

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

1 (450)

JANUARY – MARCH 2022

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество в глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

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 Мыңжасарұлы (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/arhiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022

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

ТЕЛЬТАЕВ 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 углекислотной химии (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/arhiv>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022

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, 2022

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 1, Number 450 (2022), 86-93

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1491.95>

ӘОЖ 547.995.12:544.7

FTAMP 31.25.19

Л.К. Оразжанова¹, Б.Х. Мұсабаева², Б.С. Гайсина^{1*}, А.Қ. Қазбекова¹, А.Н. Сабитова¹

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

²Астана халықаралық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

E-mail: balzhan-1982@mail.ru

ХИТОЗАН МЕН НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА НЕГІЗІНДЕ КРИОГЕЛЬ АЛУ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ

Аннотация: мақаладағы зерттеу объектілері биополимерлердің – хитозан, карбоксиметилцеллюлоза натрий тұзы интерполиэлектролиттік комплекс негізіндегі криогель болып табылады.

Жұмыстың мақсаты - макрокеуекті биоүйлесімді және биологиялық ыдырайтын криогельді синтездеу үшін реакциялық ортаны қалыпты мұздату кезінде қарама-қарсы зарядталған полиэлектролиттер (хитозан, карбоксиметилцеллюлоза натрий тұзы) арасында интерполиэлектролиттік реакция жүргізу арқылы макрокеуекті криогельді алу әдісін әзірлеу.

Алынған жұмыс нәтижелері және олардың жаңалығы: криогель интерполиэлектролиттік биополимерлер – хитозан және натрий карбоксиметилцеллюлоза кешенінің негізінде - 12°C температурада биополимерлердің концентрацияланған ерітінділерін араластыру арқылы алынды. Криогельдің Хит-Na-КМЦ морфологиялық бағалауы нәтижесінде пайда болған криогельдің байланыс кеуектер жүйесі бар, кеуекті матрица екенін және оның құрылымы ламилярлы пішінді екенін көрсетті. Гравиметриялық әдіспен анықталған синтезделген криогельдің ісіну дәрежесі 9,43 г/г құрады.

Әр түрлі рН (3, 4, 6, 7, 8) мәні бар сұйықтықтар хитозан-натрий карбоксиметилцеллюлоза криогелі арқылы өтіп, ағу жылдамдығы зерттелді. Сұйықтықтардың максималды жылдамдығы рН= 3-ке тең екені анықталды. рН осы мәннен ауытқыған кезде полимер торының ісінуі және тарылуы орын алады. Метил қызғылт сары және метилен көк бояғыштарын криогельмен сорбциялау процестері зерттелді. Сорбциялық изотерм анализі криогель Хит-Na-КМЦ бояғыштарда төмен сорбциялық қабілеті бар екенін көрсетті, ең жоғары адсорбция метил қызғылт үшін 16,8±0,1 мг/г және метил көк үшін 7,5±0,41 мг / г құрайды.

Алынған эксперименттік мәліметтер биосәйкес табиғи полимерлер – хитозан және натрий карбоксиметилцеллюлоза негізінде жаңа криогельді медицинада, биотехнологияда, катализде және басқа салаларда қолдану мүмкіндігін көрсетеді.

Қолдану саласы: экология, биотехнология, медицина, фармацевтика.

Түйін сөздер: криогель, интерполиэлектролит кешені, полиэлектролит, биополимер, хитозан, натрий-карбоксиметилцеллюлоза.

Л.К. Оразжанова¹, Б.Х. Мұсабаева², Б.С. Гайсина^{1*}, А.Қ. Қазбекова¹, А.Н. Сабитова¹

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

²Международный университет Астана, Нур-Султан, Казахстан.

E-mail: balzhan-1982@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ КРИОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Аннотация. Объектом исследования является криогель на основе биополимеров – хитозана и карбоксиметилцеллюлозной натриевой соли.

Целью работы является получение макропористого криогеля путем проведения интерполи-

электролитной реакции между противоположно заряженными полиэлектролитами – хитозаном и натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы при умеренном замораживании реакционной среды.

Полученные результаты работы и их новизна: криогель на основе комплекса интерполиэлектролитических биополимеров – хитозана и натрийкарбоксиметилцеллюлозы получен путем смешения концентрированных растворов биополимеров при температуре – 12°C. Исследованы свойства синтезированного криогеля – морфология, степень набухания, скорость протекания жидкостей через объем криогеля и адсорбция красителей. Морфологическая оценка криогеля Хит-Na-КМЦ показала, что полученный криогель представляет собой характерную пористую матрицу с системой сообщающихся пор, а его структура имеет ламинарную форму. Степень набухания синтезированного криогеля, определенная гравиметрическим методом, составила 9,43 г/г.

Изучена скорость протекания жидкостей с различным значением pH (3, 4, 6, 7, 8) через хитозан-натрий карбоксиметилцеллюлозный криогель. Установлено, что максимум скорости протекания жидкостей приходится на pH 3. При отклонении pH от этого значения происходит набухание полимерной сетки и сужение пор. Исследованы процессы сорбции криогелем красителей метилового оранжевого и метиленового синего. Анализ изотерм сорбции показал, что криогель Хит-Na-КМЦ обладает невысокой сорбционной способностью в отношении красителей, максимальная адсорбция составляет $16,8 \pm 0,1$ мг/г для метилового оранжевого и $7,5 \pm 0,41$ мг/г для метиленового синего.

Полученные экспериментальные данные показывают возможность использования нового криогеля на основе биосовместимых природных полимеров – хитозана и натрийкарбоксиметилцеллюлозы в медицине, биотехнологии, катализе и других областях.

Область применения: экология, биотехнология, медицина, фармация.

Ключевые слова: криогель, интерполиэлектролитный комплекс, полиэлектролит, биополимер, хитозан, натрий-карбоксиметилцеллюлоза.

O.K. Orazzhanova¹, B.Kh. Musabayeva², B.S. Gaysina^{1*}, A.K. Kazbekova¹, A.N. Sabitova¹

¹Shakarim University of Semey, Semey, Kazakhstan;

²Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: balzhan-1982@mail.ru

PREPARATION AND DETERMINATION OF CRYOGEL PROPERTIES BASED ON CHITOSAN AND SODIUM-CARBOXYMETHYLCELLULOSE

Abstract. the object of the study is a cryogel based on biopolymers - chitosan and carboxymethylcellulose sodium salt.

The aim of the work is to obtain a macroporous cryogel by conducting an interpolyelectrolyte reaction between oppositely charged polyelectrolytes - chitosan and sodium salt of carboxymethylcellulose with moderate freezing of the reaction medium.

The obtained results of the work and their novelty: Cryogel based on a complex of interpolyelectrolytic biopolymers - chitosan and sodium carboxymethylcellulose was obtained by mixing concentrated solutions of biopolymers at a temperature of - 12°C. The properties of the synthesized cryogel - morphology, degree of swelling, rate of flow of liquids through the volume of cryogel and adsorption of dyes - are investigated. Morphological evaluation of the Hit-Na-CMC cryogel showed that the resulting cryogel is a characteristic porous matrix with a system of communicating pores, and its structure has a lamellar shape. The degree of swelling of the synthesized cryogel, determined by the gravimetric method, was 9,43 g/g.

The flow rate of liquids with different pH values has been studied (3, 4, 6, 7, 8) through chitosan-sodium carboxymethylcellulose cryogel. It is established that the maximum flow rate of liquids is at pH 3. When the pH deviates from this value, the polymer mesh swells and the pores narrow. The processes of cryogel sorption of methyl orange and methylene blue dyes have been investigated. Analysis of the sorption isotherms showed that the Hit-Na-CMC cryogel has a low sorption capacity for dyes, the maximum adsorption is $16,8 \pm 0,1$ mg/g for methyl orange and $7,5 \pm 0,41$ mg/g for methylene blue.

The experimental data obtained show the possibility of using a new cryogel based on biocompatible natural polymers - chitosan and sodium carboxymethylcellulose in medicine, biotechnology, catalysis and other fields.

Scope of application: ecology, biotechnology, medicine, pharmacy.

Key words: cryogel, interpolyelectrolyte complex, polyelectrolyte, biopolymer, chitosan, sodium-carboxymethylcellulose.

Кіріспе. Полимерлі криогельдер - бұл ерітінділерді немесе тиісті прекурсорлардың коллоидтық дисперсияларын криогендік өңдеу (қалыпты мұздату-еріту) нәтижесінде пайда болған гель жүйелері [1].

Қазіргі уақытта жеке полимерлер негізінде емес интерполиэлектролитті комплекстерге (ИПЭК) негізделген криогельдер ерекше қызығушылық тудырады. ИПЭК негізіндегі криогельдерді биотехнология, катализ, регенеративті медицина, суды тазарту сияқты әртүрлі салаларда белсенді қолдануға болады.

Табиғи полимерлер негізінде алынған криогельдерге 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 [2]. Биополимерлі криогельдер - бұл полимерлі немесе мономерлі қосылыстардың таяз мұздатылған ерітінділерінде түзілген гельдік материалдар. Полимерлі криогельдерге тән қасиет-олардың гетерофазалы және макрокеуекті морфологиясы. Сонымен қатар, пайда болған макрокеуектер кристалдардың шеткеріден орталыққа дейін басқа кристалдың бетімен жанасуына дейін өсу ерекшелігімен түсіндіріледі.

Гельдерді алудың екі негізгі жолы бар: біріншіден, полимердің (блок, пленка, ұнтақ) немесе ксерогельдің (еріткішсіз тігілген полимерлі тор) қолайлы төмен молекулалық сұйықтықта, екіншіден, сұйық ортада гель қалыптастыру арқылы (ерітінді немесе сәйкес гель жасаушылардың коллоидтық дисперсиясы). Екінші нұсқа-гельдерді қалыптастырудың ең көп таралған тәсілі. Криотропты гель 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 [3, 4].

Криогельдердің полимерлі материалдардың басқа түрлерінен басты айырмашылығы-олардың морфологиясы. Криогельдің кеуекті құрылымы ісіну, коллапс, жылу және рН сезімталдығымен бірге осы нысандарды әртүрлі салаларда қолдануға кең перспективалар ашады [2, 15].

Полисахаридтердің ішінде хитозан кең таралған биополимер – хитиннің оң зарядталған туындысы болып табылады. 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.

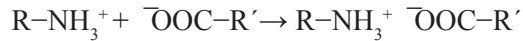
Хитозан - бұл табиғи биополимер, ол физиологиялық белсенді зат болумен қатар өзінің функционалдық және технологиялық қасиеттерімен де белгілі: құрылым түзуші және микробқа қарсы, антиоксидант. Бұл катиондық полисахаридтің пайдалы қасиеттері табиғи анионды полимерлермен комплекс түзілу кезінде сақталады және көбейеді. Хитозан практикалық мәселелерді шешу үшін жоғары әлеуетке ие функционалды топтары бар интерполиэлектролитті комплекстерді құруға қабілетті [5,14].

Хитозанмен комплекс түзетін аниондықполимерлер 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. Натрий альгинаты хитозанмен бірге белгілі медициналық бағыттарда қолданысқа ие [5,13].

Тағы бір полисахарид, натрий-карбоксиметилцеллюлоза - суда жақсы еритін целлюлоза туындысы. Бұл туынды 2, 3 және 6 орындағы гидроксиметил топтарын карбоксиметил топтарымен алмастыру реакциясы арқылы алынады. NaКМЦ құрамында 1,4-байланысқан гликандардан тұратын сызықтық полимер тізбегі бар және молекулалық негіздегі әлсіз қышқыл топтарға байланысты полиэлектролиттік қабілет көрсетеді. NaКМЦ физика-химиялық құрамына әсер ететін негізгі факторлардың бірі -NaКМЦ бірлігіне карбоксиметил топтарының санымен (орташа есеппен) анықталатын алмастыру дәрежесі болып табылады. Бұл полимер қоюландырғыш, эмульсия тұрақтандырғышы, байланыстырушы және қабықша түзе алу сияқты көптеген алуан түрлі қасиеттерге ие. Сонымен қатар, адам денсаулығы мен қоршаған ортаның қауіпсіздігіне қатысты NaКМЦ биоүйлесімді, биологиялық ыдырайтын және улы емес зат [6, 12].

Хитозан мен натрий карбоксиметилцеллюлозаның интерполиэлектrolитті комплексінің пайда болуы осы полимерлердің полиэлектrolитті табиғатымен қамтамасыз етіледі. Бұл полисахаридтердің құрылымының ерекшелігі - хитозан макромолекулаларының құрылымында протонды амин топтарының және натрий карбоксиметилцеллюлозаның құрылымында карбоксил топтарының болуы. Бастапқы амин топтарының протондануы қышқылдық ортадағы хитозан макромолекулаларының оң заряды мен ерігіштігін, сондай-ақ олардың синтетикалық полианиондармен және анионды биополимерлермен электростатикалық әрекеттесу қабілетін қамтамасыз етеді [6, 7].

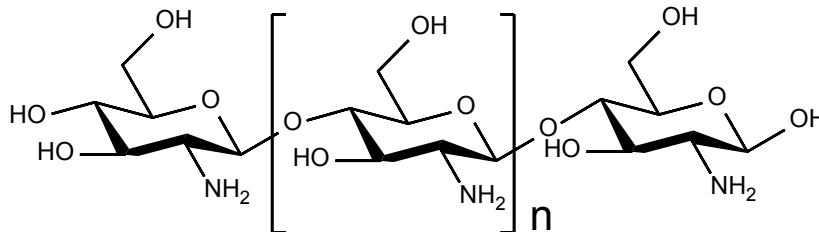
Макромолекулалардың ионгенді топтарының өзара әрекеттесуіне байланысты қышқылдық ортада хитозан-натрий карбоксиметилцеллюлоза интерполиэлектrolитті комплексінің түзілуін келесі сызба арқылы көрсетуге болады [8]:



Әдебиетте хитозанның биополимерлермен комплекстері негізінде криогельдер алу бойынша бір-неше жұмыс жарияланған [2]. Хитозан мен гиалурон қышқылы негізінде құрамы әр түрлі криогельдер алынған, олардың кеуектігі 90-95% құраған. Таза хитозан криогеліне қарағанда алынған криогельдің механикалық қасиеттері әлдеқайда берігірек болған, сондықтан олар тіндік инженерияда қолдануға ұсынылған[9]. Хитозан мен 2-гидроксиэтилцеллюлоза (ГЭЦ) комплексі олардың сулы ерітінділерін криогенді өңдеу және мұздатылған күйінде УК-индукциялы тігу арқылы алынған. Фотоинициатор ретінде сутек пероксиді, ал тігуші агент ретінде N,N'-метиленбисакриламид қолданылған[10]. Хитозан мен пектин негізіндегі криогельді алу үшін хитозан мен CaCl₂ ерітінділерінің қоспасын мұздатып, 1% пектин ерітіндісімен қаптаған [11].

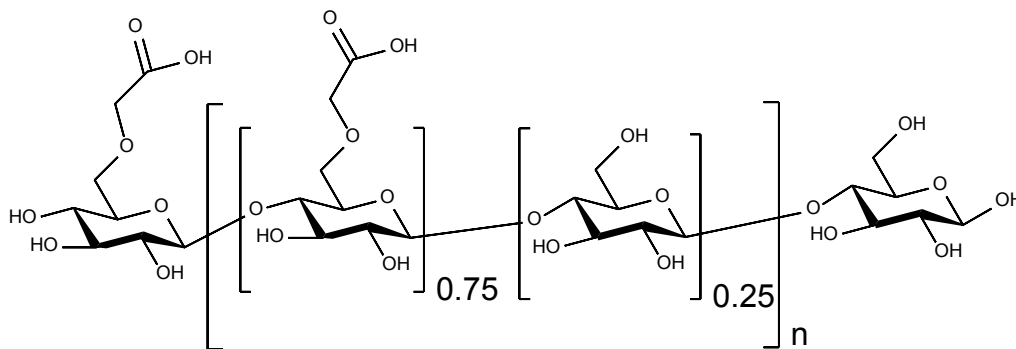
Ұсынылып отырған жұмыстың мақсаты - реакциялық ортаны қалыпты мұздату кезінде қарама-қарсы зарядталған полиэлектrolиттер (хитозан, натрий-карбоксиметилцеллюлоза) арасында интерполиэлектrolиттік реакция жүргізу арқылы биоүйлесімді және биологиялық ыдырайтын макрокеуекті криогельді алу және қасиеттерін анықтау.

Материалдар мен әдістер. Материалдар. Sigma – Aldrich (USA) өндірген Хитозан (Хит), молекулалық массасы 161 г/моль, қосымша тазартусыз қолданылды.



Сурет 1 - Хитозанның құрылымдық формуласы

Sigma-Aldrich (USA) өндірген карбоксиметилцеллюлозаның натрий тұзы (Na-CMC), қайталанатын буынның молекулалық массасы 223 г/моль, қосымша тазартусыз қолданылған.



Сурет 2 - Натрий карбоксиметилцеллюлозаның құрылымдық формуласы

Сірке қышқылы (мұзд) қосымша тазартусыз қолданылды.

Лимон қышқылы(аут)қосымша тазалаусыз қолданылды.

ГОСТ 4919.2-2016 бойынша буферлік ерітінділер.

Зерттеу әдістері. Полимерлер ерітінділерін дайындау. Хитозан ерітіндісін дайындау үшін концентрациясы 3% лимон қышқылының ерітіндісі дайындалды. Ол үшін 3 г құрғақ лимон қышқылына 97 г тазартылған су қосылды. Алынған ерітінді хитозанды еріту үшін қолданылды.

NaКМЦ ерітіндісін дайындау үшін хитозан ерітіндісіндегідей қатынастар алынды, тек лимон қышқылы ерітіндісінің орнына дистильденген су қолданылды. Полимерлер ерітіндісі бөлме температурасында дайындалды, араластырғаннан кейін ерітінділер толығымен ерігенше бір тәулікке қалдырылып, келесі күні магниттік араластырғышта 2-3 сағат араластырылды.

Криогельдерді алу. Криогельді дайындау үшін Хит-NaКМЦ 20 мг/мл концентрациялы 5 мл хитозан ерітіндісін 20 мг/мл концентрациялы 6,92 мл NaКМЦ ерітіндісімен 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 криоструктураттар шамамен 5 мм биіктікке кесіліп, зерттеу үшін пайдаланылды.

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

Криогельдің ісіну дәрежесін анықтау. Алынған криогельдің ісіну дәрежесі гравиметриялық әдіспен анықталды. Аналитикалық таразыда 0,0001 г дәлдікпен өлшенген криогель үлгілері таза химиялық стаканға салынып, 10 мл дистильденген су қосылды, содан кейін белгілі бір уақыт аралығында ісінген криогель үлгілерінің массасы өлшенді (5,10,15 және 30 минут аралығында), артық ылғал сүзгі қағазымен сорылып, ісінген гель массасы анықталды.

Ісіну дәрежесі (1) формула бойынша есептелді:

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

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

Криогель арқылы сұйықтықтың ағу жылдамдығын анықтау. Криогель арқылы сұйықтықтың ағу жылдамдығын анықтау үшін шыны түтіктің төменгі бөлігінде криогель үлгісі орналастырылды, ол ісінген күйде криогель түтіктің қабырғаларына мықтап жабысып, 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.

Криогельдің сорбциялау қасиетін зерттеу. Құрғақ, өлшенген криогель үлгісі рН 5,3 тең буферлік ерітінді қосылған концентрациясы 1 мг/мл метилоранж ерітіндісіне салынды. Сонан соң 1, 2, 3, 12, 24, 48, 72 сағат аралығында ерітіндінің оптикалық тығыздығы 505 нм толқын ұзындығында өлшенді. Дәл осы әдіспен метилен көгі бояғышының ерітіндісіне құрғақ криогель салынып, рН 2,8 тең буферлік ерітінді қосылып, 668 нм толқын ұзындығында оптикалық тығыздығы өлшенді.

Меншікті адсорбция төмендегі формула бойынша анықталды:

$$Q_e = \frac{C(\text{бояғыш})_0 * V(\text{бояғыш}) - C(\text{бояғыш})_t * V(\text{бояғыш})}{m(\text{криогель})} \quad (2)$$

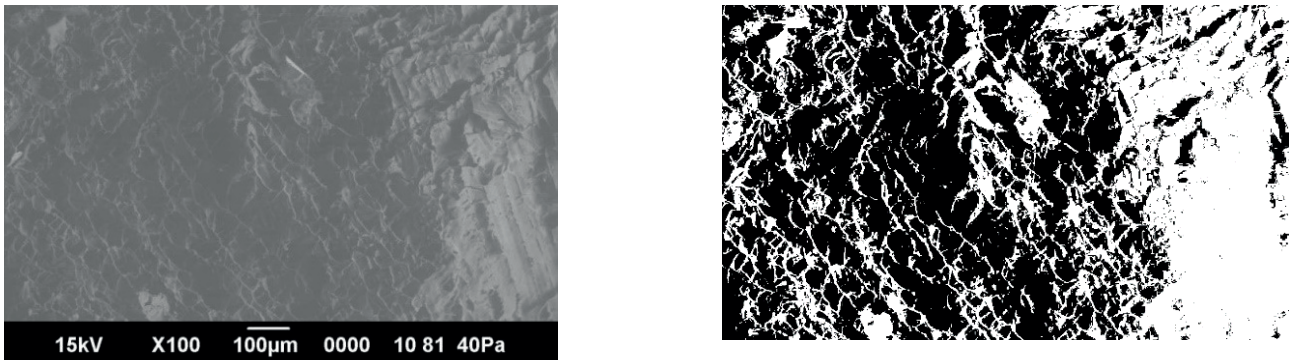
Нәтижелер және оларды талқылау. Хитозан-NaКМЦ ерітінділері негізінде криогель алу техникасын пысықтау. Криогельдерді алу реакциялары криотропты гель түзу немесе криожелирлеу деп аталады [1]. Синтез тұрғысынан криогельдердің пайда болуына қабілетті кез-келген жүйеде алуға болады, ең бастысы, бастапқы жүйелерде әртүрлі сипаттағы күштердің (химиялық байланыстар, Ван дер Ваальс күштері, электростатикалық өзара әрекеттесулер) нәтижесінде мүмкіндік беретін құрылымдық элементтер болуы керек.

Криогель синтезі үшін бастапқы жүйелер ретінде құрылымында қарама-қарсы зарядталған байланыстары бар Хит-NaКМЦ жүйесі таңдалды.

Синтезделген криогельдердің қасиеттерін зерттеу. Синтезделген криогельдің морфологиясын зерттеу. Криогель морфологиясын зерттеу үшін сканерлейтін электрондық микроскопия әдісі қолданылды. 3-суретте ImageJ бағдарламасымен өңдеуге дейінгі (сол жағында) және өңдеуден кейінгі (оң жағында) криогель фотографиясы берілген.

3-суреттен көрініп тұрғандай, кеуектер морфологиясы біршама күрделі болып табылады. Кеуектердің

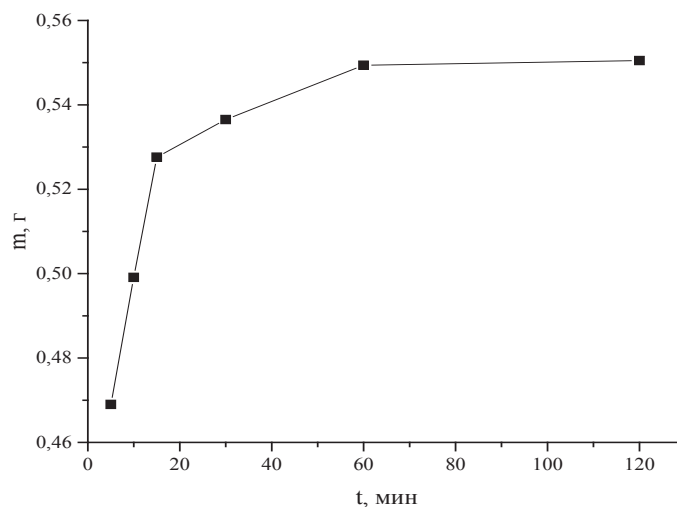
формасы әр түрлі. ImageJ бағдарламасы кеуектер ауданын есептеуге мүмкіндік береді. Алайда, кеуектер мөлшерін жуықтап бағалау үшін әрбір кеуек шеңбер формасында деп болжам жасалды. Соның нәтижесінде кеуектер диаметрлері жуықтап есептеліп, диаметрдің орташа шамасын қорытып шығаруға мүмкіндік туды. Хит-НаКМЦ криогелі үшін кеуектердің орташа диаметрі 20,54 мкм болып шықты.



Сурет 3- Хит-НаКМЦ негізінде түзілген криогельдің ImageJ бағдарламасында өңдеуден бұрын (сол жақта) және өңдеуден кейін (оң жақта) микрофотографиясы

Криогельдің ісіну дәрежесін зерттеу. Гель материалдарының ісіну дәрежесін анықтау материалдардың осы түрін сипаттайтын негізгі зерттеулердің бірі болып табылады. Белгілі бір уақыт аралығында еріткіштегі үлгінің массасының өзгеруін өлшеу ісіну дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді.

Алайда, криогельдердің ісінуін зерттеу белгілі бір қиындық тудырады, өйткені су тек полимер матрицасының ісінуінен ғана емес, сонымен қатар макрокеуектердегі капиллярлық күштердің әсерінен де сақталады.

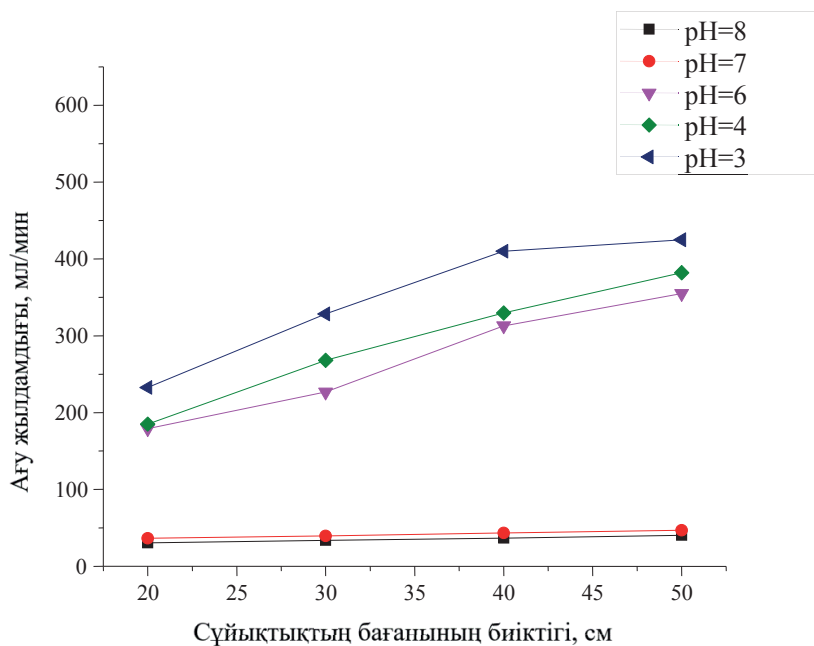


Сурет 4 - Криогельдің ісіну кинетикасы

$$\alpha = \frac{0,5228 - 0,0501}{0,0501} = 9,43 \text{ г/г}$$

Алынған криогельдің ісіну дәрежесі 9,43 г/г екені анықталды. Ісіну кинетикасын зерттеу нәтижелері бойынша 4-суретте көрсетілгендей Хит-НаКМЦ криогелі бастапқы уақытта суды өзіне жақсы сіңіретіні байқалды.

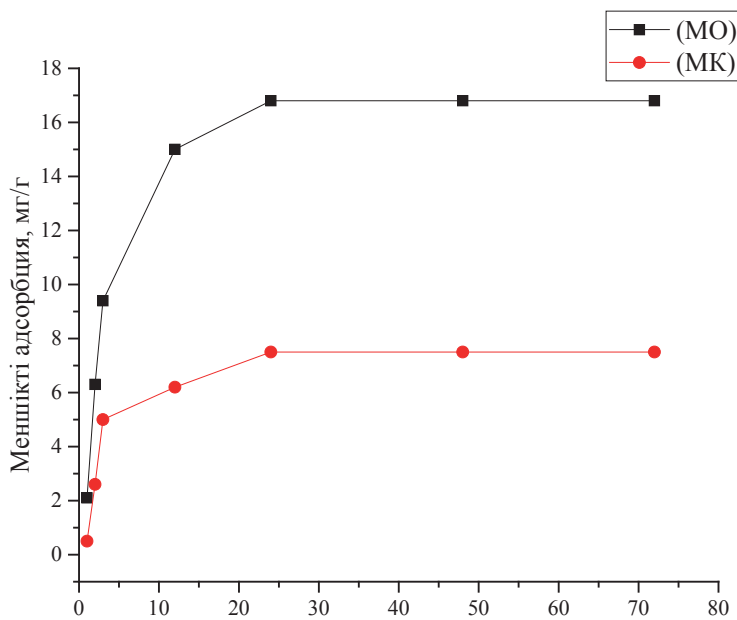
Криогель көлемі арқылы сұйықтықтардың ағу жылдамдығын анықтау. Криогельдердің кеуекті құрылымы оларды әртүрлі заттардың сорбенттері, ағынды типті катализаторлар, хроматографиялық материалдар ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Сұйықтық үшін криогельдердің өткізгіштігін бағалаудың маңызды сипаттамасы-сұйықтықтың криогель арқылы өту жылдамдығын анықтау. Ерітінділер мен криогель арасы 20,30,40,50 см қашықтықтағы шыны түтік арқылы өткізілді және сұйықтықтың криогель арқылы өту уақыты анықталды. Ағу жылдамдығын анықтау үшін рН шамасы 3,4,6,7,8 болатын сұйықтықтар қолданылды. Криогель арқылы сұйықтықтың ағу жылдамдығын анықтау нәтижелері 5-суретте берілген.



Сурет 5 -рН-тың әр түрлі мәніндегі сұйықтықтардың Хит-НаКМЦ криогелі арқылы ағу жылдамдығы

Криогельдің бояғыштарды сорбциялауын зерттеу. Криогельдермен әртүрлі қосылыстардың сорбция процестерін зерттеу оларды практикалық қолдану перспективаларын анықтау мақсатында жүргізілді.

Біздің жұмысымызда бояғыштардың-метилоранж (МО) және метилен көк (МК) сорбциясын зерттеу жүргізілді. Сорбция процестерін зерттеу сорбенттердің статикалық сиымдылығын анықтауға негізделген. Криогельдердің сорбциялық сиымдылығы 1-кестеде берілген. Метилоранж (МО) және метилен көк (МК) бояғыштарының сорбциясы 6- суретте көрсетілген.



Сурет 6 - Метилоранж (МО) және метилен көк (МК) бояғыштарының сорбциясы
Кесте 1- Криогельдердің сорбциялық сиымдылығы

Криогель	Сіңірілетін зат	Максималды адсорбция, мг / г
Хит-НаКМЦ	МО	16,8±0,1
	МК	7,5±0,4

Сорбция изотермаларын талдау криогельдің сорбциялық сиымдылығы үлкен емес және 7-ден 16,8 мг/г-ға дейін ауытқитынын көрсетті.

Қорытынды. Қорыта келгенде, -12°C температурада полимерлердің концентрлі ерітінділері арасында интерполиэлектролиттік реакция жүргізу арқылы криогель алу әдісі әзірленді, алғаш рет осы әдіспен Хит- NaKM Ц табиғи полимерлерінің интерполиэлектролитті комплексінегізінде криогель алынды. Криогельдің морфологиясы, ісіну дәрежесі және криогель көлемі арқылы сұйықтықтың ағу жылдамдығы анықталды, сорбциялық қасиеті зерттелді.

Алынған криогельді экологияда, катализде, медицинада - сүйек және шеміршек тіндерін қалпына келтіруде, дәрі-дәрмектерді жеткізу жүйелерінде, биотехнологияда қолдану мүмкіндігін анықтау үшін зерттеулерді жалғастыру көзделуде.

Information about authors:

Orazzhanova Lazzat – NAO “Shakarim Semey University”, Semey, Kazakhstan, candidate of Chemical Sciences, associate Professor, tel. +7 747 648 69 28, e-mail: lyazzat.7070@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7881-0589>;

Musabayeva Binur – Astana International University, Nursultan, Kazakhstan, candidate of Chemical Sciences, Professor, tel. +77076208586, e-mail: binur.mussabayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2209-1209>;

Gaisina Balzhan – NAO “Shakarim Semey University”, Semey, Kazakhstan, doctoral student of NAO “Shakarim Semey University”, Semey, tel. +7 775 984 99 50, e-mail: balzhan-1982@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8468-2744>;

Kazbekova Alua – NAO “Shakarim Semey University”, Semey, Kazakhstan, master’s student of NAO “Shakarim Semey University”, Semey, tel. +7 708 950 05 86, e-mail: alua_kazbekova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7642-3657>;

Sabitova Alfira – NAO “Shakarim Semey University”, Semey, Kazakhstan, Ph.D. Chemistry, associate Professor, tel. +7 700 717 18 40, e-mail: alfa-1983@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3360-7998>.

REFERENCES

- [1] Lozinsky V.I. (2014) A Brief History of Polymeric Cryogels. Springer International Publishing. Switzerland, p.48.
- [2] Klivenko A.N., Mussabayeva B.Kh., Gaisina B.S., Sabitova A.N. (2021) Biocompatible cryogels: preparation and application. Bulletin of the University of Karaganda – Chemistry. № 3 (103) pp. 4-20.
- [3] Lozinsky V.I. (2002) Cryogels on the basis of natural and synthetic polymers: preparation, properties and application. Russian Chem. Reviews, vol.71, no 6, pp. 559-585. (in Russian).
- [4] Konstantinova N.R., Lozinsky V.I. (1997) Cryotropic gelation of ovalbumin solutions. Food Hydrocoll, vol. 11, no 2, pp. 113-123.
- [5] Izumrudov V.A., Mussabayeva B.Kh., Kassymova Zh.S., Klivenko A.N., Orazzhanova L.K. (2019) Interpolyelectrolyte complexes: advances and prospects of application. Chemical Reviews. Russian, vol.88(10), pp.1046-1062.
- [6] Jagadish Chandra Roy, Ada Ferri, Stéphane Giraud, Guan Jinping, Fabien Salaün (2018) Chitosan–Carboxymethylcellulose-Based Polyelectrolyte Complexation and Microcapsule Shell Formulation. International Journal of Molecular Sciences, 19, 2521.
- [7] Izumrudov V.A., Volkova I.F., Grigoryan E.S., Gorshkova M.Yu. (2011) Water-soluble nonstoichiometric polyelectrolyte complexes of modified chitosan. High molecular weight compounds, vol. 53, no 4, pp.515-524.(in Russian).
- [8] Suvorova A.I., Tyukova I.S., Borisova T.S., Pletneva L.V. (2005) Sorption of water vapor by chitosan-carboxymethylcellulose interpolyelectrolyte complexes prepared from solutions. High molecular weight compounds, vol. 47, no 12, pp. 2111-2117.(in Russian).
- [9] Kutlusoy T., Oktay B., Apohan N.K., Süleymanoğlu M., Kuruca S.E. (2017) Chitosan-co-Hyaluronic acid porous cryogels and their application in tissue engineering. International Journal of Biological Macromolecules. vol.103, pp. 366-378.
- [10] Stoyneva V., Momekova D., Kostovs B., Petrov P. (2014) Stimuli sensitive super-macroporous cryogels based on photo-crosslinked 2-hydroxyethylcellulose and chitosan. Carbohydrate Polymers, vol. 99, pp. 825-830.
- [11] Konovalova M.V., Kurek D.V., Litvinets S.G., Martinson E.A., Varlamov V.P. (2016) Preparation and characterization of cryogels based on pectin and chitosan. Progress on Chemistry and Application of Chitin and its Derivative, vol.21, pp. 114-121.
- [12] Mussabayeva B.Kh., Klivenko A.N., Kassymova Zh.S., Orazzhanova L.K. (2018) The use of interpolymer complexes for environmental purposes. Chemical Journal of Kazakhstan. no 4, pp.187-204.(in Russian).
- [13] Kassymova Zh.S., Orazzhanova L.K., Klivenko A.N., Mussabayeva B.Kh., Asserganov D.K. (2019) Preparation and Properties of Interpolymer Complexes Capable of Soil Structuring. Russ. J. Appl. Chem. No92 (2). pp. 208 – 217.
- [14] Popova E.V., Domnina N.S., Kovalenko N.M., Borisova E.A., Kolesnikov L.E., Tyuterev S.L. (2017) Biological activity of chitosan with different molecular weight. Bulletin of Plant Protection, no 3(93), pp. 28–33.(in Russian).
- [15] Cole D.M., Ringelberg D.B., Reynolds C.M. (2012) Small-Scale Mechanical Properties of Biopolymers. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. vol. 138. no 9. pp. 1063-1074.

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

А.С. Абсейт, Н.С. Елибаева, Г.Г. Абдикарим ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИНОКИСЛОТ В СОСТАВЕ РАСТЕНИЯ КОЛЮЧЕЛИСТНИКА (<i>ACANTHOPHYLLUM PUNGENS</i>).....	6
А.А. Бек, З.А. Естемесов, М.Б. Нурпеисова, А.С. Суворов, А.Д. Дадин ЗАКЛАДНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ИЗВЕСТНЯКОВЫХ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ.....	11
М.А. Дэуренбек НЕКОТОРЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ЗАРУБЕЖНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО СУЛЬФИДНОГО СОЕДИНЕНИЯ $ZnIn_2S_4$ (СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ).....	20
М.Ж. Журинов, А.Ф. Мифтахова, Т.С. Бекежанова, М.К. Калыкбердиев, А.Т. Нурғали РАЗРАБОТКА СПОСОБА РАЗДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ <i>ARTEMISIA CINA BERG.</i> И <i>ARTEMISIA ANNUA L.</i>	27
Журинов М.Ж., Жармагамбетова А.К., Талгатов Э.Т., Солодова Е.В., Ауезханова А.С. АНАЛИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ КАЗАХСТАНА, СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЯ С ПРОТИВОВИРУСНОЙ АКТИВНОСТЬЮ.....	35
А. Исаева, Б. Корганбаев, А. Волненко, Д. Жумадуллаев ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ БАШНИ ОХЛАЖДЕНИЯ ГИДРАТАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ.....	44
Н.К. Надиров, А.В. Ширинских, Е.В. Солодова, С.Б. Нуржанова ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И ЭКОНОМИЧНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ.....	51
У.Б. Назарбек, С.П. Назарбекова, П.А. Абдуразова, М.Б. Камбатыров, Е.Б. Райымбеков ХИМИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ СТРУКТУРЫ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	58
С.М. Наурзкулова, М.В. Арапова, Б.К. Масалимова, С.М. Калмаханова ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ НА СТРУКТУРНЫЕ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ Ni-СОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ.....	67
А.Б. Ниязбекова, Т.А. Шакиров, М.Ж. Алмагамбетова, Г.М. Губайдуллина, Д.К. Салимова КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА СТАЛИ СТЗ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ИНГИБИТОРАМИ В МОДЕЛЬНОМ РАСТВОРЕ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ.....	73
А.Н. Нурлыбаева, Е.И. Рустем, М.С. Калмаханова, К.К. Торгаев, М.Н. Омарова СИНТЕЗ МЕТАКРИЛОВОГО СОПОЛИМЕРА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В КРАСКАХ.....	79
Л.К. Оразжанова, Б.Х. Мусабаева, Б.С. Гайсина, А.К. Казбекова, А.Н. Сабитова ПОЛУЧЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ КРИОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ.....	86
А.Б. Токтамысова, Э.К. Асембаева, Г.Т. Тулеева, Б.Т. Тнымбаева, Ш.Б. Егемова СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В СУХОМ КУМЫСЕ.....	94
Г.С. Шаймерденова, К.Т. Жантасов, Т.С. Бажиров, А.А. Кадырбаева, М.Т. Байжанова ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФТОРА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАНУЛ ДИАММОНИЙФОСФАТА.....	100

МАЗМҰНЫ

ХИМИЯ

А.С. Әбсейт, Н.С. Елибаева, Г.Ф. Әбдікәрім БОЗТІКЕН (<i>ASANTHORHYLLUM PUNGENS</i>) ӨСІМДІГІНІҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ АМИНҚЫШҚЫЛДАРЫН АНЫҚТАУ.....	6
А.А. Бек, З.А. Естемесов, М.Б. Нурпеисова, А.С. Суворов, А.Д. Дадин БАЙЫТУДЫҢ ӘКТАСТЫ ҚАЛДЫҚТАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ ЕНДІРІЛГЕН ҚОСПАЛАР.....	11
М.Ә. Дәуренбек КЕШЕНДІ СУЛЬФИДТІ ҚОСЫЛЫС $ZnIn_2S_4$ НЕГІЗІНДЕГІ КЕЙБІР ЗАМАНАУИ ШЕТЕЛДІК ЗЕРТТЕУЛЕР (КҮЙІ МЕН БЕТАЛЫСЫ).....	20
М.Ж. Журынов, А.Ф. Мифтахова, Т.С. Бекежанова, М.Қ. Қалықбердиев, А.Т. Нұрғали <i>ARTEMISIA CINA BERG.</i> ЖӘНЕ <i>ARTEMISIA ANNUA L.</i> ӨСІМДІК ШИКІЗАТТАРЫНАН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ Қ ҚОСЫЛЫСТАРДЫ БӨЛІП АЛУ ӘДІСІН ЖАСАУ.....	27
М.Ж. Журинов, А.К. Жармагамбетова, Э.Т. Талгатов, Е.В. Солодова, А.С. Аuezханова ҚҰРАМЫНДА ВИРУСҚА ҚАРСЫ БЕЛСЕНДІЛІККЕ ИЕ ҚОСЫНДЫЛАРЫ БАР ҚАЗАҚСТАН ФЛОРАСЫНЫҢ ДӘРІЛІК ӨСІМДІКТЕРІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ.....	35
А. Исаева, Б. Корганбаев, А. Волненко, Д. Жумадуллаев ТЕРМИЯЛЫҚ ФОСФОР ҚЫШҚЫЛЫН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕГІ ГИДРАТАЦИЯЛЫҚ САЛҚЫНДАТҚЫШ МҰНАРАНЫ ЖОБАЛАУҒА АРНАЛҒАН ИНЖЕНЕРЛІК ШЕШІМДЕР.....	44
Н.К. Надиров, А.В. Ширинских, Е.В.Солодова, С.Б. Нуржанова АУЫР МҰНАЙДЫ ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ ҚАЙТА ӨНДЕУ ПРОЦЕСТЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҒЫ, ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ЗИЯНСЫЗДЫҒЫ МЕН ҮНЕМДІЛІГІ.....	51
У.Б. Назарбек, С.П. Назарбекова, П.А. Абдуразова, М.Б. Қамбатыров, Е.Б. Райымбеков КЕШЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ ТЕОРИЯСЫ ТҰРҒЫСЫНАН ГУМИНДІ ЗАТТАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ХИМИЯЛЫҚ ӨРНЕКТЕУ.....	58
С.М. Наурызкулова, М.В. Арапова, Б.К. Масалимова, С.М. Калмаханова ОТЫН ЭЛЕМЕНТТЕРІНДЕ ҚОЛДАНУҒА АРНАЛҒАН КҮРДЕЛІ ОКСИДТЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ЖАҢА Ni ҚҰРАМДЫ КОМПОЗИТТЕРДІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖӘНЕ ТОТЫҚСЫЗДАНУ ҚАСИЕТТЕРІНЕ АЛУ ӘДІСТЕРІНІҢ ӘСЕРІ.....	67
А.Б. Ниязбекова, Т.А. Шакиров, М.Ж. Алмагамбетова, Г.М. Губайдуллина, Д.К. Салимова СТ-3 БОЛАТЫНЫҢ ҚОРРОЗИЯҒА ҰШЫРАУЫ ЖӘНЕ ҚАБАТТЫҚ СУДЫҢ МОДЕЛЬДІК ЕРІТІНДІСІНДЕ БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ИНГИБИТОРЛАРМЕН ҚОРҒАЛУЫ.....	73
А.Н. Нурлыбаева, Е.И. Рустем, М.С. Калмаханова, К.К. Торгаев, М.Н. Омарова МЕТАКРИЛ СОПОЛИМЕРІНІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОНЫҢ БОЯУЛАРҒА ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	79
Л.К. Оразжанова, Б.Х. Мұсабаева, Б.С. Гайсина, А.Қ. Қазбекова, А.Н. Сабитова ХИТОЗАН МЕН НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА НЕГІЗІНДЕ КРИОГЕЛЬ АЛУ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ.....	86
А.Б. Токтамысова Э.К. Асембаева, Г.Т. Тулеева, Б.Т. Тнымбаева, Ш.Б. Егемова ҚҰРҒАҚ ҚЫМЫЗДАҒЫ ЛИПИДТЕРДІҢ ТОТЫҒУ ДӘРЕЖЕСІ.....	94
Г.С. Шаймерденова, Қ.Т. Жантасов, Т.С. Бажиров, А.А. Қадырбаева, М.Т. Байжанова ДИАММОНИЙ ФОСФАТ ТҮЙІРШІКТЕРІНІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ФТОР ҚҰРАМЫНЫҢ ӘСЕРІ.....	100

CONTENTS

CHEMISTRY

A.S. Abseyt, N.S. Yelibayeva, G.G. Abdikarim DETERMINATION OF AMINO ACIDS IN THE ACANTHOPHYLLUM PUNGENS PLANT COMPOSITION.....	6
A.A. Bek, Z.A. Yestemesov, M.B. Nurpeisova, A.S. Suvorov, A.D. Dadin EMBEDDED MIXTURES BASED ON LIMESTONE TAILINGS.....	11
M.A. Daurenbek SOME MODERN FOREIGN STUDIES BASED ON COMPLEX SULFIDE COMPOUND $ZnIn_2S_4$ (STATE AND TRENDS).....	20
M.Zh. Zhurinov, A.F. Miftakhova, T.S. Bekezhanova, M.K. Kalykberdiev, A.T. Nurgali DEVELOPMENT OF SEPARATING WAY OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM PLANT RAW MATERIALS OF ARTEMISIA CINA BERG. AND ARTEMISIA ANNUA L.	27
Zhurinov M.Zh., Zharmagambetova A.K., Talgatov E.T, Solodova E.V., Auyezkhanova A.S. ANALYSIS OF MEDICINAL PLANTS OF THE FLORA OF KAZAKHSTAN CONTAINING COMPOUNDS WITH ANTIVIRAL ACTIVITY.....	35
A. Issayeva, B. Korganbayev, A. Volnenko, D. Zhumadullayev ENGINEERING SOLUTIONS FOR DEVELOPING THE STRUCTURE OF A COOLING-HYDRATION TOWER IN THE PRODUCTION OF THERMAL PHOSPHORIC ACID.....	44
N.K. Nadirov, A.V. Shirinskikh, E.V. Solodova, S.B. Nurzhanova FEASIBILITY, ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS AND ECONOMICAL EFFICIENCY OF TREATMENT AND REFINING PROCESSES OF HEAVY OIL	51
U.B. Nazarbek, S.P. Nazarbekova, P.A. Abdurazova, M.B. Kambatyrov, Y.B. Raiymbekov CHEMICAL EXPRESSION OF THE STRUCTURE OF HUMIC SUBSTANCES IN TERMS OF COMPLEX COMPOUNDS.....	58
S.M. Naurzkulova, M.V. Arapova, B.K. Massalimova, M.S. Kalmakhanova INFLUENCE OF THE PREPARATION METHODS ON THE STRUCTURAL AND REDUCIBILITY PROPERTIES OF NEW Ni CONTAINING COMPOSITES BASED ON COMPLEX OXIDES FOR FUEL-CELL APPLICATION.....	67
A. Niyazbekova, T. Shakirov, M. Almagambetova, G. Gubaidullina, D. Salimova CORROSION AND PROTECTION OF ST-3 STEEL BY INORGANIC INHIBITORS IN A MODEL RESERVOIR WATER SOLUTION.....	73
A.N. Nurlybayeva, E.I. Rustem, M.S. Kalmakhanova, K.K. Tortayev, M.N. Omarova SYNTHESIS OF METHACRYLIC COPOLYMER AND ITS APPLICATION IN PAINTS.....	79
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.....	86
A.B. Toktamyssova, E.K. Assembayeva, G.T. Tuleeva, B.T. Tnymbaeva, Sh. B. Ygemova LEVID OXIDENESS IN DRY KUMYSE.....	94
G.S. Shaimerdenova, K.T. Zhantasov, T.S. Bazhirov, A.A. Kadirbayeva, M.T. Baizhanova EFFECT OF FLUORINE CONTENT ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF DIAMMONIUM PHOSPHATE GRANULES.....	100

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://www.nauka-nanrk.kz)

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

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

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*
Верстка на компьютере *Г.Д.Жадыранова*

Подписано в печать 10.03.2022.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
4,6 п.л. Тираж 300. Заказ 1.