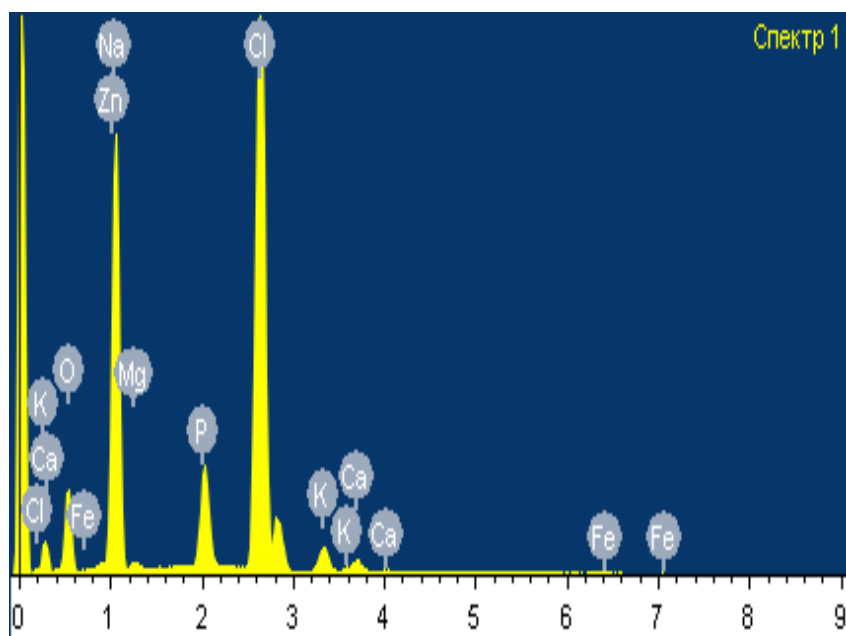
According to the results of the method for evaluating sausage products, which are presented in Figure 2, it can be seen that with the addition of malt 1 and 1.25 % they are inferior only in taste to samples with the addition of 1.5 % malt.

Table 2 shows the physico-chemical indicators of boiled sausage prepared with the addition of malt powder.

Table 2 - Physical and chemical indicators of boiled sausage prepared with the addition of additive powder

Indicators	Control sample	Model samples				
		№1	№2	№3	№4	№5
Mass fraction of ash in terms of dry substance, %	1,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1
humidity	72	65,5	65	62	62	62
pH	7,0	6,9				
Mass fraction of table salt in terms of dry substance, %	3,1	3,1				
Water-holding capacity, %	85	85	84	84	83	83

The pH value of halal cooked sausages was determined from model samples. As a result, all samples of sausages have a neutral environment and amounted to pH=6.9.



In the control sample, the moisture content of finished sausages was 72 %. Based on the research work, for the model sample № 1, the humidity was determined and is equal to 65.5 %, for the model sample № 2–65.0 %, for the model samples № 3–5, the humidity was 62 %.

The amount of table salt in boiled sausages did not change with an increase in the mass fraction of the addition and amounted to 3.1 %.

The analysis of the obtained results showed that at the rate of nitrite content in boiled sausages not more than 0.005 %, the acceptable level of nitrite content is found in the samples.

The most important factors determining the quality and yield of sausages are the degree of meat grinding and the correctly selected moisture content of minced meat. Boiled sausages have on average acceptable quality with minced meat stability of at least 85 % by weight, water-holding capacity of about 85 % of the total moisture content in minced meat. In this case, the water-holding capacity in the model samples is in the range of 83–85 %.

Finished sausages are stored at a temperature of 0–12°C and air humidity of 75–78 % for no more than 10 days.

The amount of macro- and microelements in the finished product was determined using an electron microscope. An electron microscope is an instrument that allows you to obtain a high-precision image of the surface of a sample. Since the image obtained in an electron microscope is three-dimensional, it is convenient to study the structure of the surface.

X-ray pattern of samples taken with an electron microscope are shown in Figure 3.

Samples	(a)control sample		b (model sample)						
	elements composition, %								
	O	Na	Mg	P	Cl	K	Ca	Fe	Zn
Control sample (a)	24,35	26,49	1,57	7,31	33,21	8,5	1,48	0,16	0,14
Model sample (b)	29,75	22,4	1,74	10,17	26,22	9,09	2,30	0,14	0,36

Figure 3 - X-ray image of samples taken with an electron microscope

According to the chemical results obtained in the ICP-MC mass spectrometer of the samples and as content it was observed that the amount of

macro and microelements in the sausage product enriched with the use of malt increased.

The amount of macro and micronutrients in the studied finished product was studied under an electron microscope. An electron microscope is a tool that allows you to take a high-precision image of the surface of a sample. Because the image obtained in the electron microscope is three-dimensional, it is convenient to study the structure of the surface.

According to research, this type of raw material is optimal and is made on the basis of a balanced ratio of the main food components, which ensures good digestion and digestibility of the stomach.

Conclusions

Experimental production of cooked sausages showed that the use of vegetable raw materials of the enricher in the preparation of sausages makes it possible to rationally use meat raw materials, reduce the cost of production, and improve the nutritional and biological value of products, which affects the organoleptic indicators of products. According to research, the use of malt sausage is optimal, as it participates in creating the basis of a balanced ratio of the main food components.

REFERENCES

Alibekov R.S., Gabrilyants Z., Alibekova Z. & Norov Z., 2018 — *Alibekov R.S., Gabrilyants Z., Alibekova Z. & Norov Z. Antioxidants of natural origin. In Industrial Technologies And Engineering (ICITE-2018):* Pp. 144–147. (in Eng.)

Analysis of the sausage market in Kazakhstan – 2023. Indicators and forecasts <https://tebiz.ru/assets/pdf/mi/analiz-rynka-kolbasnykh-izdelij-v-kazakhstane> (in Russ.)

Baitukenova Sh.B., Amankyzy G., 2021 — *Baitukenova Sh.B., Amankyzy G. The use of food enzyme preparations in the production of semi-smoked sausages. Materials of the international scientific and theoretical conference "Seifullinskies readings — 17: on "Modern agricultural science: digital transformation", dedicated to the 30th anniversary of the Independence of the Republic of Kazakhstan", Kazakhstan(2), P.49* <https://kazatu.edu.kz/assets/i/science/sf17-pish-promysh-109.pdf>

Bakharev M.V., 2006 — *Bakharev M.V. Evaluation of consumer properties of vegetable powders and their use in the production of boiled sausages. Dis. cand. tech. Sciences: 05. 18. 15 Yekaterinburg.* (in Russ.)

Beisenbaev A.Yu., Urazbaeva K.A., Abishev M.Zh., Beisenbaeva Z.A., 2014 — *Beisenbaev A.Yu., Urazbaeva K.A., Abishev M.Zh., Beisenbaeva Z.A. Study of special additives and dietary fibers in the production of functional dietary sausages // International Journal of Applied and Fundamental Research // International Journal of Applied and Basic Research. 11(2). Pp. 161–165* (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=22578545>

Bobreneva I.V., 2003 — *Bobreneva I.V. Recommendations for the introduction of dietary supplements into the formulations of functional foods Meatindustry(5): 27.* (In Russ.)

Boreskov V.G., 2000 — *Boreskov V.G. The effect of enzyme preparations on the muscle and connective tissue of beef. Meat industry, (10). Pp. 30–32.* (in Russ.) <https://kazatu.edu.kz/assets/i/science/sf17-pish-promysh-109.pdf>

Bykov Yu.A., Karpukhin S.D., 2012 — *Bykov Yu.A., Karpukhin S.D. Scanning electron microscopy and X-ray spectral microanalysis. Equipment, principle of operation, application: textbook for the course "Modern methods of studying the structure of the material* <http://lab.bmstu.ru/students/MIM/SEM.pdf>

Gordynets S.A., 2004 — *Gordynets S.A. Food additives for the enrichment of meat products [Pischevye dobavki dlia obogascheni amiasnyh produktov] Meatindustry. (11). Pp. 44–46.* (in Russ.)

Zheleuova Z.S., Uzakov Y.M., Shingisov A.U., Alibekov R.S. & Khamitova B.M., 2020 — *Zheleuova Z.S., Uzakov Y.M., Shingisov A.U.,*

Alibekov R.S. & Khamitova B.M. Development of halal cooked smoked beef and turkey sausage using a combined plant extracts. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), 15028. DOI: 10.1111/jfpp.15028 (in Eng.) <https://doi.org/10.1111/jfpp.15028>

Zinina O.V., Solovieva A.A., Rebezov Ya.M. and others, 2015 — *Zinina O.V., Solovieva A.A., Rebezov Ya.M. and others.* Enzymes in the meat industry of the food industry, on *International Student Scientific Bulletin*, (6). (in Russ.) <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=14245>

Kassymova M.K., Orymbetova G.E., Kobzhasarova Z.I., Mamyrbekova A.K., 2020 — *Kassymova M.K., Orymbetova G.E., Kobzhasarova Z.I., Mamyrbekova A.K.* Natural semi-finished stump safety enriched with wheat germ based on horse meat *Shakarim University Herald. Technical Sciences Series*: 3(91). Pp. 273–276. (in Kaz.) https://tech.vestnik.shakarim.kz/jour/article/view/67/67?locale=en_US

Khamagaeva I.S., Khankhalaeva I.A., Zaigraeva L.I., 2006 — *Khamagaeva I.S., Khankhalaeva I.A., Zaigraeva L.I.* The use of probiotic cultures for the production of sausages. – Ulan-Ude, Russian Federation: ISBN 5-89230-235-0. <https://propionix.ru/f/ispolzovanie-probioticheskikh-kultur-dlya-proizvodstva-kolbasnyh-izdeliy.pdf>

Kobzhasarova Z., Kassymova M., Orymbetova G., Nurseitova Z., Arapbayeva D., 2021 — *Kobzhasarova Z., Kassymova M., Orymbetova G., Nurseitova Z., Arapbayeva D.* Functional meat products/ //VII International Annual Conference In Industrial Technologies and Engineering (ICITE 2021). Shymkent, Kazakhstan: Pp.160–163 (in Eng.) <https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/2650/1/030014/2831143>

Dumin M.V., Potapov K.V., Yarmonov A.N., 2002 — *Dumin M.V., Potapov K.V., Yarmonov A.N.* Starting cultures for meat delicacies [Startovye kultury dlia miasnyh delikatesov], *Meat industry*, (5). Pp. 23–24. (in Russ.)

Orymbetova G.E., Abdizhapparova B., Kassymova M.K., 2019 — *Orymbetova G.E., Abdizhapparova B., Kassymova M.K.* Application of HACCP principles in the production of cooked sausage with addition of hawthorn fruit. 2nd international conference on food agriculture and animal sciences proceeding book:pp. Pp. 424–428.

Slozhenkina M.I., Gorlov I.F., 2015 — *Slozhenkina M.I., Gorlov I.F.* Development of meat products technology using vegetable protein-carbohydrate complexes and biologically active substances: Volgograd, Russian Federation: ISBN 978–5–9948–1782–7. http://library.vstu.ru/ebsvstu_1/search/view2.php?base

Uzakov Ya.M., Rskeldiev B.A., Butsik V.A., Abzhanova Sh.A., 2008 — *Uzakov Ya.M., Rskeldiev B.A., Butsik V.A., Abzhanova Sh.A.* Status and

development prospects of the meat industry of the Republic of Kazakhstan [Sostoianie i perspektivy razvitiia mäsnöi promyšlenosti Respubliki Kazahstan] // Meat industry. Pp. 43–45. (in Russ.) <https://docviewer.yandex.kz/view/0/?>

Uvarova N.A., Kremenevskaya M.I., Struzhenko I.Yu., 2007 — *Uvarova N.A., Kremenevskaya M.I., Struzhenko I.Yu.* Influence of technological factors on the quality and yield of boiled sausages: Methodical instructions for laboratory work. <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1214.pdf>.

Velichko N.A., Mashanov A.I., Rechkina, E.A. Rygalova E.A., 2019 — *Velichko N.A., Mashanov A.I., Rechkina, E.A. Rygalova E.A.* Technology of meat and meat products: textbook [Electronic resource] – Krasnoyarsk, Russian Federation. (in Russ.). <http://www.kgau.ru/new/student/43/content/63.pd>

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2, Number 455 (2023), 143–150

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.170>

UDK 549.641;547.455

© **B.K. Massalimova², G.D. Jetpisbayeva^{1*}, E.V. Docuchits³, V.A. Sadykov³, 2023**

¹M.Kh. Dulaty Taraz Region University, Taraz, Kazakhstan;

²M.Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan;

³Institute of Catalysis named after G.K. Boreskov, Novosibirsk, Russia.

E-mail: gulim_86@mail.ru

OBTAINING A COMPLEX OXIDE WITH THE PEROVSKITE STRUCTURE LaCoO₃ IN THE PRESENCE OF ORGANIC REDUCING AGENTS

Massalimova Bakytgul Kabykenovna — Professor at the Department of Chemistry and Chemical Technology, M.Kozybayev North Kazakhstan University

E-mail: massalimova15@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0135-9712;

Jetpisbayeva Gulim Danebaevna — Senior Lecturer of the Department of “Chemistry and Chemical technology” of M.Kh.Dulaty Taraz Region University

E-mail: gulim_86@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9417-3775;

Dokuchits Evgeny Vladimirovich — Researcher, Institute of Catalysis named after G. Boreskov.

E-mail: oschtan@catalysis.ru. ORCID: 0000-0001-9052-1413;

Sadykov Vladislav Aleksandrovich — doctor of chemical sciences, professor, Novosibirsk State University, Institute of Catalysis named after G. Boreskov

E-mail: sadykov@catalysis.ru. ORCID: 0000-0003-2404-0325.

Abstract. The work is based on the preparation of perovskite structure catalysts in the presence of organic reducing agents (monosaccharides). Currently, perovskite-like complex oxides are considered promising catalysts for the Fischer-Tropsch synthesis due to their activity, stability, selectivity, and low cost. Catalyst samples were obtained by hydrothermal coprecipitation in the presence of a soft template. Because, soft templates have broad prospects for use in the synthesis of nanomaterials due to their ease of use and the absence of the need for special removal of the template. A physicochemical analysis of the obtained catalyst samples was carried out, the results of which showed that the catalyst samples have a perovskite structure and all reflections belong to LaCoO₃, and the 36.9° reflection belongs to Co₃O₄. In addition, the practical results obtained from the chemical analysis of the sample showed that they are consistent with theoretical calculations. As a result of thermal analysis, it was shown that in the precursor sample at a temperature of 500-610°C, the destruction of residual hydroxyl groups occurs, the decomposition of the precursor phase is completed, and the necessary perovskite LaCoO₃ phase is formed. In conclusion, it was shown that Co-containing catalysts

synthesized by co-precipitation in the presence of organic monosaccharides under mild hydrothermal conditions have a perovskite structure.

Key words: Perovskite catalyst, monosaccharides

© Б.К. Масалимова¹, Г.Д. Джетписбаева^{2*}, Е.В. Докунич³ В.А. Садыков³, 2023

¹М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан;

²М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан;

³Г.К. Боресков атындағы Катализ институты, Ресей.

E-mail: gulim_86@mail.ru

ОРГАНИКАЛЫҚ ТОТЫҚТЫРҒЫШТАР ҚАТЫСЫНДА ПЕРОВСКИТ ҚҰРЫЛЫМДЫ КҮРДЕЛІ ОКСИД LaCoO_3 АЛУ

Аннотация. Жұмыс органикалық тотықтырғыштар (моносахаридтер) қатысында күрделі перовскит құрылымды катализаторларды алуға негізделген. Қазіргі уақытта перовскит тәрізді күрделі оксидтер Фишер-Тропш синтезінің перспективалы катализаторы болып саналады, себебі олардың белсенділігі, тұрақтылығы, талғамдылығы және құнының төмен болуы. Катализатор сынамалары гидротермальды жағдайда, жұмсақ темплаттың қатысында бірге тұндыру әдісімен алынды. Себебі, жұмсақ темплатты қолданудың қарапайымдылығына және темплатты үлгіден арнайы жоюдың қажеттілігінің болмауына байланысты перовскит құрылымды материалдарды синтездеуде қолданудың кең перспективаларына ие. Алынған катализатор үлгілеріне физико-химиялық талдау жасалды. Талдау нәтижелері катализатор үлгілері перовскиттік құрылымға ие екенін және РФТ нәтижелеріндегі барлық рефлексстер LaCoO_3 -ке жататындығын, ал $36,9^\circ$ рефлексі - Co_3O_4 тиісті екендігін көрсетті. Сонымен қатар үлгіні химиялық талдау кезінде де алынған практикалық нәтижелер, теориялық есептеулермен сәйкес екендігін көрсетті. Термиялық талдау нәтижесінде прекурсорлық үлгіде $500\text{--}610^\circ\text{C}$ температурада қалдық гидроксил топтарының жойылуы жүретіндігін, прекурсорлық фазаның ыдырауы аяқталып және қажетті LaCoO_3 перовскит фазасы түзілетіндігін көрсетті. Қорыта келе жұмсақ гидротермалды жағдайда органикалық моносахаридтердің қатысында бірге тұндыру әдісімен синтезделіп алынған Со-құрамдас катализаторлар перовскиттік құрылымға ие екендігін көрсетті.

Түйін сөздер: Перовскит құрылымды катализатор, моносахаридтер

© Б.К. Масалимова², Г.Д. Джетписбаева¹, Е.В. Докунич³, В.А. Садыков³, 2023

¹Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Казахстан;

²Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, Казахстан;

³Институт Катализа им. Г.К. Борескова, Российская.

E-mail: gulim_86@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ СЛОЖНОГО ОКСИДА СО СТРУКТУРОЙ ПЕРОВСКИТА LaCOO₃ В ПРИ СУТСТВИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ

Аннотация. Работа основана на получении катализаторов перовскитной структуры в присутствии органических востоновителей (моносахаридов). В настоящее время перовскитоподобные сложные оксиды считаются перспективными катализаторами синтеза Фишера-Тропша из-за их активности, стабильности, селективности и низкой стоимости. Образцы катализаторов получали методом гидротермального соосаждения в присутствии мягкого темплата. Потому что мягкие темплаты имеют широкие перспективы для применения в синтезе наноматериалов из-за простоты их использования и отсутствия необходимости в специальном удалении темплата. Проведен физико-химический анализ полученных образцов катализатора, результаты которого показали, что образцы катализатора имеют структуру перовскита и все рефлексы принадлежат LaCoO₃, а рефлекс 36,9° принадлежит Co₃O₄. Кроме того, практические результаты, полученные при химическом анализе образца, показали, что они согласуются с теоретическими расчетами. В результате термического анализа показано, что в образце прекурсора при температуре 500-610°C происходит разрушение остаточных гидроксильных групп, завершается распад фазы прекурсора и образуется необходимая фаза перовскита LaCoO₃. В заключение показано, что Co-содержащие катализаторы, синтезированные методом соосаждения в присутствии органических моносахаридов в мягких гидротермальных условиях, имеют структуру перовскита.

Ключевые слова: перовскитный катализатор, моносахариды

Introduction

Complex oxides with the LaMeO₃ perovskite structure are among the most popular catalysts in liquid-phase oxidation processes due to their high activity in oxidation reactions and stability in aggressive media (Sadykov et al., 2000). Therefore, a lot of research are currently underway to study the possibility of using perovskite-like oxides in catalytic oxidation processes (Zhang et.al., 2013). The catalytic versatility of perovskite-like oxides is due to their high stability at high temperatures and aggressive media, as well as the stabilization of transition metal cations at unusual oxidation states, as well as the high oxygen mobility in the perovskite structure. That is why the study and properties of the composition and use perovskite catalysts in the Fischer-Tropsch synthesis becomes an urgent task.

Perovskite-like complex oxides obtained by various methods showed significant

catalytic activity in many reactions: (Falcon et al., 2001; Lee et al., 2001; Rivas et al., 2006). In these reactions, the catalytic properties of perovskites depend on the phase and surface composition, structural defects, and the mobility of surface and bulk oxygen. In this regard, of great interest is the study of composite catalysts with a special microstructure, consisting of various perovskite-like phases.

Materials and basic methods

In this work, the goal was to obtain Co-containing catalysts with a perovskite type structure by hydrothermal coprecipitation in the presence of a soft template. Because, soft templates have broad prospects for use in the synthesis of nanomaterials due to their ease of use and the absence of the need for special removal of the template (Rivas et al., 2006). On the other hand, the operation of the soft template is based on the properties of the micelle, which forms the boundary between the surfactant and the deposited substance in the solvent medium. The most common representatives of soft templates are surfactants, polymers, and monosaccharides. In these work used organic reducing agents based on soft templates, D-glucose, D-fructose, D-galactose

Discussion

Samples were prepared using soft templates: D-glucose (LCO-Glucose), D-fructose (LCO-Fructose) and D-galactose (LCO-Galactose). To do this, 0.03 mol of lanthanum nitrate and 0.04 mol of cobalt nitrate were dissolved in 40 ml of water, then 0.027 mol of the monosaccharide was added to the salt solution. Separately, 60 ml of 4 M sodium hydroxide solution was prepared in a polypropylene beaker. Next, the salt solution with a soft template was added dropwise to the sodium hydroxide solution. Then, 15 ml of 5.4 M nitric acid was added dropwise to the solution in the beaker, and the resulting suspension was stirred on a magnetic stirrer for 2 hours. A polypropylene beaker with a gel-like mixture was tightly closed with a lid and placed in an oven at 100°C for 24 hours. At the end of the synthesis, the brown suspension was washed with 2 liters of hot water on a filter and dried under an infrared lamp. The resulting powders were calcined in a muffle furnace at a temperature of 300°C for 3 hours, then at a temperature of 700°C for 4 hours (Massalimova et.al., 2022).

]. The catalyst products formed as a result of calcination were finely ground on a porcelain bowl. The heat treatment program was chosen based on the results of thermal analysis, which showed that soft organic templates and their residues decompose at a temperature of about 360°C.

The chemical analysis of the cation composition of the samples was carried out by atomic emission spectroscopy (AES) on a Perkin Elmer Optima 4300 DV instrument.

Thermal analysis (TS) of dry samples was carried out in air and in a flow of a mixture of argon and hydrogen of 40 ml/min at a heating rate of 10 deg/min to determine the heat treatment temperature. The study was carried out on a Netzsch STA-409 thermograph.

The phase composition of the samples was determined by X-ray phase analysis on a D-8 diffractometer (Bruker) by scanning 0.050-point intervals in the 2θ angle range from 20° to 80° using Cu-K α radiation.

The studies were carried out by scanning with a step of 0.02–0.05 deg 2θ and a simultaneous accumulation time of 5 s at points, the accuracy of measuring the angle $\Delta\theta = 0.01 \div 0.020$, the interfacial distance $\Delta d \sim 10\text{--}3 \text{ \AA}$.

According to XRD data (Fig. 1), the obtained samples contain predominantly the LaCoO_3 perovskite phase (JCMD PDF2 00-025-1060) with a small admixture of the Co_3O_4 phase (JCMD PDF2 00-009-0418).

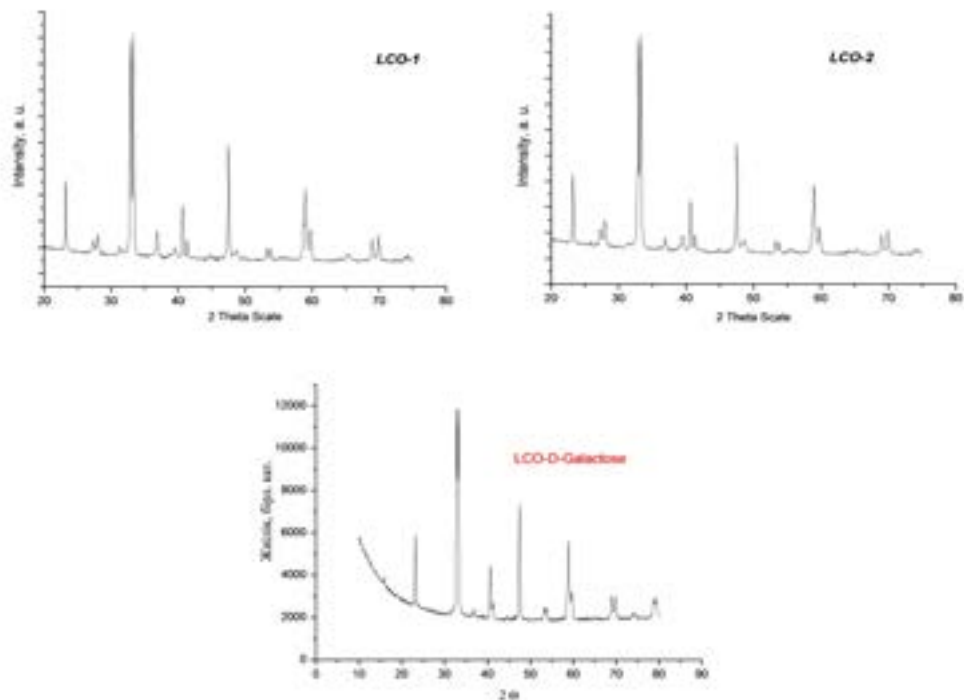


Fig. 1. Diffractograms of samples after heat treatment at 700°C.

Table 1 presents the chemical and phase composition of the catalyst samples. The results of elemental analysis show that the amount of cobalt and lanthanum in the calcined samples does not differ significantly from the theoretically calculated one. Therefore, the difference between the theoretical and experimental composition of the catalysts can be explained with losses in catalyst preparation.

Table 1. The chemical and phase composition of the samples

	Chemical composition, % w		Phase composition, % w	
	La	Co	LaCoO_3	Co_3O_4
LCO-Glucose	42.9	37.2	74,6	25,4
LCO-Galactose	43.0	32.9	79,2	20,8
LCO-Fructose	43.4	34.0	78,3	21,7

The heat treatment program was chosen based on the results of thermal analysis, which showed that soft organic templates and their residues decompose at a temperature of about 360°C. For this reason, the first stage of heat treatment was modified to avoid

severe burning of the sample. On fig. 2 shows the thermal analysis curves of the new precursor obtained in the presence of soft templates when heated to 900°C.

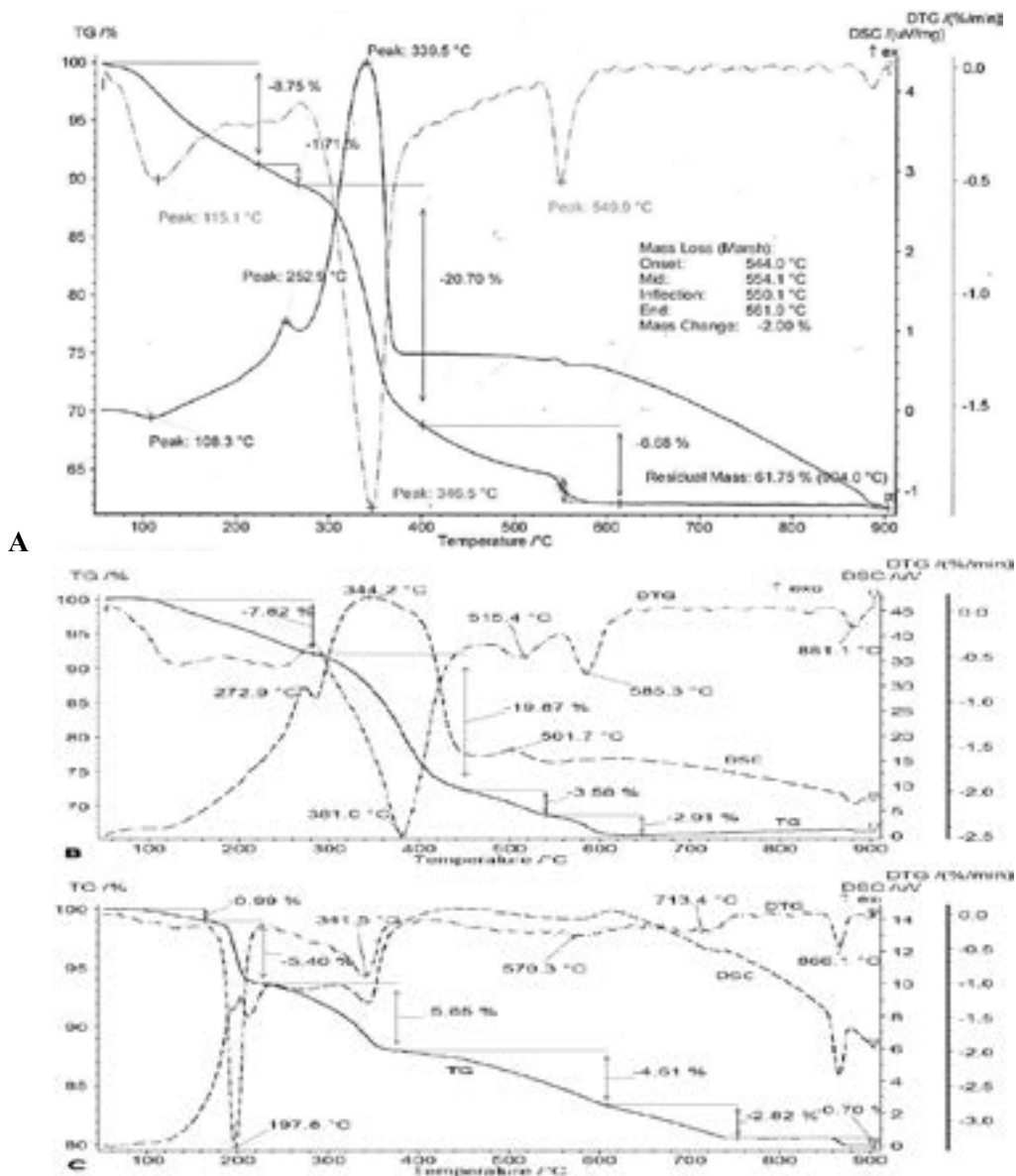


Fig. 2. Thermal (DTA/TG) analysis of samples (in air). A) LCO-Glucose, B) LCO-Fructose

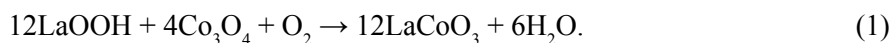
Thermal analysis of co-deposition samples in air is shown in Fig. 2. The main difference between the models lies in the diversity of organic template destruction in the case of hydrothermal synthesis.

At the stage up to 200°C, adsorbed and weakly bound water is destroyed; at 250°C, part of the lanthanum cations passes into the LaOHCO_3 phase; At a temperature of 500–

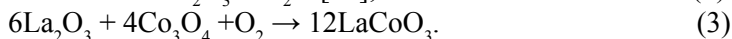
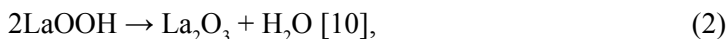
610°C, the destruction of residual hydroxyl groups occurs, the decomposition of the precursor phase is completed, and the necessary perovskite phase LaCoO_3 is formed.

The formation of a surface film of lanthanum oxycarbonate $\text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3$ is a characteristic phenomenon of the synthesis of lanthanum-containing perovskites in the presence of CO_2 or carbonates in the solid phase in the gas phase. This is due to the presence of thermodynamically stable phases LaOHCO_3 up to 520°C and $\text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3$ up to 900°C than $\text{La}(\text{OH})_3/\text{LaOOH}$ and La_2O_3 , respectively. In this case, the thermodynamically more favorable perovskite phase LaCoO_3 is formed in the bulk of the sample particles. The minimum thermal effect is observed in the sample obtained using fructose, which is explained by the small surface area and the small amount of the $\text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3$ phase. This layer is formed during the decomposition of the LaOHCO_3 phase at 510°C, which is most likely formed in the starting compound during synthesis. In the results of thermal analysis of samples obtained using glucose and fructose, there is no stage of dehydration to $\text{Co}(\text{OH})_2$ oxide, and at temperatures of 300–400°C, a significant weight loss is observed. During synthesis, the presence of an excess of NO_3^- anions in the solution should have ensured the complete destruction of the templates, but this did not happen, which may be due to the strong binding of the template and its oxidation products to metal cations. In addition, the spatial structure of the initial template and its oxidation products can affect the arrangement of lanthanum and cobalt cations in the precursor compound, as well as the textural characteristics of the synthesized samples. The difference in temperature effects on glucose and fructose may be due to a short-term violation of the homogenization of lanthanum and cobalt cations due to the difference in precipitation in the precursor compounds, which leads to the formation of two phases containing individual cobalt and lanthanum.

It should be noted that the obligatory condition for the formation of the perovskite structure during the heat treatment of the precursor is the homogenization of the precursor compounds. For this reason, as shown in the work, the preparation of perovskites by precipitation of cations together with carbonates does not provide a uniform distribution of cations in the initial compound. As a result of heat treatment of the obtained precursor compound, a mixture of phases of perovskite LaCoO_3 , lanthanum oxide La_2O_3 , lanthanum oxocarbonate $\text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3$, and cobalt oxide Co_3O_4 is formed. In the case of a sample based on fructose, the assumption of the formation of two mixed phases with cobalt and lanthanum, which is not visible in other samples, is confirmed by the observation of the thermal effect of the decomposition of lanthanum carbonate in this sample. Also, the formation of the perovskite structure in this sample requires the highest temperature, ~580°C, which is associated with high energy consumption for rearrangement of the crystal structure. On the contrary, no splitting of the homophase is observed in the sample based on glucose: the formation of the LaCoO_3 perovskite structure is completed in one stage at a temperature of 550°C:



For a sample based on fructose, two stages of formation of the perovskite structure are observed. In addition, the second effect is associated with two processes:



Conclusion

The analysis results showed that the catalyst samples have a perovskite structure and all reflections belong to LaCoO_3 , and the 36.9° reflection belongs to Co_3O_4 . In addition, the practical results obtained from the chemical analysis of the sample showed that they are consistent with theoretical calculations. As a result of thermal analysis, it was shown that in the precursor sample at a temperature of $500\text{--}610^\circ\text{C}$, the destruction of residual hydroxyl groups occurs, the decomposition of the precursor phase is completed, and the necessary phase of LaCoO_3 perovskite is formed. In conclusion, it was shown that Co-containing catalysts synthesized by co-precipitation in the presence of organic monosaccharides under mild hydrothermal conditions have a perovskite structure.

REFERENCES

Falcon H., Carbonio R.E., Fierro J.L.G., 2001 — *Falcon H., Carbonio R. E., Fierro J. L. G.* Correlation of Oxidation States in $\text{LaFeNi}_{1-x}\text{O}_3$ Oxides with Catalytic Activity for H_2O_2 Decomposition. *J. Catal.* 203. Pp. 264–272. (in Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1006/jcat.2001.3351>

Jetpisbayeva G.D., Massalimova B.K., Dokuchits E.V., Muratbaykyzy S., 2021 — *Jetpisbayeva G.D., Massalimova B.K., Dokuchits E.V., Muratbaykyzy S.* Preparation of perovskite structured catalysts based on monosaccharides [Моносахаридтердің қатысында перовскит құрылымды катализаторларды алу] // Proceedings of the XI international union Congress on Chemistry and Chemical technology. Almaty, November. 2021. Pp. 153–154.

Lee Y., Lago R. M., Fierro J. L. G., González J., 2001 — *Lee Y., Lago R. M., Fierro J. L. G., González J.* Hydrogen peroxide decomposition over $\text{Ln}_{1-x}\text{AxMnO}_3$ ($\text{Ln} = \text{La}$ or Nd and $\text{A} = \text{K}$ or Sr) perovskites. *Appl. Catal. A.* 215. Pp. 245–256. (in Eng.). DOI: [https://doi.org/10.1016/S0926-860X\(01\)00536-1](https://doi.org/10.1016/S0926-860X(01)00536-1)

Rivas F.J., Carbajo M., Beltra'n F.J. et al., 2006 — *Rivas F.J., Carbajo M., Beltra'n F.J. et al.* Perovskite catalytic ozonation of pyruvic acid in water: Operating conditions influence and kinetics. *Appl. Catal. B.* 62. Pp. 93–103. (in Eng.). DOI: [https://doi.org/10.1016/S0926-860X\(00\)00506-8](https://doi.org/10.1016/S0926-860X(00)00506-8)

Sadykov V.A., Isupova L.A., Zolotarskii I.A. et al., 2000 — *Sadykov V.A., Isupova L.A., Zolotarskii I.A. et al.* Oxide catalysts for ammonia oxidation in nitric acid production: properties and perspectives. *Appl. Catal. A.* 204. Pp. 59–87. (in Eng.). DOI: [https://doi.org/10.1016/S0926-860X\(00\)00506-8](https://doi.org/10.1016/S0926-860X(00)00506-8)

Xie Y., 2016 — *Xie Y.* Review of Research on Template Methods in Preparation of Nanomaterials. *Journal of Nanomaterials.* Pp. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/2302595>

Zhang J., Li H., 2013 — *Zhang J., Li H.* Perovskite Crystallography, Chemistry and Catalytic Performance. New York: Nova Science Publishers Inc. ISBN: 978-1-62417-800-9.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2, Number 455 (2023), 151–163

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.171>

UDC 658.5

© **G.E. Orymbetova**^{1*}, **R.S. Alibekov**², **E.A. Gabrilyants**², **K.A. Urazbayeva**²,
M.K. Kassymova², **Z.I. Kobzhasarova**², 2023

¹South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Kazakhstan;

²M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: orim_77@mail.ru

APPLICATION OF HACCP SYSTEM FOR THE MEAT-PLANT PASTE PRODUCTION

Orymbetova Gulbagi Emitovna — candidate of technical science, associate professor. South Kazakhstan Medical Academy. Faculty of Pharmacy. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: orim_77@mail.ru. ORCID:0000-0001- 8987-3366;

Alibekov Ravshanbek Sultanbekovich — candidate of chemical science, professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID:0000-0002-0723-3101;

Gabrilyants Eleonora Artyunovna — doctoral student. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: gabrilyants@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5568-5674;

Urazbayeva Klara Abdrazakovna — candidate of chemical science, professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: klara_abdrzak@mail.ru. ORCID:0000-0002-6922-5940

Kassymova Makhabat Kuandykovna — candidate of chemical science, professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: mahabbat_67@mail.ru. ORCID:0000-0002-4789-7148;

Kobzhasarova Ziba Isaakovna — candidate of technical science, associate professor. M. Auezov South Kazakhstan university. Textile and Food Engineering higher school. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: k.z.i@bk.ru. ORCID:0000-0001-5419-7484.

Abstract. Currently, one of the main tasks for the food producers is the food products production with moderate prices and high nutritional value. In this regard, in the meat processing industry are available various by-products that have possibilities for applying as the secondary raw materials. HACCP system principles in the production technology of combined meat and plant paste by using meat, liver and local raw materials is discussed in the presented work. As the plant additive a boiled and fried millet flour (tary — Kazakh national delicacy) was used. The application of the HACCP system by identification of the critical control points allows for the production of safe and high-quality food products at the international level. At the discovering of the hazardous factors, it is taken into account the following specifics: composition of meat-plant

paste, technological stages, food safety ensuring, etc. The analysis of the technological processes showed that the main hazard is a microbiological factor. As well, the chemical and physical hazardous are identified. The system of preventive and corrective actions in the case of occurrence of risks by stages of technological processes is proposed. The identified hazards in the meat-plant paste technology will minimize or completely reduce emergencies of production risks, as result, significantly affect product food safety. The main advantage in the HACCP system implementation is a guarantee of the food safety and improving of the producer's status on the market.

Keywords: emergency, food safety, food technology, meat by-products, HACCP

Financing: This study was carried out under the the financial support of the research project “Complex waste-free processing of agricultural raw materials of animal and vegetable origin” within the framework of Programme Targeted Funding of the Republic of Kazakhstan No. BR18574252.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

© Г.Э. Орымбетова^{1*}, Р.С. Алибеков², Э.А. Габрильянц², К.А. Уразбаева²,
М.К. Касымова², З.И. Кобжасарова², 2023

¹Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы, Шымкент, Қазақстан;

²М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан.

E-mail: orim_77@mail.ru

ЕТ-КӨКӨНІС ПАШТЕТТІ ӨНДІРУДЕ ХАССП ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУ

Орымбетова Гулбаги Эмитовна — техника ғылымдарының кандидаты, доцент. Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы. Фармация факультеті. Шымкент, Қазақстан

E-mail: orim_77@mail.ru. ORCID:0000-0001- 8987-3366;

Алибеков Равшанбек Султанбекович — химия ғылымдарының кандидаты, профессор. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID:0000-0002-0723-3101;

Габрильянц Элеонора Артюновна — докторант. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: gabrilyants@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5568-5674;

Уразбаева Клара Абдыразақовна — химия ғылымдарының кандидаты, профессор. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: klara_abdrzak@mail.ru. ORCID:0000-0002-6922-5940

Касымова Махабат Куандықовна — химия ғылымдарының кандидаты, профессор. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: mahabbat_67@mail.ru. ORCID:0000-0002-4789-7148;

Кобжасарова Зибә Исаховна — техника ғылымдарының кандидаты, доцент. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі. Шымкент, Қазақстан

E-mail: k.z.i@bk.ru. ORCID:0000-0001-5419-7484.

Аннотация. Ауруды төмендету, халықтың әлеуметтік және кәсіптік белсенділігін арттыру мақсатында жергілікті шикізаттан колжетімді азық-түлік өнімі,

тағамдық құндылығы жоғары ет-көкөніс паштетін өндіру технологиясы әзірленді. Тара ұны (қазақтың ұлттық дәмді тағам) өсімдік қоспасы ретінде пайдаланылды. Тамақ өндірісінде өнімнің жаңа түрлерін әзірлеу ғылыми зерттеулердің өзектілігін анықтайды, атап айтқанда өнімнің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету саласында. Жұмыстың мақсаты — жаңа ет-көкөніс паштетін өндіру бойынша ХАССП жоспарын әзірлеу. ХАССП жүйесін қолдануы халықаралық деңгейде қауіпсіз және жоғары сапалы өнім шығаруды көздейді. Жұмыста ет-көкөніс паштетін өндірудегі өмірлік циклдің барлық кезеңдерінде бақылауды қамтамасыз ететін ХАССП жүйесі негізіндегі сыни бақылау нүктелерін зерттеу нәтижелері берілген. ИСО 22000 талаптарына сәйкес ет-көкөніс паштетін өндірудің технологиялық процесіне талдау жүргізіліп, сыни бақылау нүктелері анықталды. Қауіпті факторларды анықтау кезінде біз мыналарды ескердік: ет-көкөніс паштетінің құрамы, оны өңдеудің технологиялық процесі және т.б. Технологиялық процестердің операцияларын талдау негізгі қауіп микробиологиялық екенін көрсетті. Ет-көкөніс паштетін өндіру процесінде химиялық және физикалық сипаттағы ықтимал қауіпті факторлар да анықталады. Мониторинг әрбір бақылау пункті бойынша жоспарланған кезектілік бойынша жүргізілді. Технологиялық процестің кезеңдері бойынша тәуекелдер туындаған жағдайда алдын алу және түзету әрекеттерінің жүйесі ұсынылады. Ет-көкөніс паштетті өндірудегі анықталған қауіптер өндірістік тәуекелдердің туындауын барынша азайтады немесе толығымен азайтады, нәтижесінде өнімнің қауіпсіздігіне айтарлықтай әсер етеді. ХАССП жүйесін енгізу кезінде артықшылық компанияның мәртебесін жақсарту және қауіпсіз өнімдерге сенімді арттыру болып табылады.

Түйін сөздер: ет-көкөніс паштеті, сапа, тамақ қауіпсіздігі, ХАССП

Қаржыландыру: Бұл зерттеу «Мал және өсімдік тектес ауыл шаруашылығы шикізатын кешенді қалдықсыз қайта өңдеу» ғылыми-зерттеу жобасы бойынша жүргізілді. Қазақстан Республикасының Нысаналы қаржыландыру бағдарламасы аясында қаржыландырған (Грант № BR10262555).

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

© Г.Э. Орымбетова^{1*}, Р.С. Алибеков², Э.А. Габрильянц², К.А. Уразбаева²,
М.К. Касымова², З.И. Кобжасарова², 2023

¹ Южно-Казахстанская медицинская академия, Шымкент, Казахстан;

² Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

E-mail: orim_77@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ХАССП СИСТЕМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСОРАСТИТЕЛЬНОГО ПАШТЕТА

Орымбетова Гулбаги Эмитовна — кандидат технических наук, доцент. Южно-Казахстанская медицинская академия. Факультет фармации. Шымкент, Казахстан

E-mail: orim_77@mail.ru. ORCID:0000-0001- 8987-3366;

Алибеков Равшанбек Султанбекович — кандидат химических наук, профессор. Южно-

Казахстанский университет им. М.Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Казахстан

E-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID:0000-0002-0723-3101;

Габрильянц Элеонора Артюновна — докторант. Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Казахстан

E-mail: gabrilyants@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5568-5674;

Уразбаева Клара Абдыраховна — кандидат технических наук, профессор. Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Казахстан

E-mail: klara_abdrzak@mail.ru. ORCID:0000-0002-6922-5940;

Касымова Махабат Куандыковна — кандидат химических наук, профессор. Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Казахстан

E-mail: mahabbat_67@mail.ru. ORCID:0000-0002-4789-7148;

Кобжасарова Зибя Исаховна — кандидат технических наук, доцент. Южно-Казахстанский университет имен М.Ауэзова. Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии. Шымкент, Казахстан

E-mail: k.z.i@bk.ru. ORCID:0000-0001-5419-7484.

Аннотация. В настоящее время одной из основных задач производителей продуктов питания является производство продуктов питания с умеренными ценами и высокой пищевой ценностью. В связи с этим в мясоперерабатывающей промышленности имеются различные субпродукты, имеющие возможности для использования в качестве вторичного сырья. В представленной работе рассмотрены принципы системы ХАССП в технологии производства комбинированных мясорастительных паштетов с использованием мяса, печени и местного сырья. В качестве растительной добавки использовалась вареная и обжаренная пшеничная мука (тары — казахское национальное лакомство). Применение системы ХАССП путем определения критических контрольных точек позволяет производить безопасные и качественные продукты питания на международном уровне. При выявлении опасных факторов учитываются следующие особенности: состав мясорастительного паштета, технологические этапы, обеспечение безопасности пищевых продуктов и др. Анализ технологических процессов показал, что основную опасность представляет микробиологический фактор. Также определены химические и физические опасности. Предложена система предупреждающих и корректирующих действий при возникновении рисков по стадиям технологических процессов. Выявленные опасности в технологии мясных паштетов позволят минимизировать или полностью снизить аварийные производственные риски, как следствие, существенно повлиять на пищевую безопасность продукта. Основным преимуществом внедрения системы НАССР является гарантия безопасности пищевых продуктов и повышение статуса производителя на рынке.

Ключевые слова: мясорастительный паштет, качество, пищевая безопасность, ХАССП

Финансирование: Данное исследование выполнялось согласно научно-исследовательского проекта «Комплексная безотходная переработка сельскохозяйственного сырья животного и растительного происхождения» в рамках Программы целевого финансирования № BR18574252.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction

Technology production meat-plant pastes of new generation ensures rational use of secondary meat raw materials and designed to reduce growth of morbidity, increase social and professional activity of the population. Various vegetable components with a high content of proteins and dietary fibers are using as binding ingredient. With introduction of herbal additives, texture, also flavor and aroma characteristics of the finished product improves.

As additive can use not only wheat flour, but also other types of flour, such as tary flour (Kazakh national delicacy). Tara groats are very useful for the human digestive system, this is hand-processed millet, technological process of which is very difficult. Tary cereal contains a large amount of fiber, which binds fats and toxins, and then removes them from the intestines. Tary contain about 11–15 % protein and about 5 % fat, which contain lecithin — substance that promotes better protein absorption (caloricizer). Also, composition of talkan includes lignin, which removes excess cholesterol and bile acids from the body, bioflavonoids, which are strong antioxidants and have positive effect on the immune and endocrine systems of the body. Bioflavonoids prevent the formation of tumors (including cancer), helps to cleanse body of toxic substances, take an active part in cell regeneration, and catalysts for many biological processes. Tary contains B vitamins, which are antidepressants and vitamins of youth, have positive effect on memory and condition of the skin and hair (including nails), amino acids alanine and cysteine, which restore hair structure and regulate the secretion of sebum. The lack of these amino acids is cause of hair loss and brittleness, avenanthramides, which prevent the formation of plaques on the walls of blood vessels, protect against clogging of the arteries. From macro- and microelements, cereals are especially rich in silicon, fluorine, iron, manganese, magnesium, copper (Vershina et al., 2012; Yanova et al., 2015).

Appearance and quality of raw materials, methods, technologies and conditions of production, packaging, transportation and storage have the most significant impact on the formation and preservation of the quality of food products.

Production of safe food products is determined by the degree of purity and good quality of raw materials. Food products may contain many harmful contaminants with carcinogenic, mutagenic, teratogenic, and immunosuppressive effects.

The content of contaminants in food products sometimes leads to death, and contaminated food products impair immunity, body's defenses, cause changes in heredity and lead to diseases. In many cases allergic, oncological, cardiovascular and other dangerous diseases occur as result of violation of biochemical reactions in the body, mainly caused by use of poor-quality food [Fred, Fung et al., 2018; ISO 22000–2018, Dunchenko, 2008; Diyarov et al., 2022).

Effective quality management of the production meat-vegetable paste, based on the principles HACCP - an important direction, and will achieve stable and high quality, safety, that in currently is main component of the production of any food product.

The object of the study is the technological process for the production of high-quality and safe meat-vegetable paste.

The subject of research is HACCP methodology in relation to the production of new meat-vegetable paste.

The goal of the work is to ensure quality and safety of products with using principles HACCP at development of new meat-vegetable paste.

To achieve this goal, it is necessary to solve the following research tasks:

- identification of critical control points of technological process for production meat-vegetable paste;
- development of corrective measures to ensure the safety of manufactured products;
- development of recommendations on the organization and distribution of responsibility for corrective actions.

The HACCP system helps to prevent occurrence of hazards at early stage of food production and based on preventive approach to ensuring quality and safety during production process, and can also be used in the development of new types of products.

Use new types of raw materials and technologies in food production determines the relevance of scientific research, namely in the field of ensuring quality and safety of products. The application of the HACCP system serves as guarantee of quality and food safety at the international level.

As result, percentage of implementation HACCP should be 100 % for all food criteria, from field to table. The implementation of HACCP system means continuous application of accounting, monitoring, corrective actions consistent with HACCP plan (Kasza et al., 2022; News, 2018). The ongoing maintenance of an effective HACCP system depends on timely scheduled verification activities. In general, food safety takes into account origin of food, this includes agricultural practices, hygiene, food labeling, pesticide residue content, import and export verification procedures, and food certification systems (Kasza et al., 2022; News, 2018).

According to the HACCP system, hazards are divided into biological, chemical and physical. Chemical factors that threaten human health include hazards from chemical compounds that enter products during preparation, transportation or improper storage. These include: toxic elements, pesticides, dioxins, antibiotics, chemicals (cleaners and detergents), diarrhoeic shellfish poisoning (DSP), ciguatoxin, paralytic shellfish poisoning (PSP), shellfish toxins, mushroom toxins, allergens, scombrototoxin (histamine), cyanogenic glycosides, etc. (Morya et al., 2022; Rather et al., 2017). Physical hazard for health can occur when foreign objects from the external environment enter the finished products. These include solids: hair, plastics, jewelry, metals, fingernails, etc. (Bushra et al., 2022; Sarker et al., 2017). Biological hazards include: pathogenic microorganisms (*Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, *Listeria*, *Vibrio cholerae*, *Cronobacter spp.*, etc.), viral pathogens (such as Enterovirus, Hepatitis A, Norovirus, Rotavirus, etc.), parasitic pathogens (such as *Cryptosporidium*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia*, *Trichinella*, etc.), also rodents and insects. For reproduction, microorganisms need moisture, nutrient medium, room temperature and time. These factors are present in most foods [Atambayeva et al., 2022; Bosch et al., 2018; Ceylan et al., 2021; Alibekov, 2019).

HACCP plan is list of control measures necessary to maintain safety of production processes, which created based on analysis of the main critical points. This is basic document on the basis of which management systems for ensuring food safety are

established and implemented. They involve identification and elimination of biological, chemical and physical risks at all production stages (Fred, Fung et al., 2018; ISO 22000–2018; Dunchenko, 2008).

Goals of development and implementation of HACCP (Fred, Fung et al., 2018; ISO 22000–2018; Dunchenko, 2008):

Minimizing risks, associated with production of food products, sale, storage, movement and disposal of food (including raw materials, semi-finished products, finished products, etc.).

Management, control, protection of production processes from various types of risks and hazards.

Market promotion within country, abroad.

The plan development process includes the following steps (Fred, Fung et al., 2018; ISO 22000–2018; Dunchenko, 2008):

organization of group that will deal with HACCP-plan;

analysis of raw materials and final product;

defining how the product should and can be used;

creation of a flow diagram of the technological process and its confirmation;

assessment of potential risks;

finding and defining critical control points;

establishment of critical limits for each control point;

creation of monitoring system for control points;

preparation of corrective actions;

development of verification procedures;

preparation of accounting and control documentation.

HACCP plan development team should include specialists who have deep technological knowledge, and also understand related areas (veterinary medicine, general chemistry and biology, technology and food safety, legislation).

Stage of identifying potential hazards and risks is one of the most important in the process of creating plan. Team members should be well aware of the risks and threats that exist today, also methods to overcome them. The following situations are potentially dangerous (Fred, Fung et al., 2018; ISO 22000–2018; Dunchenko, 2008; Diyarov, 2022):

launch of new product and use of new raw materials;

technology adjustment;

equipment replacement or upgrade.

Serious risks are identified at these and other stages, team should develop operational countermeasures. The most important step is definition of critical control points. This is name of the stages with a high risk of errors, failures, violations and deviations from technology. Due to the complexity of the process or properties of the raw materials, they require special attention, and task of the group is to reduce their number to minimum.

For each critical point, criteria for the acceptability and inadmissibility of specific biological, chemical and physical parameters should be developed. Points must be under constant control. This can be both continuous monitoring and periodic verification

activities. In case of deviation from the specified parameters, corrective action plan is created. It is recommended to include the following items:

- establishing causes of critical situation;
- selection method of disposal defective products;
- documenting actions taken.

The final stages of the HACCP plan are determination of procedures for its verification (validation), also creation of documentation for all its points and the implementation of control measures. The important documents of the plan are following (Fred, Fung et al., 2018; ISO 22000–2018; Dunchenko, 2008; Diyarov, 2022; Kasza et al., 2022):

- order to create HACCP group;
- block diagram of the technological process;
- description of raw materials, finished products and packaging;
- protocol selection monitoring method and control procedures;
- list of responsible specialists.

In the Republic of Kazakhstan there are standards for ensuring quality and safety of food products, such as ST RK 1179–2003 “Quality systems, HACCP principles for food products quality management. General requirements”, and ST RK ISO 22000–2019 “Food safety management systems. Requirements for organizations involved in the creation of food products”, which ensure the implementation of the HACCP plan in enterprises, Technical regulations of the Customs Union (TR CU), which establish requirements for food products, production processes, storage, transportation, distribution and disposal. Requirements for all organizations in the food production and consumption chain”, which ensure implementation HACCP plan at enterprises, the Technical Regulations of the Customs Union (CU TR), which establish requirements for food products, production processes, storage, transportation, distribution and disposal. In TR CU 021/2011 “Food Safety” for the first time establishes requirement which provides that manufacturer, when implementing production processes, consistent with established food safety requirements, obliged to create, introduce and promote procedures based on the principles of HACCP.

Materials and methods

Generally accepted standard research methods were used in the performance of the work. Development HACCP plan was carried out in accordance with ISO 22000. CCP for each type of raw material used, also for all stages included in the flowchart of production process, was determined using the Decision Tree method (ISO 22000–2018; Dunchenko, 2008).

Risk probability was assessed in points according to the criteria given in Table 1.

Table 1. Criteria for assessing probability of risk

Criterion	Probability score
Probability of dangerous factor is practically absent	1 score
Low probability of hazardous factor	2 score
Significant probability of a hazardous factor	3 score
High probability occurrence of hazardous factor	4 score

Guided by this algorithm, possible to fully assess probability realization of each identified potential hazard with subsequent risk analysis by hazard (Dunchenko, 2008; Diyarov, 2022; Kasza et al., 2022). Risk analysis for each potentially dangerous factor was carried out taking into account probability of the factor and severity of its consequences according to the risk analysis diagram. Use of risk analysis diagram when managing quality of the production of new type of meat-vegetable paste makes it possible to identify potentially hazardous factors at its production, which must be taken into account in the future when determining CCP (Kasza, 2022; News, 2018; Morya et al., 2022; Rather et al., 2017).

Research results and discussion

At the first stage of research, initial information on the production of meat-vegetable paste was collected and scheme of the production process was drawn up (Fig.1).

After receiving raw meat, its preparation is carried out according to traditional technology: beef liver is cleaned from films, large blood vessels are removed, then lymph nodes, beef meat and liver are washed in water. Preliminary heat treatment of liver and beef meat of the 2nd grade is carried out until structures are softened. Then crushed on cutter for 5-8 minutes, where boiled carrots, onions sautéed in sunflower oil, beef broth, spices, garlic and salt are added to paste mass according to the recipe, then minced meat components are mixed. Additionally, before mixing, hydrated tary flour is added to the minced meat in the ratio of flour and water 1:3 for 3 hours.

As vegetable oil, proposed to use sunflower oil, which is rich by polyunsaturated fatty acids, including linolenic acid, that is ω -3 fatty acid, and also contains vitamins such as E and B4.

At second stage of the research, probability of the implementation of each hazardous factor was assessed.

At the third stage of research, CCP of the raw materials used and at all stages of the technological process for the production of meat-vegetable paste were determined. An assessment was made of probability implementation of hazardous factor and, in addition, at this stage of the research, subsequent risk analysis was carried out for each potentially hazardous factor. The risk analysis was assessed taking into account probability of occurrence factor and severity of its consequences. Thus, as result of the analysis hazardous factors and risks for each potentially dangerous factor, list of potential hazards taken into account in production was compiled. The identified hazards in production of new type meat-vegetable paste will minimize or completely reduce occurrence of production risks, which will drastically affect safety of research object. В результате проведенных исследований были выявлены ККТ. As result of conducted research, CCPs were identified. Critical control points in the production of new type meat-vegetable paste are shown in table 2.

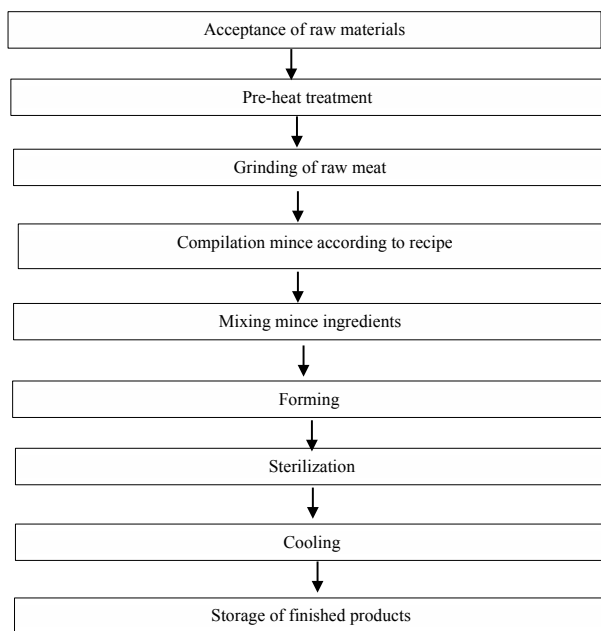


Fig. 1. Scheme of production process meat-vegetable paste

Table 2. List of hazardous factors in technological process of production meat-vegetable paste

№	Name of the technological operation	Name of control points	Considered hazard	Responsible for control and execution
1	Acceptance of raw materials	CCP 1	Microbiological and chemical. There is danger of not eliminating hazards with insufficient heat treatment	Head of laboratory
2	Pre-heat treatment	PPM	Microbiological. Incomplete destruction of microflora, but they are destroyed during further heat treatment.	Technologist
3	Grinding of raw meat	PPM	Microbiological and physical. Possibility of microbial growth, but they are destroyed during heat treatment. Foreign impurities are removed using magnesium traps	Technologist
4	Compilation of minced meat according to the recipe	CCP 2	Microbiological. If temperature regime and the duration of exposure are not observed, also if salt concentration is not observed, too much growth of microorganisms may occur that cannot be eliminated at the stage of heat treatment, which can lead to product spoilage	Technologist
5	Mixing mince ingredients	CP 1	Microbiological and physical. Growth of microorganisms and ingress of foreign matter. Compliance technological modes and parameters of mixing components. Good Hygiene and Manufacturing Practices	Technologist

6	Forming	PPM	Microbiological and chemical. Growth of microorganisms due to equipment downtime and detergent residues. Thorough cleaning of the equipment is required.	Technologist
7	Sterilization	CCP 3	Microbiological. Occurs with insufficient processing time, non-compliance with temperature. Requires compliance technological regime, personnel briefing	Technologist
8	Cooling	CP 2	Microbiological. Growth microorganisms with improper observance of the regimes. Carry out production control, conduct additional microbiological analyses. Removal of defective products	Technologist
9	Storage of packaging material	CP 3	Microbiological and chemical. Presence of chemicals, cross-contamination. Removal of inappropriate packaging.	Warehouse manager Head of workshop
10	Storage of finished products	PPM	Microbiological. Growth microorganisms in case of improper storage conditions. Removal of defective products. Warehouse control.	Warehouse manager

Preventive actions have been developed to control hazards. Preventive actions are also taken in cases that are not critical controls, but constant control over which is necessary, since if they are not sufficiently controlled, they can lead to failure of the technological process.

Preventive actions should include:

- compliance technological regimes;
- heat treatment;
- control over sanitary condition of the equipment;
- strict observance of the rules for operation of equipment and use of metal traps;
- good hygiene and production practice;
- increasing professional literacy and qualifications of employees responsible for the effectiveness of quality system.

It should be noted that in some cases number of preventive actions are necessary, for example, lowering pH and temperature for products with high acidity, in other cases, some hazards (e.g. pathogen infestation) can be eliminated by single preventive action, such as heat treatment.

Besides to preventive actions, corrective actions have been developed that are taken in case of violation of critical limits.

These include:

- supplier monitoring;
- verification of measuring instruments;
- equipment check;
- rejection or processing of non-conforming products, etc.

Conclusion

Based on the foregoing, following conclusion can be drawn that the HACCP plan is modern system for controlling quality and safety of finished products, which improves performance of enterprise.

HACCP system provides control at all stages of the life cycle in the production of meat-vegetable paste. At identifying hazardous factors, following were considered: composition of the meat-vegetable paste, technological process of its processing, etc. An analysis of the operations technological processes showed that main hazard is microbiological. In the process of production meat-vegetable paste, possible hazardous factors of chemical and physical nature are also identified. Monitoring was carried out according to the planned sequence for each control point. System of preventive and corrective actions is proposed in case of occurrence risks by stages of the technological process.

Thus, HACCP system gives the company competitive advantage in the food production market.

REFERENCES

- Alibekov R., Dabade S., Urazbayeva K., Orymbetova G.E., Alibekova Z., 2019 — Food safety and HACCP system in the physalis confiture production. Journal News of the academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Chemistry and Technology. Almaty. Vol. 4. № 436. Pp. 6–11. (2019)
- Atambayeva Z., Nurgazeyeva A., Rebezov M., Kazhibayeva G., Kassymov S., Sviderskaya D., Toleubekova S., Assirzhanova Z., Ashakayeva R., Apsalikova Z., 2022 — A risk and hazard analysis model for the production process of a new meat product blended with germinated green buckwheat and food safety awareness. *J. Frontiers in Nutrition*, 9. (2022)
- Bosch A., Gkogka E., Le Guyader F.S., Loisy-Hamon F., Lee A., van Lieshout L., Marthi B., Myrnel M., Sansom A., Schultz A.C., Winkler A., Zuber S. & Phister T., 2018 — Foodborne viruses: Detection, risk assessment, and control options in food processing. *International Journal of Food Microbiology*, 285. Pp. 110–128. (2018)
- Bushra A., Zakir H.M., Sharmin S., Quadir Q.F., Rashid M.H., Rahman M.S. & Mallick S., 2022 — Human health implications of trace metal contamination in topsoils and brinjal fruits harvested from a famous brinjal-producing area in Bangladesh. *Scientific Reports*. 12(1). (2022)
- Ceylan E., Amezquita A., Anderson N., Betts R., Blayo L., Garcés Vega F., Gkogka E., Harris L.J., McClure, P., Winkler A. & den Besten H.M.W., 2021 — Guidance on validation of lethal control measures for foodborne pathogens in foods. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. Pp. 50–57. (2021). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.1274>
- Diyarov A., Nursapina N., Matveyeva I. & Ponomarenko O., 2022 — Effect of food processing method on heavy metals content. *Chemical Bulletin of Kazakh National University*, 105(2). (2022). Pp. 14–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.15328/cb1247>
- Dunchenko N.I., 2008 — *Upravleniye kachestvom v otraslyakh pishchevoy promyshlennosti*. M.: ITC «Dashkov i Ko» [Quality management in the food industry]. M.: ITC "Dashkov and Co". (2008). - (In Rus.)
- Fred Fung, Huei-Shyong Wang, Suresh Menon, 2018 — Food safety in the 21st century. *Biomedical Journal*. Volume 41. Issue 2. (2018). Pp. 88–95
- ISO 22000–2018. Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain
- Kasza G., Csenki E., Szakos D. & Izsó T., 2022 — "The evolution of food safety risk communication: Models and trends in the past and the future". *Food Control*. N138. (2022)
- Morya S., Singh N. & Awuchi C.G., 2022 — Health hazards of food allergens and related safety measures. In *Environmental management technologies: Challenges and opportunities*. P. Chowdhary, V. Kumar & V. Hare Eds. New York. CRC Press. Pp. 99–114. (2022). <https://doi.org/10.1201/9781003239956-7>
- News F.S., 2018 — North Dakota confirms E. coli outbreak case; 26 states hit | food safety news. *Food Safety News*. (6 May, 2018)

Rather I.A., Koh W.Y., Paek W.K. & Lim J., 2017 — The sources of chemical contaminants in food and their health implications. *Frontiers in Pharmacology*, 8, 830. (2017)

Sarker M.S., Quadir Q.F., Zakir H.M., Nazneen T. & Rahman A., 2017 — Evaluation of commonly used fertilizers, fish and poultry feeds as potential sources of heavy metals contamination in food. *Asian-Australasian J. Food Saf. Sec.* 1(1). Pp.74–81. (2017). <https://doi.org/10.3329/aajfss.v1i1.55764>

Vershinina A.G., Kalenik T.K., Samchenko O.N., 2012 — Razrabotka myasorastitel'nykh pashtetov dlya zdorovogo pitaniya. *Zh. Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Development of meat and vegetable pastes for healthy diet. *J. Technique and technology of food production*]. No. 9414 (2012). Pp. 65–70 - (In Rus.)

Yanova, M.A., Kolesnikova N.A., Muchkina E.Ya., 2015— Study of millet and products of its processing. [Issledovaniye prosa i produktov yego pererabotki]. *Bulletin of KrasSAU*. No. 11. (2015). Pp. 130–135. - (In Rus.)

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 2. Number 455 (2023), 164–176

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.172>

UDC 556.11 (075.8)

IRSTI 31.19.00

© **S.O. Sadikaliyeva**^{1,2}, **S.D. Satybaldinova**^{1*}, **Z.D. Yershebulov**^{1,2}, **E.V. Fokina**³,
K.A. Shorayeva², 2023

¹Otarbiopharm LLP, Zhambyl region, Kordaysky district;

²Scientific Research Institute of Biological Safety Problems of the Ministry of healthcare of the Republic of Kazakhstan (RIBSP of the Ministry of healthcare of the Republic of Kazakhstan);

³Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Biomedical Systems and Biotechnologies.

E-mail: satybaldinovasymbat@gmail.com

CHEMICAL ANALYSIS OF WATER USED IN THE PRODUCTION OF BIOLOGICAL PRODUCTS

Sadikaliyeva Sandugash Orazbekovna — Senior researcher, Laboratory for control of technology and biopreparations, RIBSP MH RK, Head of Quality control Department, LLP «OtarBioPharm»

E-mail: sadikalieva86@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4953-3628;

Satybaldinova Symbat Dauletkyzy — Acting Head of the Chemical Control Laboratory, LLP «OtarBioPharm»

E-mail: satybaldinovasymbat@gmail.com. ORCID: 0000-0002-8112-5360;

Yershebulov Zakir Dzhaparovich — Candidate of veterinary sciences, Senior researcher, Laboratory for technologies of cultivation of microorganisms, RIBSP MH RK, General manager of LLP «OtarBioPharm»

E-mail: ershebulov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8165-8298;

Fokina Elizaveta Valerievna — master student of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Biomedical Systems and Biotechnology, Higher School of Biotechnology and Food Production

E-mail: elizabeth_fox@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1154-7883;

Shorayeva Kamshat Abitkhanovna — Ph.D., Head of Laboratory for control of technology and biopreparations, RIBSP MH RK

E-mail: k.a.shorayeva@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8777-8453.

Abstract. This work shows a chemical analysis of various types of water used in pharmaceutical production in terms of hydrogen ion concentration (pH), electrical conductivity, anion and cation content, and content of organic and inorganic carbon compounds. Based on the results obtained, two diagrams of the dependence of pH and electrical conductivity on temperature were constructed. As the temperature rises, the pH values for tap, purified, injection and deionized water decrease and the electrical conductivity values increase. Water samples were analyzed by capillary electrophoresis (CE), and electrophoregrams (EPG) of tap water were obtained, on which the following

ions were detected: Na^+ (107.2 mg/dm³), Mg^{2+} (18.00 mg/dm³), Ca^{2+} (42.40 mg/dm³), NO_2^- (47.35 mg/dm³), NO_3^- (237.0 mg/dm³), F^- (6.980 mg/dm³), PO_4^{3-} (3.205 mg/dm³). Also, Phosphate ions were found in purified water at 0.788 mg/dm³. No ions were found in samples of deionized and injection water. Using the TOC-L analyzer, the concentration of total carbon in tap, purified, deionized and injection water was determined and amounted to 28.16 mg/l, 0.3289 mg/l, 0.1833 mg/l, 0.06446 mg/l, respectively. Thus, the chemical analysis of water samples according to these indicators shows the suitability of using these waters on the production line.

Keywords: Hydrogen ion concentration, electrical conductivity, organic and inorganic carbon compounds, anions, cations

© С.О. Садикалиева^{1,2}, С.Д. Сатыбалдинова^{1*}, З.Д. Ершебулов^{1,2},
Е.В. Фокина³, К.А. Шораева², 2023

¹ОтарБиоФарм" ЖШС, Жамбыл облысы, Қордай ауданы;

²Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау министрлігінің Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты (ҚР ДСМ БҚПҒЗИ);

³Ұлы Петр Санкт-Петербург политехникалық университеті, Биомедициналық жүйелер және биотехнология институты.

E-mail: satybaldinovasymbat@gmail.com

БИОПРЕПАРАТТАР ӨНДІРУ ҮШІН СУДЫ ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Садикалиева Сандугаш Оразбековна — ҚР ДСМ БҚПҒЗИ технологияларды және биопрепараттарды бақылау зертханасының аға ғылыми қызметкері, "Отарбиофарм" ЖШС сапаны бақылау бөлімінің басшысы

E-mail: sadikalieva86@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4953-3628;

Сатыбалдинова Сымбат Дәулетқызы — "Отарбиофарм" ЖШС химиялық бақылау зертханасының басшысының міндетін атқарушысы

E-mail: satybaldinovasymbat@gmail.com. ORCID: 0000-0002-8112-5360;

Ершебулов Закир Жапарұлы — ветеринария ғылымдарының кандидаты, ҚР ДСМ БҚПҒЗИ микроорганизмдерді өсіру технологиялары зертханасының аға ғылыми қызметкері, "Отарбиофарм" ЖШС Бас директоры

E-mail: ershebulov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8165-8298;

Фокина Елизавета Валерьевна — Ұлы Петр Санкт-Петербург политехникалық университетінің магистранты, Биомедициналық жүйелер және биотехнология институты, Биотехнология және тамақ өндірісі жоғары мектебі

E-mail: elizabeth_fox@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1154-7883;

Шораева Камшат Абитхановна — медицина ғылымдарының кандидаты, технологиялар мен биопрепараттарды бақылау зертханасының меңгерушісі, ҚР ДСМ БҚПҒЗИ

E-mail: k.a.shorayeva@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8777-8453.

Аннотация. Бұл жұмыста сутегі иондарының концентрациясы (рН), электр өткізгіштігі, аниондар мен катиондардың құрамы және көміртектің органикалық және бейорганикалық қосылыстарының құрамы сияқты көрсеткіштер бойынша фармацевтикалық өндірісте қолданылатын әртүрлі су түрлеріне химиялық талдау берілген. Алынған нәтижелерге сәйкес рН пен электр өткізгіштіктің

температураға тәуелділігінің екі диаграммасы жасалды. Температураның жоғарылауымен ағынды, тазартылған, инъекциялық және деионизацияланған судың рН мәні төмендейді, ал электр өткізгіштік мәні артады. Капиллярлық электрофорез (КЭ) әдісімен су сынамасына талдау жүргізілді, су құбыры суының электрофореграммалары (ЭФГ) алынды, оларда мынадай иондар табылды: Na^+ (103,3 мг/дм³), Mg^{2+} (17,80 мг/дм³), Sr^{2+} (0,807 мг/дм³), Ca^{2+} (41,52 мг/дм³) NO_3^- (237,0 мг/дм³), NO_2^- (47,35 мг/дм³), F^- (6,980 мг/дм³), PO_4^{3-} (3,205 мг/дм³). Тазартылған суда PO_4^{3-} (0,788 мг/дм³) табылды. Деионизацияланған және инъекциялық су сынамаларында иондар табылған жоқ. ТОС-Л анализаторының көмегімен ағынды, тазартылған, деионизацияланған және инъекциялық судағы жалпы көміртектің концентрациясы анықталды және сәйкесінше 28.16 мг/л, 0.3289 мг/л, 0.1833 мг/л, 0.06446 мг/л, құрады. Осылайша, осы көрсеткіштер бойынша су сынамаларына жүргізілген химиялық талдау осы суларды өндірістік желіде пайдалануға жарамдылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: Сутегі иондарының концентрациясы, электрөткізгіштік, көміртектің органикалық және бейорганикалық қосылыстары, аниондар, катиондар

© С.О. Садикалиева^{1,2}, С.Д. Сатыбалдинова^{1*}, З.Д. Ершебулов^{1,2},
Е.В. Фокина³ К.А. Шораева², 2023

¹ТОО «ОтарБиоФарм», Жамбылская область, Кордайский район;

²Научно – исследовательский институт проблем биологической безопасности
Министерства Здравоохранения Республики Казахстан (НИИПББ МЗ РК);

³Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт
биомедицинских систем и биотехнологий.

E-mail: satybaldinovasymbat@gmail.com

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОПРЕПАРАТОВ

Садикалиева Сандугаш Оразбековна — старший научный сотрудник лаборатории контроля технологии и биопрепаратов, НИИПББ МЗ РК, руководитель отдела контроля качества ТОО «ОтарБиоФарм»

E-mail: sadikalieva86@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4953-3628;

Сатыбалдинова Сымбат Даулеткызы — исполняющий обязанности руководителя лаборатории химического контроля, ТОО «ОтарБиоФарм»

E-mail: satybaldinovasymbat@gmail.com. ORCID: 0000-0002-8112-5360;

Ершебулов Закир Джапарович — кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник технологии культивирования микроорганизмов, НИИПББ МЗ РК, генеральный директор ТОО «ОтарБиоФарм»

E-mail: ershebulov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8165-8298;

Фокина Елизавета Валерьевна — магистрант Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Институт биомедицинских систем и биотехнологий, Высшая школа биотехнологий и пищевых производств

E-mail: elizabeth_fox@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1154-7883;

Шораева Камшат Абитхановна — Доктор PhD, заведующая лабораторией контроль технологии и биопрепаратов, НИИПББ МЗ РК

E-mail: k.a.shorayeva@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-8777-8453.

Аннотация. В данной работе представлен химический анализ различных типов воды, используемых в фармацевтическом производстве по таким показателям, как концентрация ионов водорода (рН), электропроводимость, содержание анионов и катионов, и содержание органических и неорганических соединений углерода. По полученным результатам были построены две диаграммы зависимости рН и электропроводимости от температуры. При повышении температуры значения рН для водопроводной, очищенной, инъекционной и деионизированной воды уменьшаются, а значения электропроводимости увеличиваются. Проведен анализ проб воды методом капиллярного электрофореза (КЭ), получены электрофореграммы (ЭФГ) водопроводной воды на которых обнаружены следующие ионы: Na^+ (103,3 мг/дм³), Mg^{2+} (17,80 мг/дм³), Sr^{2+} (0,807 мг/дм³), Ca^{2+} (41,52 мг/дм³) NO_3^- (237,0 мг/дм³), NO_2^- (47,35 мг/дм³), F^- (6,980 мг/дм³), PO_4^{3-} (3,205 мг/дм³). В очищенной воде обнаружен PO_4^{3-} (0,788 мг/дм³). В пробах деионизированной и инъекционной воды ионов не было обнаружено. С помощью ТОС-Л анализатора была определена концентрация общего углерода в водопроводной, очищенной, деионизированной и инъекционной воде и составила 28.16 мг/л, 0.3289 мг/л, 0.1833 мг/л, 0.06446 мг/л, соответственно. Таким образом, проведенный химический анализ проб воды по данным показателям показывает пригодность использования этих вод на производственной линии.

Ключевые слова: концентрация ионов водорода, электропроводимость, органические и неорганические соединения углерода, анионы, катионы

Introduction

Water is widely used as raw material, ingredient, and solvent in processing and manufacturing processes, as well as a component in drug formulations, active pharmaceutical ingredients (APIs), intermediates, and analytical reagents (Hideharu, 2016: 203–214).

The term "water" is used to refer to drinking water freshly collected directly from a public water source and suitable for drinking. The water used in the pharmaceutical industry and related industries is divided into the following types: drinking water (suitable for drinking), purified water, purified sterile water, water for injection, sterile water for injection, bacteriostatic water for injection, sterile water for irrigation and sterile water for inhalation.

The chemical composition of drinking water is diverse, and the nature and concentration of impurities in it depend on the source from which it is taken (Maria, 2016: 724–733). For pharmaceutical use, drinking water is in most cases purified by distillation, ion exchange, reverse osmosis, or other processes suitable for the production of purified water (Cornelius, 2021: 6058). For a number of purposes, water that meets pharmacopoeia requirements other than those for purified water (for example, water for injection) is required.

Water is chemically stable in all of its physical states (ice, liquid and vapor). Water that has been treated at a pharmaceutical plant and enters the storage tank must meet certain requirements. The main task in the design and operation of the water storage

and distribution system is to prevent the deviation of its quality indicators from the permissible limit values. In particular, the storage and distribution system must protect the water from contamination by ions and organic molecules, which can lead to an increase in the electrical conductivity of water and an increase in its level of total organic carbon, respectively.

The purpose of this work was to assess the quality of water for production by such chemical parameters as the concentration of hydrogen ions (pH), electrical conductivity, the content of organic and inorganic carbon compounds, as well as the determination of the content of anions and cations.

Materials and methods:

Determination of pH. This indicator is determined by the potentiometric method, in accordance with the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan (SP RK), v. 1, p. 41.

Determination of electrical conductivity. The electrical conductivity is measured using a conductometer while simultaneously recording the temperature in accordance with the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan (SP RK), v.2, p. 165.

Determination of the amount of organic and inorganic carbon compounds. Works on the determination of limited and inorganic carbon compounds in the composition of water are carried out on the analyzer TOS-L according to the approved method of the manufacturer (Christian, 2002: 43–47).

Determination of the content of anions and cations. Works on the determination of anions and cations in the composition of water are carried out on capillary electrophoresis (CE) "KAPEL-105M" according to the approved method of the manufacturer (Fukushi, 2019: 1606).

Results

One of the main requirements for water, which is used in the production of biological products, is its pH, determined by the activity of hydrogen ions in the solution, which quantitatively expresses its acidity.

The analysis was carried out on different types of waters according to the SP RK, v. 1, p. 41. on a pH-meter MARK-901 with increasing temperature.

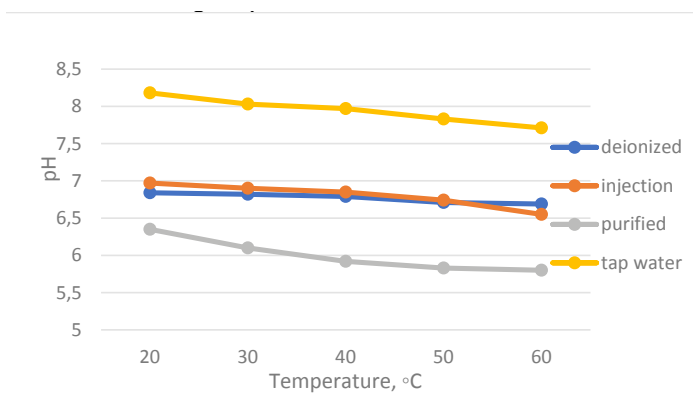


Fig. 1 - Dependence of pH on temperature

The results obtained, presented in Figure 1 in terms of pH for deionized, injection and purified water, are within the allowable values according to the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan (SP RK). The data in the diagram shows that as the temperature rises, the pH value decreases.

The second requirement for assessing water quality is its electrical conductivity, which is determined by the presence of charged particles in it. The determination of the electrical conductivity of various types of water was carried out in accordance with the SP RK, v.2, p. 165, using an ANION 4100 conductometer with increasing temperature.

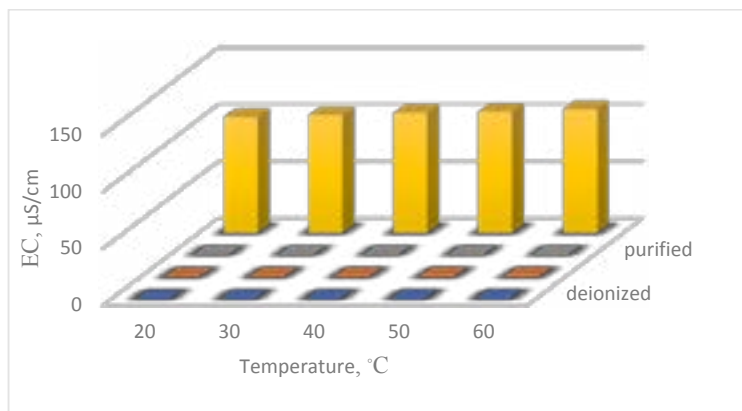
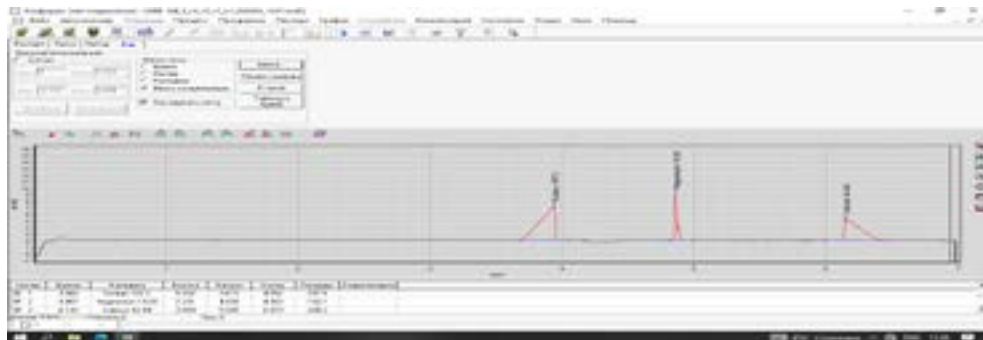


Fig. 2 - Dependence of electrical conductivity on temperature

Based on the obtained results of the conductometer, a diagram of the dependence of electrical conductivity on temperature was constructed (Fig. 2). As can be seen from Figure 2, the readings of the conductometer for all types of water are within the allowable values. For example, according to the requirement for injection water, the electrical conductivity is 1.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ at a temperature of $T = 20.0^\circ\text{C}$, while the result of the analysis showed 1.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. The results of the diagram clearly prove that with increasing temperature, the electrical conductivity of water increases.

The next analysis was the determination of the content of cations and anions in water using capillary electrophoresis "Kapel-105M", the results of which are presented below in the form of electrophoregrams (EPG) (Figure 3–4).



Number	Time	Component name	Height	Begin	End	Area	Concentration
1	3.965	Sodium	5.295	3.710	3.975	383.0	107.2
2	4.900	Magnesium	7.931	4.863	5.015	101.5	18.00
3	6.210	Calcium	3.395	6.192	6.565	262.6	42.40

Figure 3a - EFG of tap water (cations)

Number	Time	Component name	Height	Begin	End	Area	Concentration
1	2.320	Nitrite	6.588	2.260	2.352	69.03	47.35
2	2.493	Nitrate	28.412	2.450	2.548	295.8	237.0
3	2.617	Fluoride	2.718	2.590	2.670	36.50	6.980
4	2.845	Phosphate	0.797	2.832	2.893	6.897	3.205
5	3.110		6.395	2.980	3.253	280.3	



Figure 3b - EFG of tap water (anions)

The following cations were found on the EFG of tap water: sodium (107.2 mg/dm^3), magnesium (18.00 mg/dm^3), calcium (42.40 mg/dm^3) (Fig. 3a) and anions: nitrite (47.35 mg/dm^3), nitrate (237.0 mg/dm^3), fluoride (6.980 mg/dm^3), phosphate (3.205 mg/dm^3) (Fig. 3b). EPG of tap water (anions) also revealed an indefinite anion with an area of 280.3.



Number	Time	Component name	Height	Begin	End	Area	Concentration
1	2,972	Phosphate	0.309	2.950	2.998	1.697	0.7886

Based on the EPG data, no cations were found in purified water, while the presence of phosphate ions with a concentration of 0.7886 mg/dm³ is observed (Figure 4).

When receiving injection water by distillation of purified water, the phosphate ion found on the EPG of purified water and cations were absent.

When analyzing deionized water, ions (anions and cations) were also not detected.

The next parameter in assessing water quality was the determination of the amount of organic and inorganic carbons in water using the TOC-L analyzer, the results of which are presented in the form of graphs (Figure 5).

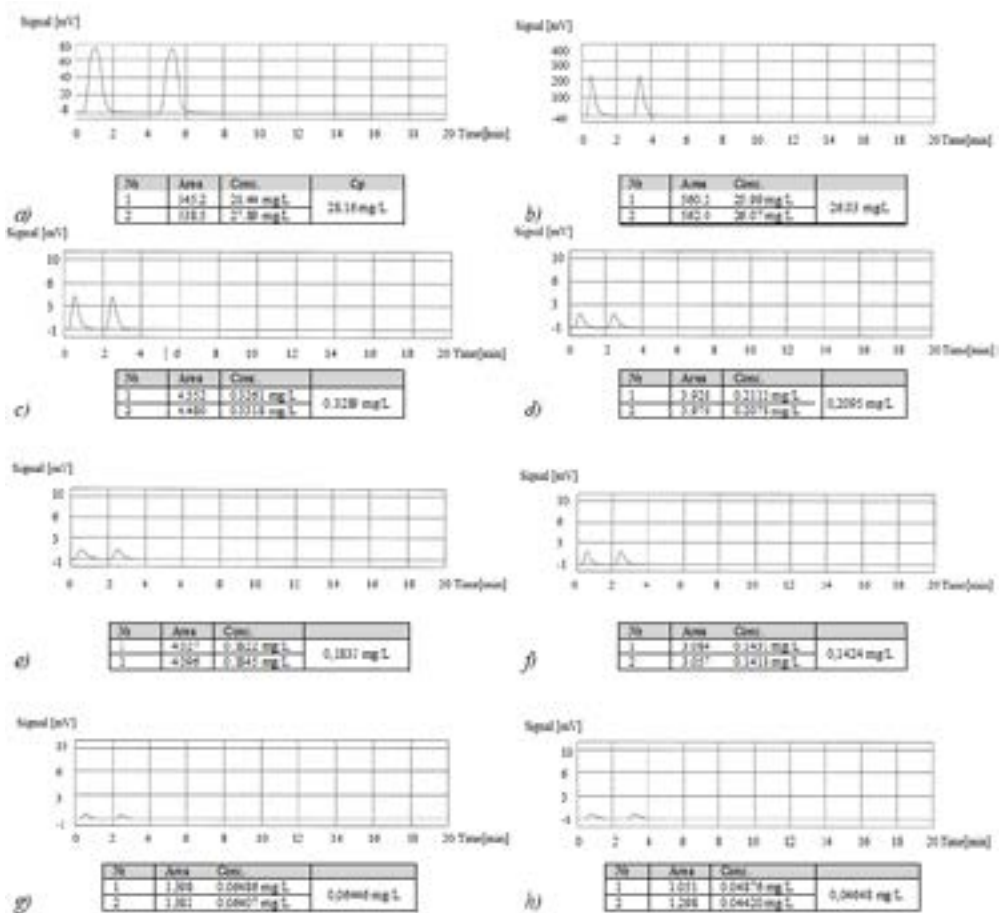


Fig. 5 - Results of determining the content of organic and inorganic carbons
 Note: a, c, e, g - total carbon content; b,d,f,h - content of inorganic carbons.

Figure 5 shows graphs of total carbon content and inorganic carbon content. In tap, purified, deionized and injection water, the total carbon content (a, c, e, g) was 28.16 mg/l, 0.3289 mg/l, 0.1833 mg/l, 0.06446 mg/l, respectively, while the content of inorganic carbon compounds (b, d, f, h), represented by carbonate ions and dissolved dioxide, for the same types of water was 26.03 mg/l, 0.2095 mg/l, 0.1424 mg/l, 0.04648

mg/l, respectively. The concentrations of organic carbon associated with other atoms, usually hydrogen and oxygen atoms, in the studied water samples are determined by the difference between the concentration of the total carbon content and the content of inorganic carbon compounds and amounted to 2.13 mg/l, 0.1194 mg/l, 0.0409 mg/l, 0.01798 mg/l, respectively.

Discussion

This paper presents the results of analyzes to assess the chemical parameters of different types of water used in the production of biological products. The waters used in the production of biological products must meet the special requirements described in the State Pharmacopoeia, in terms of such parameters as pH, electrical conductivity, the content of cations and anions, and the content of organic and inorganic carbon compounds.

The main factors determining the quality of water are its electrical conductivity and the concentration of hydrogen ions. According to the results of this work, the electrical conductivity of water increases with increasing temperature. This is due to the speed of ions, a decrease in their solvation, and a decrease in viscosity (Masaki, 2004:119–128). Whereas the concentration of hydrogen ions (pH) decreases with increasing temperature. This, in turn, is associated with different dissociation of hydrogen ions (H^+) (Iman, 2018: 23–24).

Table 3. Maximum allowable values of hydrogen ions (pH) and electrical conductivity for different types of water.

Name	Hydrogen ion concentration (pH)	Electrical conductivity
Purified water	5,0–7,0	From 2.4 $\mu S/cm$ at 0°C to 10.2 $\mu S/cm$ at 100°C
Injection water		From 0.6 $\mu S/cm$ at 0°C to 3.1 $\mu S/cm$ at 100°C
Deionized water		0.055 $\mu S/cm$
Tap water		From 100 to 2000 $\mu S/cm$

Based on the maximum permissible concentration (MPC) presented in Table 3, we can conclude that the values of the electrical conductivity of tap, purified, deionized and injection water are within acceptable values. The results of the concentration of hydrogen ions (pH) of purified, deionized and injection water also meet the requirements. Whereas, the result of the pH of tap water is 8.18 ± 0.00019 , therefore, it exceeds the MPC.

There is a work in the literature where an analysis was carried out to assess the effectiveness of treatment facilities and the quality of drinking water. Using a portable digital multi-parameter probe, results were obtained on such indicators as pH and electrical conductivity of tap water, where pH showed a value of 6.88 ± 0.05 and electrical conductivity of $170.6 \pm 0.1 \mu S/cm$ (Belay, 2021: 1–8). If we compare the values obtained by the author with the required values of the SP RK, it can be argued that these readings do not exceed the MPC. Another example is the work to assess the quality of surface water from the city of Skardu in Pakistan using a water quality index. In this study, the pH results ranged from 7.26 to 7.98, with an average value

of 7.67. Whereas the electrical conductivity readings varied from 150 to 780 $\mu\text{S}/\text{cm}$. The results obtained in this literature in terms of electrical conductivity do not exceed MPC. However, the pH values exceed the MPC, which is associated with a higher concentration of acid ions and salts in spring water (Wazir, 2021: 20537–20548).

In recent years, the use of capillary electrophoresis for the analysis of various types of water has expanded significantly, due to higher resolution, shorter analysis time, less reagent consumption, and greater ease of operation. The literature reports numerous applications of CE for the determination of alkali and alkaline earth cations (Foret, 2015: 780; Weston, 2015: 593; Koberda, 2014: 235–240) and common inorganic anions (Bowser, 2013: 257–264; Jones, 2014: 445; Wildman, 2012: 459; Vera, 2012: 169–180) in various aqueous media. However, since CE separation is based on the difference in the electrophoretic mobility of the analytes, the determination of fast anions and cations in the same run under normal CE conditions was practically impossible. But due to the improvement of analyzers for the determination of ions, to date, the simultaneous determination of cations and anions has become possible. So, in the literature there is a work of simultaneous determination of inorganic anions and cations in tap water by capillary electrophoresis with a non-contact conductivity detector with capacitive coupling (C^4D) of the system, and the following ions were obtained on the electrophoregram: Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} [Michel A. (2000): 89-100]. Another example is a new approach for the simultaneous CE separation of inorganic anions and cations based on sample injection by electromigration from both ends of the capillary and indirect UV detection. So, after analyzing tap water, the author found the following ions: Cl^- (21,4), SO_4^{2-} (39,0), HCO_3^- (186,0), Na^+ (17,9), Ca^{2+} (66,3), Mg^{2+} (19,8) [Tamisier-Karolak S.L. (2000): 487-498]. As a result of our work, the presence of the following ions in tap water was also found: Na^+ (107,2), Mg^{2+} (18,00), Ca^{2+} (42,40), NO_2^- (47,35), NO_3^- (237,0), F^- (6,980), PO_4^{3-} (3,205). Along with the above ions, an unidentified anion was also found with a peak area of 280.3. Phosphate ion PO_4^{3-} (0.7886) was found in purified water, which indicates insufficient purification of tap water, but no ions were found in deionized and injection water.

The concentration of total organic carbon in samples is widely used to characterize the organic pollution of water bodies (Han-Saem, 2020: 3901). In particular, the content of organic carbon is commonly used to assess the quality of environmental aquatic systems, to check sources of pollution of aquatic environments, and to monitor and evaluate organic micro-pollution of drinking water. In the literature there is a work (Yiming, 2010: 789–795) based on the study of the effect of physical sterilization on the determination of organic carbon content. In this study, a new method for sterilizing water samples was developed - microfiltration of 0.45 μm in combination with UV radiation. The results showed that this method is able to have a bactericidal effect on the water sample while significantly reducing the negative impact on the analysis of organic carbon content. The following results were obtained by the author: the total carbon content in tap water is 58.99 ± 0.23 , the content of inorganic carbon is 31.81 ± 0.79 , the content of organic carbon is determined by subtracting the content of inorganic carbon from the total carbon content and amounted to 27.18 ± 0.56 . As a result of our work, the

total carbon content in tap water is 28.16 mg/l, the content of inorganic carbon is 26.03 mg/l, based on this, the content of organic carbon was 2.13 mg / l. Another example is the work on monitoring dissolved organic carbon in surface and drinking waters. In this literature, analysis to determine the concentration of organic substances in rivers, sludge, filter and wastewater from plants was measured using a portable analyzer (TOC). The results on the content of organic carbon compounds in river water ranged from 2.15 to 11.90 mg/l, the average value was 4.00 mg/l. In addition, water samples were regularly sent to the laboratory and analyzed using a high-temperature analyzer (TOC Shimadzu analyzer). The results ranged from 2.51 to 10.1 mg/l. Data comparison showed good agreement between the two analyzers (Christian, 2002: 43–47).

Conclusions

Water is extensively used in the pharmaceutical, biopharmaceutical and life sciences industries for a variety of purposes, such as raw material, ingredient, and solvent in the processing, formulation, and production of a wide range of finished products, as APIs and intermediates, and analytical reagents. Therefore, regulatory requirements for quality control of various types of water throughout the entire production, storage and distribution process, including microbiological and chemical quality, are very high. Lack of control over any of the parameters of drinking, purified or water for injection can lead to the loss of expensive biological products or medicinal substances.

As a result of our work, we can draw the following conclusions:

– pH values in all water samples, except for tap water, do not exceed MPC and fully comply with the requirements of the SP RK.

- the values of electrical conductivity in all the studied water samples do not exceed the MPC and fully comply with the requirements of the SP RK.

– according to the content of cations and anions in tap water, the following ions were found: Na^+ (107.2 mg/dm³), Mg^{2+} (18.00 mg/dm³), Ca^{2+} (42.40 mg/dm³), NO_2^- (47.35 mg/dm³), NO_3^- (237.0 mg/dm³), F^- (6.980 mg/dm³), PO_4^{3-} (3.205 mg/dm³). In purified water, a phosphate ion with a concentration of 0.788 mg/dm³ was observed. No ions were found in injection and deionized water.

– the following results were obtained for the content of organic and inorganic carbon: in tap, purified, deionized and injection water, the total carbon content was 28.16 mg/l, 0.3289 mg/l, 0.1833 mg/l, 0.06446 mg / l, the content of inorganic carbon compounds was 26.03 mg/l, 0.2095 mg/l, 0.1424 mg/l, 0.04648 mg/l, respectively. The concentration of organic carbon compounds was 2.13 mg/l, 0.1194 mg/l, 0.0409 mg/l, 0.01798 mg/l, respectively.

Based on the above results, we can conclude that the waters used on the production line fully comply with the requirements for the above indicators and comply with the requirements of the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan.

REFERENCES

- Belay D., Biniam B., Zinabu A.G. and Tsegaye T.R., 2021 — Efficiency of Treatment Plant and Drinking Water Quality Assessment from Source to Household, Gondar City, Northwest Ethiopia, *Journal of Environmental and Public Health*. Pp 1–8. DOI: 10.1155/2021/9974064 (in Eng)
- Bowser T., Carnevale J. and Jackson P.E., 2015 — Applications of ion chromatography and capillary

electrophoresis in the alumina and aluminium llyary ion industry, *Journal of Chromatography*, 602. Pp. 257–264. DOI:10.1016/0021-9673(92)80089-D (in Eng)

Christian V., Larry W., Bruce J., Jeff R., Hai W.Zh. and Louis K., 2002 — Monitoring dissolved organic carbon in surface and drinking waters, *Journal of Environmental Monitoring* 4. Pp. 43–47. DOI: 10.1039/b107768f (in Eng)

Cornelius N., Thomas K., Hans-Jürgen R. and Frank R., 2021 — Membrane Distillation for the Production of Pharmaceutical-Grade Water — Investigation into the Application of AGMD and VMD, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18, 6058. DOI:10.3390/ijerph18116058 (in Eng)

Foret F., Fanali S., Nardi A., Bocek P., 2015 — Capillary zone electrophoresis of rare earth metals with indirect UV absorbance detection, *Electrophoresis* 11 780. DOI:10.1002/elps.1150110919 (in Eng)

Fukushi foret K., Hirokawa T., Timerbaev A.R., 2019 — Recent developments of capillary electrophoresis in seawater analysis, *Journal of Chromatography A* 1606 360240. DOI: 10.1016/j.chroma.2019.05.020 (in Eng)

Han-Saem L., Jin H., Yu-Hoon H. and Hyun-Sang S., 2020 — A Novel Procedure of Total Organic Carbon Analysis for Water Samples Containing Suspended Solids with Alkaline Extraction and Homogeneity Evaluation by Turbidity, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17, 3901. DOI:10.3390/ijerph17113901 (in Eng)

Hideharu Sh., 2016 — Validation Study and Quality Assurance of Pharmaceutical Water, Waterborne Microorganisms and Endotoxins, *Biocontrol Science*. Vol. 21. № 4. Pp. 203–214. DOI: 10.4265/bio.21.203 (in Eng)

Iman R., Gerald H.P., 2018 — Cooling of Pure Water at Room Temperature by Weak Electric Currents, *The journal of physical chemistry B*. Pp. 23–24. DOI: 10.1021/acs.jpcc.7b12689 (in Eng)

Jones W.R., Jandik P., 2014 — Controlled changes of selectivity in the separation of ions by capillary electrophoresis, *Journal of Chromatography*, 546. 445. DOI:10.1016/s0021-9673(01)93043-2 (in Eng)

Koberda M., Konkowski M., Youngberg P., Jones W.R., Weston A., 2014 — Capillary Electrophoretic Determination of Alkali and Alkaline-Earth Cations in Various Multiple Electrolyte Solutions for Parenteral Use, *Journal of Chromatograph A*. Vol. 602, № 1–2. Pp. 235–240. DOI:10.1016/0021-9673(92)80086-A (in Eng)

Maria J.G., Sigurdur M.G., Gunnar St.J., Jamie B., 2016 — Chemical quality and regulatory compliance of drinking water in Iceland, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. Pp. 724–733. DOI: 10.1016/j.ijheh.2016.09.011 (in Eng)

Masaki H., 2004 — Temperature —electrical conductivity relation of water for environmental monitoring and geophysical data inversion, *Environmental Monitoring and Assessment* 96. Pp. 119–128. DOI:10.1023/b:emas.0000031719.83065.68 (in Eng)

Michel A., Pascal J., Said E.K., Christine R., Francoise N., Francois C., 2000 — Routine analysis of short-chain fatty acids for anaerobic bacteria identification using capillary electrophoresis and indirect ultraviolet detection, *Journal of Chromatography B*, 741. Pp. 89–100. DOI:10.1016/s0378-4347(00)00066-9 (in Eng)

Tamiesier-Karolak S.L., Potier I.Le, Barlet O., Czok M., 2000 — Analysis of anions in aqueous samples by ion chromatography and capillary electrophoresis A comparative study of peak modeling and validation criteria, *Journal of Chromatography A*, 852. Pp. 487–498. DOI: 10.1016/s0021-9673(99)00650-0 (in Eng)

Vera P., Karel S., 2012 — Capillary electrophoresis of inorganic anions and its comparison with ion chromatography, *Journal of Chromatography A*, 789. Pp. 169–180. DOI:10.1016/S0021-9673(97)00830-3 (in Eng)

Wazir A.A., Hamaad R.A., Zia Ur R.F., Muhammad S., Muhammad A.A., Muhammad R., Predrag I., 2021 — Surface water quality assessment of Skardu springs using Water Quality Index, *Environmental Science and Pollution Research* 28. Pp. 20537–20548. DOI:10.1007/s11356-020-11818-5 (in Eng)

Weston A., Brown P.R., Jandik P., Jones W.R., Heckenberg A.L., 2015 — Optimization of detection sensitivity in the analysis of inorganic cations by capillary ion electrophoresis using indirect photometric detection, *Journal of Chromatography*, 593 289. DOI:10.1016/0021-9673(92)87147-Z (in Eng)

Wildman B.J., Jackson P.E., Jones W.R., Alden P.G., 2012 — Analysis of anion constituents of

urine by inorganic capillary electrophoresis, *Journal of Chromatography* 546 459. DOI:10.1016/s0021-9673(01)93044-4 (in Eng)

Yiming Sh., Lingfeng X., Dongqin G., Jun L., 2010 — Effects of sterilization treatments on the analysis of TOC in water samples, *Journal of Environmental Sciences*, 22(5). Pp. 789–795. DOI:10.1016/s1001-0742(09)60178-9 (in Eng)

МАЗМҰНЫ

И. Акмалова, В. Меркулов ТҮРЛІ МАЙ ШИКІЗАТТАРЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕГІ БЕТТІК-АКТИВДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ ӘДІС.....5	5
М.Б. Ахтаева, Г.Е. Азимбаева, Ж.С. Мукагаева ЕКІҮЙЛІ ҚАЛАҚАЙ (<i>URTICA DIOCA L.</i>) ҚҰРАМЫНДАҒЫ ПОЛИФЕНОЛДЫ ҚОСЫЛЫСТАРДЫ, ФЛАВОНОИДТАРДЫ, КАРОТИНОИДТАРДЫ ЗЕРТТЕУ.....15	15
К.Б. Бажықова, Т.С. Бекежанова, Қ.Д. Рахимов СЕСКВИТЕРПЕНОИДТАР ҚАТАРЫНАН ХИМИЯЛЫҚ МОДИФИКАЦИЯЛАУ НЕГІЗІНДЕ ВИРУСҚА ҚАРСЫ ББЗ ІЗДЕСТІРУ.....24	24
М.Д. Даулетова, А.К. Үмбетова, Г.Ш. Бурашева, М.И. Чаудхари <i>ATRAPHAXIS</i> ТҰҚЫМДАС ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ӨСІМДІК ТҮРЛЕРІНІҢ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУ.....33	33
М.Ә. Дәуренбек СИНТЕЗ-ГАЗ ӨНДІРІСІНДЕ ФОТОКАТАЛИЗАТОР РЕТІНДЕ ZnIn КҮРДЕЛІ СУЛЬФИДІН ШЕТЕЛДІК ЗЕРТТЕУЛЕР ТУРАЛЫ (жағдайы мен тенденциялары).....43	43
Б.С. Гайсина, Л.К. Оразжанова, Б.Х. Мұсабаева, А.Н. Сабитова, Б.Б. Баяхметова ХИТОЗАН- НАТРИЙ АЛГИНАТЫ НЕГІЗІНДЕГІ БИОҮЙЛЕСІМДІ КРИОҚҰРЫЛЫМДЫ АЛУ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....53	53
Н. Жаникулов, А. Абдуллин, Б. Таймасов, М. Кенжехан МЫРЫШ-ФОСФАТТЫ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ЦЕМЕНТ АЛУ ҮШІН ФОСФОР ШЛАГЫН ЗЕРТТЕУ.....63	63
М.Ж. Жұрынов, Т.С. Бекежанова, К.Б. Бажықова, К.Д. Рахимов, З.М. Зиятбек ДӘРМЕНЕ ЖУСАНЫ (<i>ARTEMISIA CINA BERG.</i>) ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫНАН ЭФИР МАЙЛАРЫН БӨЛІП АЛУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ СТАНДАРТТАУ75	75
Б. Имангалиева, Б. Торсыкбаева, Г. Рахметова, Т. Нұрдаулетова, Б. Досанова ХИМИЯДАН "ТҮЗДАР ГИДРОЛИЗИ" ТАҚЫРЫБЫН ОҚЫТУДЫҢ ТИІМДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....85	85
А.Г. Исмаилова, Г.Ж. Аканова, Д.Х. Камысбаев, С. Исабекова НИТРАТТЫ ОРТАДАН ДИСПРОЗИЙДІ ДЭГФҚ-МЕН ЭКСТРАКЦИЯЛАУ.....98	98
Ж.А. Караев, Ж.У. Кобдикова, Б.Б. Торсыкбаева, Б.С. Имангалиева, Н.Р. Рахым ЖОҒАРҒЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА КРИТЕРИАЛДЫ ӘДІЛ БАҒАЛАУ.....111	111
М.К. Касымова, Р.С. Алибеков, З.И. Кобжасарова, Г.Э. Орымбетова, К.А. Уразбаева ҰЫТ ҚОЛДАНАТЫН ХАЛАЛ ШҰЖЫҚ ӨНІМДЕРІ.....124	124

Б.К. Масалимова, Г.Д. Джетписбаева, Е.В. Доқуцич, В.А. Садыков ОРГАНИКАЛЫҚ ТОТЫҚТЫРҒЫШТАР ҚАТЫСЫНДА ПЕРОВСКИТ ҚҰРЫЛЫМДЫ КҮРДЕЛІ ОКСИД LaCoO_3 АЛУ.....	143
Г.Э. Орымбетова, Р.С. Алибеков, Э.А. Габрильянц, К.А. Уразбаева, М.К. Касымова, З.И. Кобжасарова ЕТ-КӨКӨНІС ПАШТЕТТІ ӨНДІРУДЕ ХАССП ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУ.....	151
С.О. Садикалиева, С.Д. Сатыбалдинова, З.Д. Ершебулов, Е.В. Фокина, К.А. Шораева БИОПРЕПАРАТТАР ӨНДІРУ ҮШІН СУДЫ ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ.....	164

СОДЕРЖАНИЕ

И. Акмалова, В. Меркулов МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНОГО ЖИРОВОГО СЫРЬЯ.....	5
М.Б. Ахтаева, Г.Е. Азимбаева, Ж.С. Мукатаева ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ФЛАВОНОИДОВ, КАРОТИНОИДОВ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ (<i>URTICA DIOCAL</i>).....	15
К.Б. Бажыкова, Т.С. Бекежанова, К.Д. Рахимов ПОИСК БАВ ПРОТИВ ВИРУСА ИЗ РЯДА СЕСКВИТЕРПЕНОИДОВ НА ОСНОВЕ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ.....	24
М.Д. Даулетова, А.К. Умбетова, Г.Ш. Бурашева, М.И. Чаудхари ОБРАЗОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИСЛОТНОГО СОСТАВА КАЗАХСТАНСКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ РОДА <i>ATRAPHAXIS</i>	33
М.А. Дауренбек О ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СЛОЖНОГО СУЛЬФИДА ZnIn В КАЧЕСТВЕ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИНТЕЗ-ГАЗА (состояние и тенденции).....	43
Б.С. Гайсина, Л.К. Оразжанова, Б.Х. Мұсабаева, А.Н. Сабитова, Б.Б. Баяхметова ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ БИОСОВМЕСТИМОЙ КРИОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАН-АЛБГИНАТА НАТРИЯ.....	53
Н. Жаникулов, А. Абдуллин, Б. Таймасов, М. Кенжехан ИССЛЕДОВАНИЕ ФОСФОРНОГО ШЛАГА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИНК-ФОСФАТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ЦЕМЕНТА.....	63
М.Ж. Жұрынов, Т.С. Бекежанова*, К.Б. Бажыкова, К.Д. Рахимов, З.М. Зиятбек СПОСОБЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ <i>ARTEMISIA</i> <i>SINA BERG.</i> И ИХ СТАНДАРТИЗАЦИЯ.....	75
Б. Имангалиева, Б. Торсыкбаева, Г. Рахметова, Т. Нурдаулетова, Б. Досанова ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ "ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ" ПО ХИМИИ.....	85
А.Г. Исмаилова, Г.Ж. Аканова, Д.Х. Камысбаев, С. Исабекова ЭКСТРАКЦИЯ ДИСПРОЗИЯ С Д2ЭГФК ИЗ НИТРАТНОЙ СРЕДЫ.....	98
Ж.А. Караев, Ж.У. Кобдикова, Б.Б. Торсыкбаева, Б.С. Имангалиева, Н.Р. Рахым СПРАВЕДЛИВОЕ КРИТЕРИАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ.....	111
М.К. Касымова, Р.С. Алибеков, З.И. Кобжасарова, Г.Э. Орымбетова*, К.А. Уразбаева ХАЛЯЛНЫЕ КОЛБАСНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ГОВЯДИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛОДА.....	124

Б.К. Масалимова, Г.Д. Джетписбаева, Е.В. Докунич, В.А. Садыков ПОЛУЧЕНИЕ СЛОЖНОГО ОКСИДА СО СТРУКТУРОЙ ПЕРОВСКИТА $LaCOO_3$ В ПРИ СУТСТВИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ.....	143
Г.Э. Орымбетова, Р.С. Алибеков, Э.А. Габрильянц, К.А. Уразбаева, М.К. Касымова, З.И. Кобжасарова ПРИМЕНЕНИЕ ХАССП СИСТЕМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСОРАСТИТЕЛЬНОГО ПАШТЕТА.....	151
С.О. Садикалиева, С.Д. Сатыбалдинова, З.Д. Ершебулов, Е.В. Фокина, К.А. Шораева ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОПРЕПАРАТОВ.....	164

CONTENTS

I. Akmalova, V. Merkulov METHOD OF OBTAINING SURFACTANTS BASED ON VARIOUS FATTY RAW MATERIALS.....	5
M.B. Akhtayeva, G.E. Azimbayeva, J.S. Mukataeva STUDY OF CARATINOID, FLAVONOID, POLYPHENOL COMPOUNDS OF DICOTYLEDONOUS NETTLE (<i>URTICA DIOCA L.</i>).....	15
K.B. Bazhykova, T.S. Bekezhanova, K.D. Rakhimov SEARCH FOR BAS AGAINST A VIRUS FROM A NUMBER OF SESQUITERPENOIDS BASED ON CHEMICAL MODIFICATION.....	24
M.D. Dauletova, A.K. Umbetova, G.S. Burasheva, M.I. Chaudhari COMPARATIVE STUDY OF THE ACID COMPOSITION OF KAZAKH PLANT SPECIES OF THE GENUS <i>ATRAPHAXIS</i>	33
M.A. Daurenbek ABOUT FOREIGN STUDIES OF ZnIn COMPOUND SULFIDE AS PHOTOCATALYSTS IN THE SYNTHESIS GAS PRODUCTION (status and tendencies).....	43
B.S. Gaisina, L.K. Orazzhanova, B.H. Musabayeva, A.N. Sabitova, B.B. Bayakhmetova OBTAINING AND STUDYING THE PROPERTIES OF A BIOCOMPATIBLE CRYOSTRUCTURE BASED ON CHITOSAN-SODIUM ALGINATE.....	53
N. Zhanikulov, A. Abdullin, B. Taimasov, M. Kenzhehan INVESTIGATION OF PHOSPHORIC SLAG FOR OBTAINING OF ZINC-PHOSPHATE COMPOSITE CEMENT.....	63
M.Zh. Zhurinov, T.S. Bekezhanova, K.B. Bazhykova, K.D. Rakhimov, Z.M. Ziyatbek METHODS OF EXTRACTING ESSENTIAL OILS FROM <i>ARTEMISIA CINA</i> BERG. PLANT RAW MATERIALS AND THEIR STANDARDIZATION.....	75
B. Imangaliyeva, B. Torsykbayeva, B. Dossanova, T. Nurdauletova, G. Rakhmetova EFFECTIVE TECHNOLOGY OF TEACHING "SALTS HYDROLYSIS" IN CHEMISTRY.....	85
A.G. Ismailova, G.Zh. Akanova, D.Kh. Kamysbayev, S. Isabekova EXTRACTION OF DYSPROSIUM BY D2EHPA FROM NITRATE MEDIUM.....	98
Zh. Karaev, Zh. Kobdikova, B. Torsykbaeva, B. Imangaliyeva, N. Rakhym FAIR CRITERIA EVALUATION IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS.....	111
M.K. Kassymova, R.S. Alibekov, Z.I. Kobzhasarova, G.E. Orymbetova, K.A. Urazbayeva HALAL BEEF SAUSAGE PRODUCTS USING MALT.....	124

B.K. Massalimova, G.D. Jetpisbayeva, E.V. Docuchits, V.A. Sadykov OBTAINING A COMPLEX OXIDE WITH THE PEROVSKITE STRUCTURE LaCoO_3 IN THE PRESENCE OF ORGANIC REDUCING AGENTS.....	143
G.E. Orymbetova, R.S. Alibekov, E.A. Gabrilyants, K.A. Urazbayeva, M.K. Kassymova, Z.I. Kobzhasarova APPLICATION OF HACCP SYSTEM FOR THE MEAT-PLANT PASTE PRODUCTION.....	151
S.O. Sadikaliyeva, S.D. Satybaldinova, Z.D. Yershebulov, E.V. Fokina, K.A. Shorayeva CHEMICAL ANALYSIS OF WATER USED IN THE PRODUCTION OF BIOLOGICAL PRODUCTS.....	16

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/ or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv> ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәліқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 05.07.2023.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф. 11,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.