

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2025 • 1



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖУРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА РҚБ президенті м.а., АҚ «Д.В. Сокольский атындағы Отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Редакция ұжымы:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Максат Нұрәділұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

РАМАЗАНОВ Тілекқабыл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны онтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

ОЛИВЬЕРО Росси Сезаре, PhD (химия), Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

САНГ-СУ Квак, PhD (биохимия, агрохимия), профессор, Корей Биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. (Астана, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

КАЛАНДРА Пьетро, PhD (физика), наноқұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фарабиатындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

Бүркітбаев Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, профессор, Мексика ұлттық автономиялық университеті (UNAM), Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, ҰЯЗУ МИФИ әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

ӘБІШЕВ Медеу Ержанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

ӘБІЛМАҒЖАНОВ Арлан Зайнуталлайұлы, химия ғылымдарының кандидаты, Д.В. Сокольский атындағы "Отын, катализ және электрохимия институты" АҚ Бас директорының бірінші орынбасары, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.).

Ақпарат агенттігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпарат агенттігін және желілік басылымды қайта есепке қою туралы ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі «Ақпарат комитеті» Республикалық мемлекеттік мекемесі **31.01.2025 ж.** берген № **KZ31VPY0011215** Күәлік.

Тақырыптық бағыты: *физика, химия.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. президента РОО НАН РК, Генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

АБИЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

ОЛИВЬЕРО Росси Чезаре, доктор философии (PhD, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

САНГ-СУ Квак, доктор философии (PhD, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (PhD, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>
БОШКАЕВ Қуантай Авгазыевич, PhD, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

ТАКИБАЕВ Нургали Жабгаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, кандидат физико-математических наук, доцент, Филиал НИЯУ МИФИ Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

АБИШЕВ Медеу Ержанович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

АБИЛЬМАГЖАНОВ Арлан Зайнуталлаевич, кандидат химических наук, первый заместитель генерального директора АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

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

Свидетельство №KZ31VPY0011215 о повторной регистрации периодического печатного издания информационного агентства, информационного агентства и сетевого издания, выданное Республиканским государственным учреждением «Комитет информации» Министерства культуры и информации Республики Казахстан **31.01.2025**

Тематическая направленность: *физика, химия*.

Периодичность: 4 раза в год.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Editor-in-Chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Acting President of RPA NAS RK, General Director of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky" (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Editorial Board:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the International Science and Production Holding "Phytochemistry" (Karaganda, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

ABIEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

OLIVIERO Rossi Cesare, PhD (Chemistry), Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

TIGINYANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

SANG SU Kwak, PhD (Biochemistry, Agricultural Chemistry), Professor, Chief Scientist, Research Center for Plant Systems Engineering, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

BERSIMBAYEV Rakhmetkazhi Iskenderovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

CALANDRA Pietro, PhD (Physics), Professor, Institute for the Study of Nanostructured Materials (Rome, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

BOSHKAEV Kuantai Avgazyevich, PhD, Associate Professor, Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

BURKITBAEV Mukhambetkali, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ZHUSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NAS of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

TAKIBAEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

KHARIN Stanislav Nikolaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Branch of NRNU MEPhI Kazakh National University named after Al-Farabi (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

ABISHEV Medeu Erzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

ABILMAGZHANOV Arlan Zainutallaevich, PhD in Chemistry, First Deputy Director General of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky", (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (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. KZ31VPY00111215 issued 31. 01. 2025

Thematic scope: *physics and chemistry*.

Periodicity: 4 times a year.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2025

© **A.B. Issayeva^{1,2*}, A.A. Sharipova¹, M.O. Issakhov³, G.A. Kadyrbekova², 2025.**

¹Scientific and Production Enterprise «Antigen» LLP, Almaty, Kazakhstan;

²Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;

³ Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: isa-aseem@mail.ru

ROLE OF MICROENCAPSULATED HUMIC ACID BASED ON BIOPOLYMERS IN PLANT GROWTH STIMULATION

Issayeva Assem Bakhytzhonovna – PhD, Scientific researcher, Scientific and Production Enterprise «Antigen» LLP, Almaty, Kazakhstan, E-mail: isa-aseem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>;

Sharipova Altnai Azigarovna – PhD, Research professor. Satbayev university, Almaty, Kazakhstan, E-mail: a_sharipova85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2217-9975>;

Issakhov Miras Orynbasarovich – PhD-student, Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: mir001@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-6660-5787>;

Kadirbekova Gulzhamal Asylbekkyzy – Student, Satbayev university, Almaty, Kazakhstan, E-mail: gulzhi.kadirbrkova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-5025-7707>.

Abstract. Microencapsulation is the process of creating a protective shell around active substances in order to protect them from external factors, slow or regulate their release and improve stability. One of the promising microencapsulation technologies is the use of sodium alginate as a shell material. The use of microencapsulated biostimulants in agroindustry allows to significantly increase the efficiency of active substances due to their prolonged release and protection from external factors. One of the promising approaches is the use of natural polymers such as sodium alginate and humic acids. The emulsifier Span 80 is widely used to stabilise emulsions in the preparation of microcapsules. Evaluation of parameters such as surface tension, particle size and zeta potential is necessary to understand the stability and properties of the system.

This article focuses on the process of microencapsulation of humic acid using sodium alginate, investigating the features of this technology and its possible applications, discussing the methods and mechanisms of microencapsulation using biopolymers and emulsifiers and the different applications of the resulting microcapsules. Special attention is paid to environmental aspects including biodegradability and safety of the obtained microcapsules. In this paper, the parameters of microcapsules prepared by emulsion microencapsulation method using sodium alginate, humic acid and Span 80 emulsifier were investigated. Characteristics such as surface tension using RAT-1 tensiometer, particle size and zeta potential by dynamic light scattering (DLS) method

were investigated. The results demonstrate the stability of the obtained microcapsules, which is confirmed by their size and zeta potential values.

Key words: biostimulants, biopolymers, humic acid, microencapsulation, sodium alginate.

© А.Б. Исаева^{1,2*}, А.А. Шарипова², М.О. Исахов³, Г.А. Кадирбекова², 2025.

¹ «Антиген ғылыми-өндірістік кәсіпорны» ЖШС, Алматы, Қазақстан;

² Satbayev university, Алматы, Қазақстан;

³ Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: isa-aseм@mail.ru

БИОПОЛИМЕРЛЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН МИКРОКАПСУЛДАНҒАН ГУМИН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ӨСІМДІКТЕРДІҢ ӨСУІН ЫНТАЛАНДЫРУДАҒЫ РӨЛІ

Исаева Асем Бахытжанқызы – PhD, «Антиген» ҒӨК ЖШС ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан, E-mail: isa-aseм@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>;

Шарипова Алтынай Азигаровна – PhD, зерттеуші профессор, Satbayev University, Алматы, Қазақстан, E-mail: a_sharipova85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2217-9975>;

Исахов Мирас Орынбасарұлы – PhD докторант, Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан, E-mail: mir001@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-6660-5787>;

Кадирбекова Гульжамал Асылбекқызы – Студент Satbayev University, Алматы, Қазақстан, E-mail: gulzhi.kadirbrkova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-5025-7707>.

Аннотация. Микрокапсуляция – бұл сыртқы факторлардан қорғау, босатуды бәсеңдету немесе реттеу және тұрақтылықты жақсарту мақсатында белсенді заттардың айналасында қорғаныс қабығын құру процесі. Микрокапсуляцияның перспективалы технологияларының бірі – натрий альгинатын қабықша материалы ретінде пайдалану. Агроөнеркәсіпте микрокапсуляцияланған биостимуляторларды қолдану олардың ұзақ уақыт босатылуы және сыртқы факторлардан қорғалуы есебінен белсенді заттардың тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді. Перспективалы тәсілдердің бірі – натрий альгинаты және гумин қышқылдары сияқты табиғи полимерлерді қолдану. Микрокапсулаларды алу кезінде эмульсияларды тұрақтандыру үшін Span 80 эмульгаторы кеңінен қолданылады. Жүйенің тұрақтылығы мен қасиеттерін түсіну үшін беттік керілу, бөлшектердің мөлшері және дзета потенциалы сияқты параметрлерді бағалау қажет. Бұл мақала натрий альгинатының көмегімен гумин қышқылдарының микрокапсуляция процесіне, осы технологияның ерекшеліктерін және оның мүмкін қолданылуын зерттеуге, биополимерлер мен эмульгаторларды қолданатын микрокапсуляция әдістері мен механизмдерін, сондай-ақ алынған микрокапсулаларды қолданудың әртүрлі салаларын қарастырады. Алынған микрокапсулалардың биодеградалуы мен қауіпсіздігін қоса алғанда, экологиялық аспектілерге ерекше назар аударылады. Бұл жұмыста натрий альгинаты, гумин қышқылдары және span 80 эмульгаторы көмегімен эмульсиялық микрокапсуляция әдісімен алынған микрокапсулалардың

параметрлері зерттелді. РАТ-1 тензиомерімен беттік керілу, бөлшектердің мөлшері және динамикалық жарық шашырау (DLS) әдісімен дзета потенциалы сияқты сипаттамалар зерттелді. Нәтижелер алынған микрокапсулалардың тұрақтылығын көрсетеді, бұл олардың мөлшері мен дзета потенциалының мәндерімен расталады.

Түйін сөздер: биостимуляторлар, биополимерлер, гумин қышқылы, микрокапсуляция, натрий альгинаты.

©А.Б. Исаева^{1,2*}, А.А. Шарипова², М.О. Исахов³, Г.А. Кадирбекова², 2025.

¹ТОО Научно-производственное предприятие Антиген,

Алматинская область, Казахстан;

²Satbayev University, Алматы, Казахстан;

³Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан.

E-mail: isa-ase@mail.ru

РОЛЬ МИКРОКАПСУЛИРОВАННОЙ ГУМИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ В СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ

Исаева Асем Бахытжановна – PhD, научный сотрудник, ТОО НПП «Антиген», Алматы, Казахстан, E-mail: isa-ase@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>;

Шарипова Алтынай Азигаровна – PhD, профессор-исследователь, Сатпаев университет, Алматы, Казахстан, E-mail: a_sharipova85@mail.ru;

Исахов Мирас Орынбасарович – докторант, Казахско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан, E-mail: mir001@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-6660-5787>;

Кадирбекова Гульжамал Асылбекқызы – студент, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан, E-mail: gulzhi.kadirbrkova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-5025-7707>.

Аннотация. Микрокапсулирование представляет собой процесс создания защитной оболочки вокруг активных веществ с целью их защиты от внешних факторов, замедления или регулирования высвобождения и улучшения стабильности. Одной из перспективных технологий микрокапсулирования является использование альгината натрия в качестве материала для оболочки. Применение микрокапсулированных биостимуляторов в агропромышленности позволяет значительно повысить эффективность действующих веществ за счет их пролонгированного высвобождения и защиты от внешних факторов. Одним из перспективных подходов является использование природных полимеров, таких как альгинат натрия и гуминовые кислоты. Для стабилизации эмульсий при получении микрокапсул широко применяется эмульгатор Span 80. Оценка таких параметров, как поверхностное натяжение, размер частиц и дзета-потенциал, необходима для понимания стабильности и свойств системы.

Эта статья посвящена процессу микрокапсулирования гуминовой кислоты с помощью альгината натрия, исследованию особенности этой технологии и её возможные применения, рассматриваются методы и механизмы микрокапсулирования с использованием биополимеров и эмульгаторов, а также

различные области применения полученных микрокапсул. Особое внимание уделено экологическим аспектам, включая биodeградируемость и безопасность полученных микрокапсул. В данной работе проведено исследование параметров микрокапсул, полученных методом эмульсионного микрокапсулирования с использованием альгината натрия, гуминовой кислоты и эмульгатора Span 80. Исследованы такие характеристики, как поверхностное натяжение с использованием тензиометра PAT-1, размер частиц и дзета-потенциал методом динамического светорассеяния (DLS). Результаты демонстрируют стабильность полученных микрокапсул, что подтверждается их размером и значениями дзета-потенциала.

Ключевые слова: биостимуляторы, биополимеры, гуминовая кислота, микрокапсулирование, альгинат натрия.

Финансирование: Работа выполнена в рамках проекта КН МНУВО РК по проекту: AP22785889 «Разработка новых микрокапсулированных биостимуляторов на основе природных полимеров с высокой стабильностью и пролонгированным действием, применяемых в агропромышленности».

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Основным приоритетом развития современной агропромышленности является поиск экологически безопасных методов для стимулирования роста растений и увеличения производительности сельскохозяйственных культур. Одними из которых являются биостимуляторы - натуральные вещества, способствующие повышению урожайности растений и улучшению усвоения питательных веществ, в то же время снижающих зависимость от использования химических удобрений. Разработка биостимулятора для целевого рынка также необходима из-за глобального дисбаланса питательных веществ (Lin, и др., 2018)

На сегодняшний день в Казахстане применяются различные виды биостимуляторов, такие как Fitovak (Atoeva, et al., 2023) которые получают из синтетического полимера – тетраметилметиленадиамин, Biodux (Peut, et al., 2017) изготавливается из низшего почвенного гриба *Mortierella alpine*, 0.1% Mers – содержит растительный белково-ферментный комплекс, в основе которого лежат хлорофиллпептидно-витаминно-белковые вещества, полученные из экстрактов семи растений, и соли железа, меди, цинка, молибдена, марганца, кобальта, бария, йода, органические биостимуляторы Азотофертил на основе штамма *Azotobacter chroococcum* (Kalymbetov, et al., 2023) Сапропель из остатков микроорганизмов, Биогумус изготовленный из навоза и др. (Yuldasheva, et al., 2023). Анализ применяемых биостимуляторов в Казахстане и за рубежом в целом показал, что большинство из них основаны на использовании синтетических полимеров, микроорганизмов, навоза и др.

Применяемые синтетические полимеры являются небиodeградируемыми и могут нанести негативный экологический эффект для окружающей среды. Более

того, несмотря на их положительное влияние на рост растений и увеличения урожайности, они не обладают способностью улавливать тяжелые металлы и вредные вещества, такие как пестициды, гербициды и др., которые попадают в организм животных и человека через растения и овощи, и в данном направлении, к сожалению, исследований на сегодняшний день практически нет. Исследования показали, что инкапсулированные с применением природных полимеров обладают более высокой биосовместимостью и биodeградируемостью, чем синтетические полимеры. Это делает их более предпочтительными для инкапсуляции биостимуляторов.

Внесение зеленых удобрений, остатков или навоза животного происхождения, рыбной муки, и гуминовой кислоты - вот некоторые варианты управления сельскохозяйственным производством в неблагоприятных почвенных условиях (Daur, et al., 2013) Все эти варианты направлены на улучшение почвенных условий для роста и качества урожая. Учитывая размер партии и доступность во всем мире, гуминовая кислота, по-видимому, является наилучшим вариантом среди альтернатив (Daur, et al., 2013).

Ветровая и водная эрозия, а также выщелачивание водой удаляют гуминовые кислоты из почв, требуя их регулярного пополнения. В этой связи, необходимо обогащать почву гуминовыми кислотами для увеличения урожайности (Susic, et al., 2016). Для увеличения эффективности и пролонгированного действия гуминовой кислоты актуальным направлением является проведение ее капсулирования, которая позволит контролируемо и постепенно высвобождать биостимулятор, и тем самым будет способствовать уменьшению количества ее потребления и иметь положительный экономический эффект, а применение природных полимеров для капсуляции будет иметь экологический эффект.

В 2016 году Европейская комиссия отнесла биостимуляторы к категории СЕ, определив их как удобрения, которые способствуют росту и развитию растений независимо от применяемого количества (Xiong, et al., 2018). Они должны оказывать одно из следующих воздействий на ризосферу растений в 2018 году, как определено Советом Европейского союза в качестве поправки к определению: (i) более эффективное использование питательных веществ, (ii) устойчивость к абиотическому стрессу, (iii) влияние на качество урожая и (iv) доступность из ограниченных питательных веществ в почве или ризосфере (Huppertsberg, и др., 2020). Таким образом, проведение исследований в направлении инкапсуляции биостимуляторов с природными полимерами для улучшения стабильности и эффективности микро- и нанокапсул в агропромышленности является актуальной и перспективной.

Материалы и методы. *Материалы:* Альгинат натрия (0,1%, 0,5%, 1% раствор), гуминовая кислота (0,1% раствор), Span 80 (0,5% от массы масла), 0,1М кальций хлорид, соевое масло.

Методы:

Приготовление микрокапсул: Эмульсионное микрокапсулирование с варьированием концентрации альгината натрия.

Измерение поверхностного натяжения: Для измерения межфазного натяжения и дилатационных реологических характеристик адсорбционных слоев использован Тензиометр ПАТ-1.

Определение размеров и дзета-потенциала: Динамическое светорассеяние (DLS) на анализаторе размеров частиц и дзета потенциала Winner 901.

Результаты и обсуждение. Основным классом растительных биостимуляторов являются гуминовые и фульвовые кислоты, за которыми следуют гидролизаты белков, экстракты морских водорослей, в то время как микробные биоэффекторы — это полезные грибы (например, грибы арбускулярной микоризы и *Trichoderma* spp.) и бактерии, стимулирующие рост растений (Savarese, и др., 2022). Стимулирование производства растительной биомассы биостимуляторами было связано с их влиянием на несколько биохимических или молекулярных путей и физиологических процессов. Авторами было обнаружено, что немикробные и микробные растительные биостимуляторы положительно влияют на эффективность использования питательных веществ (NUE) за счет улучшения архитектуры корневой системы и исследования почвы, а также увеличения растворимости макро- и микроэлементов, что может привести к повышению продуктивности растений. Например, было показано, что различные типы растительных биостимуляторов (например, гуминовые и растительные / водорослевые экстракты) содержат ауксин-подобные соединения, которые могут напрямую влиять на биологические процессы, такие как развитие растений и регуляция роста, или косвенно влиять на гормональный статус растений (Savarese, et al., 2022).

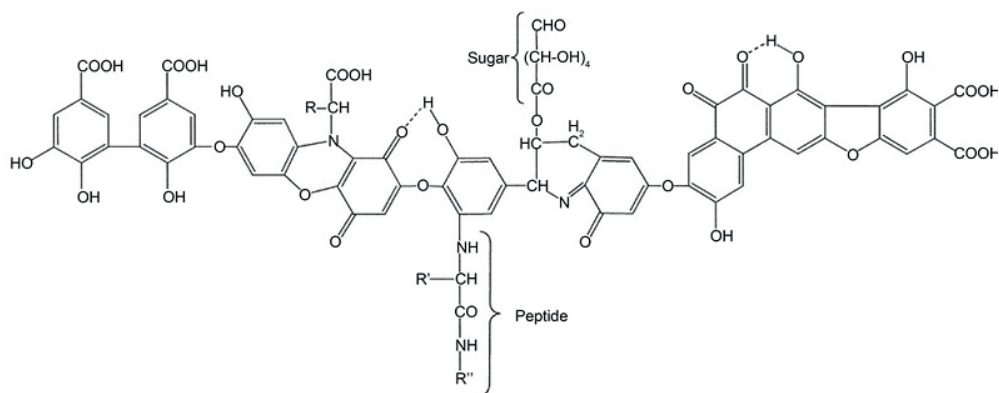


Рисунок 1 – Типичная структура гуминовой кислоты (Amgo, et al., 2016).

Гуминовая кислота как часть гумуса является естественным компонентом почвы и способствует улучшению биологических свойств почвы. Общеизвестно, что одним из важнейших компонентов BS является гуминовая кислота. Даже фульвокислота и подобные ей соединения оказывают скоординированное аналогичное воздействие на общее улучшение здоровья растения. Прошлые исследования показывают, что гуминовая кислота, по своей природе являясь

полионной, способствует ионному обмену, осуществляемому в почве, что приводит к блокировке свободного кальция. Кальций теперь недоступен для реакции с фосфатами, и, следовательно, доступность Р для растений увеличивается.

Гуминовая кислота также улучшает первичный и вторичный метаболизм растений, вызывая определенные необходимые изменения, авторы (Savarese, et al., 2022) сообщили представляющих общее увеличение урожайности абрикосов при обработке гуминовой кислотой.

Принципы микрокапсулирования. Микрокапсулирование – это формирование небольших капсул, в которых активный ингредиент заключен в защитную оболочку (Мадыбекова, et al., 2024). Процесс обычно состоит из трех основных этапов:

1. *Подготовка основного материала:* Гуминовую кислоту растворяют или диспергируют в подходящей среде.

2. *Формирование эмульсии:* Основной материал эмульгируется с раствором биополимера, например альгинат натрия.

3. *Инкапсуляция и затвердевание:* Полимерная матрица затвердевает вокруг сердцевины либо за счет химической сшивки, либо за счет гелеобразования под воздействием температуры, либо за счет испарения растворителя.

Биополимеры, такие как пектин, хитозан, альгинат и желатин, стали предпочтительными инкапсулирующими агентами благодаря своей биосовместимости, биоразлагаемости и способности образовывать стабильные матрицы. Эмульгаторы, такие как Span 80 (сорбитан моноолеат), играют решающую роль в формировании стабильных эмульсий при инкапсуляции. В таблице 1 представлены некоторые биополимеры, и эмульгаторы, применяемые в микрокапсулировании.

Таблица 2 – Основные биополимеры и их свойства для инкапсуляции

Биополимер	Характеристика	Применение
Пектин	Полисахарид растительного происхождения, обладает высокой гелеобразующей способностью, требует ионов кальция для сшивания.	Используется в сельском хозяйстве и пищевой промышленности для инкапсуляции биоактивных веществ. (Rehman, et al., 2019)
Хитозан	Производное хитина, обладает пленкообразующими и биоадгезивными свойствами, улучшает растворимость и контролируемое высвобождение активных веществ.	Применяется в фармацевтике, экологии и агротехнологиях. (Zulficar, et al., 2020)
Альгинат	Полисахарид из морских водорослей, образует гели при взаимодействии с двухвалентными катионами, подходит для гидрофильных веществ.	Широко используется для контролируемого высвобождения удобрений и фармацевтических препаратов. (Song, et al., 2024)
Желатин	Белковый полимер с эмульгирующими и гелеобразующими свойствами, может комбинироваться с другими биополимерами.	Применяется в медицине, фармацевтике и пищевой промышленности. (Naidu, et al., 2011)
Span 80	Гидрофобное неионогенное поверхностно-активное вещество, снижает межфазное натяжение и стабилизирует эмульсии.	Используется в эмульсиях типа «вода в масле» (W/O) и «масло в воде» (O/W) для инкапсуляции. (Yousefi, et al., 2023)

Tween 80	Гидрофильное неионогенное ПАВ, способствует образованию стабильных эмульсий.	Применяется в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. (Yang, et al., 2023)
Лецитин	Натуральный эмульгатор, получаемый из сои или яичного желтка, стабилизирует эмульсии и улучшает растворимость липофильных веществ.	Широко используется в пищевой промышленности, фармацевтике и косметике. (Celli, et al., 2021)

Эта таблица структурирует информацию о биополимерах и эмульгаторах и их применении в инкапсуляции, подчеркивая их свойства и области применения.

Микрокапсулы удобно наносить непосредственно на почву, во время высадки рассады или в качестве покрытия для семян, и они обладают гибкостью, позволяющей наносить их немедленно или хранить в течение длительного времени как при низких температурах, так и при температуре окружающей среды, что является наиболее распространенным методом защиты в настоящее время

В работе (Nazarbek, et al., 2023) в качестве полимера для микрокапсулирования гуминовой кислоты использовали карбоксиметилцеллюлозу.

Изучение физико-химических свойств микрокапсул предполагает использование различных аналитических методик и приборов. Применение современных физико-химических методов исследований: метод тензиометрии, метод динамического светорассеяния, метод электронной дисперсионной спектроскопии EDX/EDS, метод УФ-видимой спектроскопии, СЭМ, термогравиметрический анализ, инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье, позволяют проводить сверку экспериментальных данных в достоверности.

Методы исследования поверхностного натяжения, для определения поверхностно-активных свойств и обоснования подбора компонентов, составляющих микрокапсулы.

Динамическое светорассеяние (DLS) для измерения распределения частиц по размерам и дзета-потенциала инкапсулированной гуминовой кислоты. Распределение частиц по размерам и дзета-потенциал необходимо для определения стабильности и поверхностного заряда капсул.

Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (FTIR) для идентификации функциональных групп, присутствующих на поверхности инкапсулированной гуминовой кислоты.

УФ спектроскопия – для количественного определения гуминовой кислоты в микро- и микрокапсуле.

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) для визуализации морфологии инкапсулированной гуминовой кислоты. Данная информация может быть использована для определения размера, формы и однородности капсул.

Для проведения исследования по микрокапсулированию гуминовой кислоты был разработан экспериментальный дизайн, представленный на рисунке 2.

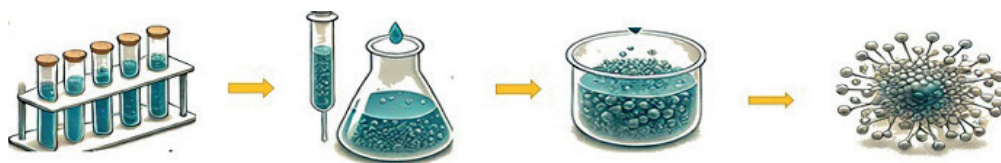


Рисунок 2 – Схема микрокапсулирования гуминовой кислоты с альгинатом натрия

Микрокапсулирование гуминовой кислоты обладает несколькими значительными преимуществами, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Преимущества микрокапсулирования гуминовой кислоты в альгинате натрия

Преимущество	Описание
Защита от внешних факторов	Обеспечивает защиту гуминовой кислоты от разрушения под воздействием света, кислорода и температурных колебаний, продлевая срок её хранения.
Контролируемое высвобождение	Позволяет регулировать скорость высвобождения гуминовой кислоты, обеспечивая её постепенное поступление в окружающую среду. Важно для сельского хозяйства и медицины.
Улучшение растворимости	Повышает растворимость гуминовой кислоты в воде, что способствует её лучшему усвоению растениями и расширяет области применения.
Безопасность и биосовместимость	Альгинат натрия является экологически чистым, биосовместимым и безопасным материалом, подходящим для использования в аграрной и медицинской сферах.

Как показано в таблице 2, микрокапсулирование гуминовой кислоты в альгинате натрия обеспечивает значительные преимущества, повышающие её эффективность и расширяющие возможности применения.

Для исследования поверхностного и межфазного натяжения измерения проводили с использованием тензиометра PAT-1 (SINTERFACE Technologies). В качестве дисперсной среды использовалась вода с растворенным альгинатом натрия и гуминовой кислотой, а в качестве масляной фазы - соевое масло с добавлением Span 80. Измерения показали, что добавление гуминовой кислоты снижает поверхностное натяжение водной фазы, способствуя стабилизации эмульсии. Введение Span 80 приводит к значительному уменьшению межфазного натяжения на границе масло–вода, что улучшает формирование эмульсий и образование микрокапсул.

Для получения микрокапсул гуминовой кислоты использовался метод эмульсионного микрокапсулирования. В качестве основного полимера использовали альгинат натрия (0,1–1% раствор), гуминовая кислота (0,1% раствор) - активное вещество, заключаемое в микрокапсулы, в качестве эмульгатора использовали Span 80 (0,5% от массы масла), который улучшает однородность микрокапсул, предотвращая их коалесценцию, 0,1М кальций хлорид - сшивающий агент, запускает процесс ионного гелеобразования альгината, соевое масло. Все процессы проводились при комнатной температуре (~25°C).

Водную фазу приготовили растворением альгината натрия в дистиллированной воде при интенсивном перемешивании до получения однородного раствора. Добавлением эмульгатора Span 80 в соевое масло и перемешиванием получили

масляную фазу. Для эмульгирования постепенно добавили водную фазу в масляную при интенсивном перемешивании с помощью магнитной мешалки для формирования эмульсии типа «вода в масле» (W/O). Гомогенизация проводилась в течение 10 минут при скорости 800 об/мин. Для гелеобразования, в раствор 0,1М кальция хлорида постепенно добавили смесь из альгината натрия, образцы выдерживались в растворе хлорида кальция в течение 30 минут для завершения формирования микрокапсул, промыли дистиллированной водой для удаления ионов кальция и высушили при комнатной температуре.

В таблице 3 приведены результаты полученных микрокапсул с разными концентрациями альгината натрия с 0.1% гуминовой кислотой

Таблица 3 - Результаты по размеру и дзета-потенциала микрокапсул

Концентрация AlgNa (%)	Размер микрокапсул (нм)	Дзета-потенциал (мВ)
0.1	619 ± 20	-25 ± 2
0.5	497 ± 15	-35 ± 3
1.0	350 ± 10	-45 ± 3

Согласно полученным данным полученные эмульсии отрицательно заряжены во всем диапазоне исследуемых концентраций, при этом размеры эмульсий в диапазоне 350-619 нм (Таблица 3).

Как видно таблицы, увеличение концентрации альгината натрия приводит к уменьшению среднего размера частиц, что связано с более высокой вязкостью раствора и улучшенной стабилизацией эмульсии. Дзета-потенциал микрокапсул становится более отрицательным при увеличении концентрации альгината натрия, что указывает на повышение стабильности системы. Эти данные подтверждают, что повышение содержания альгината натрия способствует формированию более устойчивых микрокапсул с меньшим размером и улучшенными электростатическими характеристиками.

После эмульгирования, добавили смесь в 0,1М раствор кальция хлорида, получили сферическую форму капсул, представленной на рисунке 3.

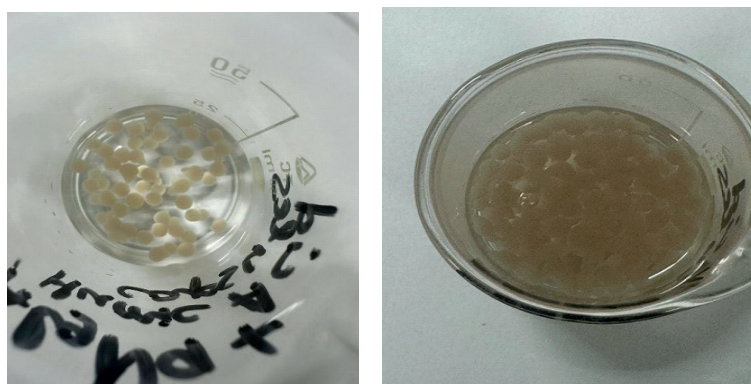


Рисунок 3 – Процесс гелеобразования 0,5% альгината натрия с 0,1% гуминовой кислотой в растворе 0,1М кальция хлорида

Из рисунка видно, что при контакте 0,5% альгината натрия с гуминовой кислотой с ионами кальция хорошо видна сферическая форма капсул, что свидетельствует о равномерном гелеобразовании. Относительно однородный размер частиц указывает на стабильность процесса эмульгирования перед гелеобразованием.

Таким образом, микрокапсулирование с использованием альгината натрия и гуминовой кислоты позволяет получить стабильные микрокапсулы с контролируемым размером и зарядом, что делает их перспективными для применения в агропромышленности.

Заключение: Микрокапсулирование гуминовой кислоты с использованием альгината натрия представляет собой эффективное решение для продления её действия в почве, повышения усвояемости растениями и минимизации потерь, связанных с вымыванием и разложением. Биополимерные микрокапсулы обеспечивают постепенное высвобождение биостимулятора, что способствует снижению частоты внесения удобрений и повышению их эффективности. Кроме того, применение природных полимеров делает данную технологию экологически безопасной альтернативой синтетическим методам. Исследования методов микрокапсулирования и их физико-химических свойств подтверждают значимость данной технологии в различных сферах промышленности и медицины, а также открывают перспективы для дальнейших научных разработок. Метод эмульгирования способствует стабильности активных веществ и обеспечивает их контролируемое высвобождение, особенно при использовании полимерных оболочек, таких как альгинаты. Развитие и внедрение данной технологии в агропромышленность позволит повысить урожайность сельскохозяйственных культур, улучшить структуру почвы и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Литература

Amro K.F., Elham M.A., Salwa A.A., Mai M.R. (2016) Fabrication and Characterisation of Novel Natural *Lycopodium clavatum* Sporopollenin Microcapsules Loaded In-Situ with Nano-Magnetic Humic Acid-Metal Complexes. *Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences* Vol 6(4). <https://doi.org/10.4236/jeas.2016.64009>.

Atoeva R.O., Kazakova D., Gozieva G.A. (2023) The Effect of the Immunostimulatory “Fitovak” on the Growth and Development of the Root System of Mung Bean. *Eurasian Research Bulletin*. V.18. P.186-188. <https://geniusjournals.org/index.php/erb/article/view/3740>.

Celli G.B., Comunian T.A. (2021) Chapter 9 - Application of Nano/Microencapsulated Ingredients in Oil/Fat-Based Products. Application of Nano/Microencapsulated Ingredients in Food Products. V.6 in *Nanoencapsulation in the Food Industry*. P.387-434. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815726-8.00009-X>.

Daur I., Bakhshwain A. (2013) Effect of Humic Acid on Growth and Quality of Maize Fodder Production. *Pak. J. Bot.* 45(S1):21-25. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/157568>.

Huppertsberg S., Zahn D., Pauelsen F., Reemtsma T., Knepper T.P. (2020) Making Waves: Water-Soluble Polymers in the Aquatic Environment: An Overlooked Class of Synthetic Polymers?. *Journal Water Res.* V.181:115931. DOI: 10.1016/j.watres.2020.115931.

Kalymbetov G., Kedelbayev B., Yelemanova Zh., Sapargaliyeva B. (2023) Effects of Different Biostimulants on Seed Germination of Sorghum Plants. *Journal of Ecological Engineering*. V.24(3):134–142. <https://doi.org/10.12911/22998993/157568>.

Lin X., Danny G. (2018) Developing Biostimulants From Agro-Food and Industrial By-Products. *J. Front. Plant Sci.* Vol 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01567>.

Мадыбекова Г.М., Туребаева Т.Т., Муталиева Б.Ж., Лесбекова Д.М., Исаева А.Б. (2024) Преимущества и потенциал применения методов микрокапсулирования для доставки активных агентов: обзор. Доклады НАН РК. №2. С.183-197. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1483.288>.

Naidu B.V.K., Allan T.P. (2011) A New Method for the Preparation of Gelatin Nanoparticles: Encapsulation and Drug Release Characteristics. *Journal of Applied Polymer Science*. V.121:3495-3500. <https://doi.org/10.1002/app.34171>.

Nazarbek U., Nazarbekova S., Raiymbekov Ye., Kambatyrov M., Abdurazova P. (2023) Prolonged Action Fertilizer Encapsulated by CMC/Humic Acid. *e-Polymers* 23:20230013. DOI: 10.1515/e-poly-2023-0013.

Rehman A., Ahmad T., Aadil R.M., Spotti M.J., Bakry A.M., Khan I.M., Zhao L., Riaz T., Tong Q. (2019) Pectin Polymers as Wall Materials for the Nano-Encapsulation of Bioactive Compounds. *Trends in Food Science & Technology*. V. 90. P.35-46. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.015>.

Реут А.А., Миронова Л.Н. (2017) Использование регуляторов роста растений при вегетативном размножении некоторых представителей семейства Iridaceae juss. Сборник научных трудов ГНБС. Т145. С.285-288. <https://scbook.elpub.ru/jour/article/view/233/198>.

Savarese C., Cozzolino V., Verrillo M., Vinci G., Martino A.D., Scopa A., Piccolo A. (2022) Combination of Humic Biostimulants with a Microbial Inoculum Improves Lettuce Productivity, Nutrient Uptake, and Primary and Secondary Metabolism. *Plant and Soil* 481(11). P.285-314. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-022-05634-8>.

Song J., Wang Y., Niu Y., Hui B., Wu H. (2024) Synthesis and Characterization of pH-Responsive Sodium Alginate/Humic Acid Composite Hydrogels for Sustained Drug Release of L-Ascorbic Acid. *International Journal of Biological Macromolecules*. V.280:135777. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135777>.

Susic M. (2016) Replenishing Humic Acids in Agricultural Soils. *Agronomy*. 6(4):45. <https://doi.org/10.3390/agronomy6040045>.

Xiong B., Loss R.D., Shields D., Pawlik T., Hochreiter R., Zydney A.L., Kumar M. (2018) Polyacrylamide Degradation and Its Implications in Environmental Systems. *npj Clean Water* V.1. P.1-9. <https://www.nature.com/articles/s41545-018-0016-8>.

Yang T., Liu C., Zheng Y., Tristan C.L., Li K., Liu J., Liu Y., Zhou P. (2023) Effect of WPI/Tween 80 Mixed Emulsifiers on Physicochemical Stability of Ginsenosides Nanoemulsions. *Food Bioscience*. V.53:102519. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102519>.

Yousefi S., Rajaei P., Nateghi L., Nodeh H.R., Rashidi L. (2023) Encapsulation of Sesamol and Retinol Using Alginate and Chitosan-Coated W/O/W Multiple Emulsions Containing Tween 80 and Span 80. *International Journal of Biological Macromolecules*. V.242(2):124766. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124766>.

Yuldasheva Z.F., Karabayeva D.J. (2023) The Effect of Different Doses of Different Biostimulants on the Yield of Oily Sunflower. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* DOI: 10.1088/1755-1315/1142/1/012097.

Zulfiqar A.R., Khalil S., Ayub A., Banat I.M. (2020) Recent Developments in Chitosan Encapsulation of Various Active Ingredients for Multifunctional Applications. *Carbohydrate Research*, V.492:108004. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2020.108004>.

References

Atoeva R.O., Kazakova D., Gozieva G.A. (2023) The Effect of the Immunostimulatory “Fitovak” on the Growth and Development of the Root System of Mung Bean. *Eurasian Research Bulletin*. V.18. P.186-188. <https://geniusjournals.org/index.php/erb/article/view/3740> (in Eng.).

Amro K.F., Elham M.A., Salwa A.A., Mai M.R. (2016) Fabrication and Characterisation of Novel Natural Lycopodium clavatum Sporopollenin Microcapsules Loaded In-Situ with Nano-Magnetic Humic Acid-Metal Complexes. *Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences* Vol 6(4). <https://doi.org/10.4236/jeas.2016.64009> (in Eng.).

Celli G.B., Comunian T.A. (2021) Chapter 9 - Application of Nano/Microencapsulated Ingredients in Oil/Fat-Based Products. *Application of Nano/Microencapsulated Ingredients in Food Products*. V.6 in Nanoencapsulation in the Food Industry. P.387-434. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815726-8.00009-X> (in Eng.).

Daur I., Bakhshwain A. (2013) Effect of Humic Acid on Growth and Quality of Maize Fodder Production. *Pak. J. Bot.* 45(S1):21-25. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/157568> (in Eng.).

Huppertsberg S., Zahn D., Pauelsen F., Reemtsma T., Knepper T.P. (2020) Making Waves: Water-Soluble Polymers in the Aquatic Environment: An Overlooked Class of Synthetic Polymers?. *Journal Water Res.* V.181:115931. DOI: 10.1016/j.watres.2020.115931 (in Eng.).

Kalymbetov G., Kedelbayev B., Yelemanova Zh., Sapargaliyeva B. (2023) Effects of Different Biostimulants on Seed Germination of Sorghum Plants. *Journal of Ecological Engineering.* V.24(3):134–142. <https://doi.org/10.12911/22998993/157568> (in Eng.).

Lin X., Danny G. (2018) Developing Biostimulants From Agro-Food and Industrial By-Products. *J. Front. Plant Sci.* Vol 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01567> (in Eng.).

Madybekova G.M., Turebayeva T.T., Mutaliev B.Zh., Lesbekova D.M., Issayeva A.B. (2024) Preimushchestva i potentsial ispol'zovaniya metodov mikrokapsulirovaniya dlya dostavki aktivnykh agentov: Obzor. [Advantages and potential of using microcapsulation methods for delivery of active agents: A review]. *Doklady NAN RK.* №2. P.183-197. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1483.288> (in Russ.).

Naidu B.V.K., Allan T.P. (2011) A New Method for the Preparation of Gelatin Nanoparticles: Encapsulation and Drug Release Characteristics. *Journal of Applied Polymer Science.* V.121:3495-3500. <https://doi.org/10.1002/app.34171> (in Eng.).

Reut A.A., Mironova L.N. (2017) Ispol'zovanie regulyatorov rosta rastenii pri vegetativnom razmnozhenii nekotorykh predstavitelei semeistva Iridaceae juss. [The use of plant growth regulators in the vegetative reproduction of some representatives of the family Iridaceae juss.]. *Sbornik nauchnykh trudov GNBS.* T145. P.285-288. <https://scbook.elpub.ru/jour/article/view/233/198> (in Russ.).

Rehman A., Ahmad T., Aadil R.M., Spotti M.J., Bakry A.M., Khan I.M., Zhao L., Riaz T., Tong Q. (2019) Pectin Polymers as Wall Materials for the Nano-Encapsulation of Bioactive Compounds. *Trends in Food Science & Technology.* V. 90. P.35-46. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.015> (in Eng.).

Susic M. (2016) Replenishing Humic Acids in Agricultural Soils. *Agronomy.* 6(4):45. <https://doi.org/10.3390/agronomy6040045> (in Eng.).

Savarese C., Cozzolino V., Verrillo M., Vinci G., Martino A.D., Scopa A., Piccolo A. (2022) Combination of Humic Biostimulants with a Microbial Inoculum Improves Lettuce Productivity, Nutrient Uptake, and Primary and Secondary Metabolism. *Plant and Soil* 481(11). P.285-314. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-022-05634-8> (in Eng.).

Song J., Wang Y., Niu Y., Hui B., Wu H. (2024) Synthesis and Characterization of pH-Responsive Sodium Alginate/Humic Acid Composite Hydrogels for Sustained Drug Release of L-Ascorbic Acid. *International Journal of Biological Macromolecules.* V.280:135777. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135777> (in Eng.).

Xiong B., Loss R.D., Shields D., Pawlik T., Hochreiter R., Zydney A.L., Kumar M. (2018) Polyacrylamide Degradation and Its Implications in Environmental Systems. *npj Clean Water* V.1. P.1-9. <https://www.nature.com/articles/s41545-018-0016-8> (in Eng.).

Yuldasheva Z.F., Karabayeva D.J. (2023) The Effect of Different Doses of Different Biostimulants on the Yield of Oily Sunflower. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* DOI: 10.1088/1755-1315/1142/1/012097 (in Eng.).

Yousefi S., Rajaei P., Nateghi L., Nodeh H.R., Rashidi L. (2023) Encapsulation of Sesamol and Retinol Using Alginate and Chitosan-Coated W/O/W Multiple Emulsions Containing Tween 80 and Span 80. *International Journal of Biological Macromolecules.* V.242(2):124766. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124766> (in Eng.).

Yang T., Liu C., Zheng Y., Tristan C.L., Li K., Liu J., Liu Y., Zhou P. (2023) Effect of WPI/Tween 80 Mixed Emulsifiers on Physicochemical Stability of Ginsenosides Nanoemulsions. *Food Bioscience.* V.53:102519. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102519> (in Eng.).

Zulfiqar A.R., Khalil S., Ayub A., Banat I.M. (2020) Recent Developments in Chitosan Encapsulation of Various Active Ingredients for Multifunctional Applications. *Carbohydrate Research.* V.492:108004. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2020.108004> (in Eng.).

Nazarbek U., Nazarbekova S., Raiymbekov Ye., Kambatyrov M., Abdurazova P. (2023) Prolonged Action Fertilizer Encapsulated by CMC/Humic Acid. *e-Polymers* 23:20230013. DOI: 10.1515/epoly-2023-0013 (in Eng.).

CONTENTS

PHYSICS

B.Zh. Abdikarimov, A.Zh. Seitmuratov, B.K. Kaliev, A.G. Ganiulla, T.M. Karabala VISCOSITY PROPERTIES OF THE ISOBUTYRIC ACID-WATER SOLUTION NEAR THE CRITICAL SEPARATION TEMPERATURE.....	5
D.T. Agishev, S.A. Khokhlov, A.T. Agishev, N.L. Vaidman, A.T. Agishev THE STUDY OF RADIATIVE AND CONVECTIVE TRANSPORT IN CLOSE BINARY SYSTEMS WITH LOW ACCRETION RATES.....	17
T.M. Aldabergenova, M.F. Vereshchak, A.S. Dikov, S.B. Kislitsin FINE STRUCTURE OF COATING BASED ON HIGH ENTROPY ALLOY NITRIDES (ALTiZRYNB)N, DETERMINED BY THE CAMS METHOD ON IMPLANTED IRON-57 CORES.....	29
E. Bondar, A. Shongalova, A. Fedosimova, S. Ibraimova, A. Kemelbekova ENHANCING HYDRONIUM ION MOBILITY IN GRAPHENE OXIDE-BASED PROTON EXCHANGE MEMBRANES.....	39
N.N. Zhanturina, G.K. Beketova, Z.K. Aimaganbetova, K.B. Bizhanova MODERN PEROVSKITE SOLAR CELLS: INNOVATIONS IN MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR ENHANCED EFFICIENCY.....	50
U.K. Zhapbasbayev, G.I. Ramazanova, M.A. Pakhomov TURBULENT FLOW OF VISCOPLASTIC FLUID IN A PIPE WITH SUDDEN EXPANSION.....	64
D.M. Zazulin, S.E. Kemelzhanova, N.A. Beissen, A.Sh. Tursumbekov, M.O. Alimkulova GEOMETROTHERMODYNAMICS OF A HOLOGRAPHIC SYSTEM WITH ZERO SOUND.....	78
Y. Myrzakulov, A. Altaibayeva, A. Bulanbayeva PHASE TRANSITIONS AND THERMODYNAMIC BEHAVIOR OF AdS BLACK HOLES COUPLED WITH NONLINEAR ELECTRODYNAMICS.....	89
Sh.A. Myrzakulova, A.A. Zhadyranova INVESTIGATION OF F(G) GRAVITY USING NOETHER SYMMETRY.....	101

D.A. Tolekov, D.M. Zharylgapova, A.M. Mukhambetzhan, A.A. Almagambetova, U.A. Abitaeva
ELECTRON-HOLE TRAPPING CENTERS IN ULTRA-VIOLET IRRADIATED
LI₂SO₄-Mn CRYSTALS.....115

S.U. Sharipov, I.F. Spivak-Lavrov
ELECTROSTATIC CHARACTERISTICS OF THE EDGE FIELD BETWEEN
THE DEFLECTOR PLATES AND THE GROUNDED SCREEN.....125

L.I. Shestakova, A.V. Serebryanskiy, Spassiyuk Ruslan, Ch.T. Omarov
SEARCH FOR COMETARY-METEORITIC DUST IN THE INNER REGION OF
THE SOLAR SYSTEM: THERMAL EMISSION IN THE DUST CORONA.....138

CHEMISTRY

R.S. Abzhalov, Sh.T. Koshkarbayeva, A.K. Dikanbayeva, M.S. Satayev, B.S. Serikbayeva
STUDY OF THE OBTAINING OF SILVER NANOPARTICLES ON THE
POLYMER SURFACE USING PHOTOCHEMICAL ACTIVATION.....147

K.T. Arynov, A.P. Auyeshov, Ch.Z. Yeskibayeva, A.K. Dikanbayeva, A.M. Ibrayeva
X-RAY PHASE AND THERMOANALYTICAL STUDY OF NEMALITE FROM
THE ZHITIKARINSKOE DEPOSIT (KAZAKHSTAN).....160

G.Zh. Baisalova, A.S. Zhumadil, B.B. Torsykbaeva, D.T. Sadyrbekov, K.T. Umerdzhanova
CHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS OF ELEAAGNUS
ANGUSTIFOLIA.....173

N.N. Zhanikulov, D.K. Zhurgarayeva, G. Mukhtarhanova
INVESTIGATION OF THE SUITABILITY OF HEAP LEACHING WASTE FROM
THE PROCESSING OF GOLD-BEARING ORE AS A RAW MATERIAL
FOR PORTLAND CEMENT.....184

A.A. Zheldybaeva, A.CH. Katashova, K.A. Iskakov, D.E. Nurmukhanbetova, A. Azamatkyzy
NATURAL CRITERIA OF VEGETABLE JUICES AND THEIR QUALITY
DETERMINATION.....196

A.B. Issayeva, A.A. Sharipova, M.O. Issakhov, G.A. Kadyrbekova
ROLE OF MICROENCAPSULATED HUMIC ACID BASED ON BIOPOLYMERS
IN PLANT GROWTH STIMULATION.....205

- A.T. Massenova*, A.S. Zhumakanova, I.I. Torlopov, K.S. Rakhmetova, A.Z. Abilmagzhanov, 2025.**
HIERARCHICAL ZEOLITES BASED ON SYNTHETIC ZEOLITES ZSM-5, HY AND BEA FOR ALKYLATION OF AROMATIC HYDROCARBONS.....219
- A.K. Nurlybekova, A.A. Minkayeva, E. Shybyrai, H.A. Aisa, J. Jenis**
GC-MS STUDY OF ORGANIC AND MINERAL COMPONENTS IN ARTEMISIA SPECIES FROM KAZAKHSTAN.....233
- T.S. Khosnutdinova, A.O. Sapieva, N.G. Gemedzhieva, Zh.Zh. Karzhaubekova, N.A. Sultanova**
DEVELOPMENT OF A BIOLOGICALLY ACTIVE COMPLEX FROM THE ROOTS OF *FERULA FOETIDA* (BUNGE) REGEL EXHIBITING ANTIOXIDANT ACTIVITY.....252

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

- Б.Ж. Әбдікәрімов, А.Ж. Сейтмұратов, Б.К. Калиев, Ә.Ғ. Ғаниұлла,
Т.М. Қарабала**
СЫНДЫҚ ТЕМПЕРАТУРА МАҢЫНДАҒЫ ИЗОМАЙ ҚЫШҚЫЛЫ – СУ
ЕРІТІНДІСІНІҢ ТҰТҚЫРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....5
- Д.Т. Агишев, С.А. Хохлов, А.Т. Агишев, Н.Л. Вайдман, А.Т. Агишев**
АККРЕЦИЯ ҚАРҚЫНЫ ТӨМЕН ТЫҒЫЗ ҚОС ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ
РАДИАЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНВЕКТИВТІ ТАСЫМАЛДАУДЫ ЗЕРТТЕУ.....17
- Т.М. Алдабергенова, М.Ф. Верещак, А.С. Диков, С.Б. Кислицин**
ИМПЛАНТАЦИЯЛАНҒАН ТЕМІР-57 ЯДРОЛАРЫНДА КИМС ӘДІСІМЕН
АНЫҚТАЛҒАН ЖОҒАРЫ ЭНТРОПИЯЛЫҚ ҚОРЫТПА НИТРИДТЕРІ
(ALTIZYNB) N НЕГІЗІНДЕГІ ЖҰҚА ЖАБЫН ҚҰРЫЛЫМЫ.....29
- Е. Бондарь, А. Шонғалова, А. Федосимова, С. Ибраимова, А. Кемелбекова**
ГРАФЕН ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ ПРОТОН АЛМАСУ МЕМБРАНАЛАРЫНДА
ГИДРОНИЙ ИОНДАРЫНЫҢ ҚОЗҒАЛҒЫШТЫҒЫН АРТТЫРУ.....39
- Н.Н. Жантурина, Г.К. Бекетова, З.К. Аймаганбетова, К.Б. Бижанова,
Л.У. Таймуратова**
ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ПЕРОВСКИТТІ КҮН БАТАРЕЯЛАРЫ: ТИІМДІЛІКТІ
АРТТЫРУҒА АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАҒЫ
ИННОВАЦИЯЛАР.....50
- Ұ.Қ. Жапбасбаев, Г.І. Рамазанова, М.Ф. Пахомов**
КЕНЕТТЕН КЕҢЕЮІ БАР ҚҰБЫРДАҒЫ ТҰТҚЫР-ПЛАСТИКАЛЫҚ
СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ ТУРБУЛЕНТТІК АҒЫНЫ.....64
- Д.М. Зазулин, С.Е. Кемелжанова, Н.Ә. Бейсен, А.Ш. Турсумбеков,
М.О. Алимқулова**
НӨЛДІК ДЫБЫСЫ БАР ГОЛОГРАФИЯЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ
ГЕОМЕТРОТЕРМОДИНАМИКАСЫ.....78
- Е.М. Мырзакулов, А.Б. Алтайбаева, А.С. Бұланбаева**
СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ЭЛЕКТРОДИНАМИКАМЕН БАЙЛАНЫСҚАН AdS ҚАРА
ҚҰРДЫМДАРДЫҢ ФАЗАЛЫҚ АУЫСУЛАРЫ МЕН ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ
СИПАТТАМАЛАРЫ.....89

Ш.А. Мырзакулова, А.А. Жадыранова НЕТЕР СИММЕТРИЯСЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, F(G) ГРАВИТАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....	101
Д.А. Төлеков, Д.М. Жарылғапова, А.М. Мұхамбетжанова, А.А. Алмағамбетова, Ұ.Ә. Әбітаева УЛЬТРА-КҮЛГІНМЕН СӘУЛЕЛЕНГЕН Li_2SO_4 -Mn-дегі ЭЛЕКТРОНДЫ- КЕМТІКТІ ҚАРМАУ ОРТАЛЫҚТАРЫ.....	115
С.У. Шарипов, И.Ф. Спивак-Лавров ДЕФЛЕКТОРЛЫҚ ПЛАСТИНАЛАР МЕН ЖЕРГЕ ТҰЙЫҚТАЛҒАН ЭКРАН АРАСЫНДАҒЫ ШЕТТІК ӨРІСТІҢ ЭЛЕКТРОСТАТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	125
Л.И. Шестакова, А.В. Серебрянский, Р.Р. Спасюк, Ч.Т. Омаров КҮН ЖҮЙЕСІНІҢ ШІКІ АЙМАҒЫНДАҒЫ КОМЕТАЛЫҚ-МЕТЕОРЛЫҚ ШАҢДЫ ІЗДЕУ: ШАҢДЫ КОРОНАДАҒЫ ЖЫЛУ ЭМИССИЯСЫ.....	138
ХИМИЯ	
Р.С. Абжалов, Ш.Т. Кошкарбаева, А.К. Диканбаева, М.С. Сатаев, Б.С. Серикбаева ФОТОХИМИЯЛЫҚ АКТИВТЕНДІРУ АРҚЫЛЫ ПОЛИМЕР БЕТІНЕН КҮМІС НАНОБӨЛШЕКТЕРДІ АЛУДЫ ЗЕРТТЕУ.....	147
К. Арынов, А. Ауешов, Ч. Ескибаева, А. Диканбаева, А. Ибраева ЖІТІҚАРА КЕНОРНЫНЫҢ НЕМАЛИТҚҰРАМДАС ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТІН РЕНТГЕНОФАЗАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕРМОАНАЛИТИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	160
Г.Ж. Байсалова, Ә.С. Жұмаділ, Б.Б. Торсыкбаева, Д.Т. Садырбеков, К.Т. Умерджанова ELAEAGNUS ANGUSTIFOLIA ЖЕМІСТЕРІНІҢ ХИМИЯЛЫҚ КОМПОНЕНТТЕРІ.....	173
Н.Н. Жаникулов, Д.К. Жургараева, Г. Мұхтарханова, А.С. Байлен, А.К. Свидерский ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ АЛУ ҮШІН АЛТЫН КЕНІН ӨҢДЕУДЕН АЛЫНҒАН ҮЙІНДІ ШАЙМАЛАУ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ЖАРАМДЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ.....	184
А.А. Жельдыбаева, А.Ч. Каташева, К.А. Искаков, Д.Е. Нурмуханбетова, А. Азаматқызы КӨКӨНІС ШЫРЫНДАРЫНЫҢ ТАБИҒИ КРИТЕРИЙЛЕРІ МЕН САПАСЫН АНЫҚТАУ.....	196

- А.Б. Исаева, А.А. Шарипова, М.О. Исахов, Г.А. Кадирбекова**
БИОПОЛИМЕРЛЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН МИКРОКАПСУЛДАҢАҢ
ГУМИН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ӨСІМДІКТЕРДІҢ ӨСУІН ЫНТАЛАНДЫРУДАҒЫ
РӨЛІ.....205
- А.Т. Масенова, А.С. Жумақанова, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова,
А.З. Абильмағжанов**
АРОМАТТЫ КӨМІРСУТЕКТЕРДІ АЛКИЛДЕУГЕ АРНАЛҒАН ZSM-5, НҮ
ЖӘНЕ ВЕА СИНТЕТИКАЛЫҚ ЦЕОЛИТТЕРІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН
ИЕРАРХИЯЛЫҚ ЦЕОЛИТТЕР.....219
- А.К. Нурлыбекова, А.А. Минкаева, Е. Шыбырай, Х.А. Айса, Ж. Жеңіс**
ҚАЗАҚСТАҢДАҒЫ *ARTEMISIA* ТҮРЛЕРІНІҢ ОРГАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ
МИНЕРАЛДЫ ҚҰРАМЫН ГХ-МС АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ.....233
- Т.С. Хоснутдинова, А.О. Сәпиева, Н.Г. Гемеджиева, Ж.Ж. Қаржаубекова,
Н.А. Сұлтанова**
FERULA FOETIDA (BUNGE) REGEL ТАМЫРЫНАҢ АНТИОКСИДАҢТТЫҚ
БЕЛСЕНДІЛГІ БАР БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ КЕШЕНДІ АЛУ.....252

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Б.Ж. Абдикаримов, А.Ж. Сейтмуратов, Б.К. Калиев, А.Г. Ганиулла, Т.М. Карабала**
СВОЙСТВА ВЯЗКОСТИ РАСТВОРА ИЗОМАСЛЯНАЯ КИСЛОТА – ВОДА ВБЛИЗИ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ РАССЛОЕНИЯ.....5
- Д.Т. Агишев, С.А. Хохлов, А.Т. Агишев, Н.Л. Вайдман, А.Т. Агишев**
ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО И КОНВЕКТИВНОГО ПЕРЕНОСА В ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМАХ С МАЛЫМ ТЕМПОМ АККРЕЦИИ ВЕЩЕСТВА.....17
- Т.М. Алдабергенова, М.Ф. Верещак, А.С. Диков, С.Б. Кислицин**
ТОНКАЯ СТРУКТУРА ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ НИТРИДОВ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО СПЛАВА (ALTiZrYbN)_N, ОПРЕДЕЛЕННАЯ КЭМС МЕТОДОМ НА ЯДРАХ ИМПЛАНТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА-57.....29
- Е. Бондарь, А. Шонгалова, А. Федосимова, С. Ибраимова, А. Кемелбекова**
ПОВЫШЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ ИОНОВ ГИДРОНИЯ В ПРОТОНООБМЕННЫХ МЕМБРАНАХ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА....39
- Н.Н. Жантурина, Г.К. Бекетова, З.К. Аймаганбетова, К.Б. Бижанова, Л.У. Таймуратова**
СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРОВСКИТНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ: ИННОВАЦИИ В МАТЕРИАЛАХ И ТЕХНОЛОГИЯХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....50
- У.К. Жапбасбаев, Г.И. Рамазанова, М.А. Пахомов**
ТУРБУЛЕНТНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОПЛАСТИЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ С РЕЗКИМ РАСШИРЕНИЕМ.....64
- Д.М. Зазулин, С.Е. Кемелжанова, Н.А. Бейсен, А.Ш. Турсумбеков, М.О. Алимкулова**
ГЕОМЕТРОТЕРМОДИНАМИКА ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С НУЛЕВЫМ ЗВУКОМ.....78
- Е.М. Мырзакулов, А.Б. Алтайбаева, А.С. Буланбаева**
ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ AdS ЧЕРНЫХ ДЫР СВЯЗАННЫХ С НЕЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКОЙ....89

Ш.А. Мырзакулова, А.А. Жадыранова
ИССЛЕДОВАНИЕ $F(G)$ ГРАВИТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИММЕТРИИ
НЁТЕР.....101

**Д.А. Толеков, Д.М. Жарылгапова, А.М. Мухамбетжанова,
А.А. Алмагамбетова, У.А. Абитаева**
ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНЫЕ ЦЕНТРЫ ЗАХВАТА В ОБЛУЧЕННОМ
УЛЬТРА-ФИОЛЕТОМ-КРИСТАЛАХ Li_2SO_4 -Mn.....115

С.У. Шарипов, И.Ф. Спивак-Лавров
ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАЕВОГО ПОЛЯ МЕЖДУ
ДЕФЛЕКТОРНЫМИ ПЛАСТИНАМИ И ЗАЗЕМЛЕННЫМ ЭКРАНОМ.....125

Л.И. Шестакова, А.В. Серебрянский, Р.Р. Спасюк, Ч.Т. Омаров
ПОИСК ПЫЛИ КОМЕТНО-МЕТЕОРНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВО
ВНУТРЕННЕЙ ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ: ТЕПЛОВАЯ
ЭМИССИЯ В ПЫЛЕВОЙ КОРОНЕ.....138

ХИМИЯ

**Р.С. Абжалов, Ш.Т. Кошкарбаева, А.К. Диканбаева, М.С. Сатаев,
Б.С. Серикбаева**
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА
ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРА С ПОМОЩЬЮ ФОТОХИМИЧЕСКОЙ
АКТИВАЦИИ.....147

К.Т. Арынов, А.П. Ауешов, Ч.З. Ескибаева, А.К. Диканбаева, А.М. Ибраева
РЕНТГЕНОФАЗОВОЕ И ТЕРМОАНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
НЕМАЛИТА ЖИТИКАРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(КАЗАХСТАН).....160

**Г.Ж. Байсалова, А.С.Жумадил, Б.Б. Торсыкбаева, Д.Т. Садырбеков,
К.Т. Умерджанова**
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ *ELAEAGNUS ANGUSTIFOLIA*.....173

**Н.Н. Жаникулов, Д.К. Жургараева, Г. Мухтарханова, А.С. Байлен,
А.К. Свидерский**
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ ОТХОДОВ КУЧНОГО
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД В
КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА.....184

А.А. Жельдыбаева, А.Ч. Каташева, К.А. Искаков, Д.Е. Нурмуханбетова, А. Азаматкызы ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ КРИТЕРИЕВ И КАЧЕСТВА ОВОЦНЫХ СОКОВ.....	196
А.Б. Исаева, А.А. Шарипова, М.О. Исахов, Г.А. Кадирбекова РОЛЬ МИКРОКАПСУЛИРОВАННОЙ ГУМИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ В СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ.....	205
А.Т. Масенова, А.С. Жумаканова, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова, А.З. Абильмагжанов ИЕРАРХИЧЕСКИЕ ЦЕОЛИТЫ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ ZSM-5, HY И BEA ДЛЯ АЛКИЛИРОВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	219
А.К. Нурлыбекова, А.А. Минкаева, Е. Шыбырай, Х.А. Айса, Ж. Женис ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВИДОВ <i>ARTEMISIA</i> ИЗ КАЗАХСТАНА МЕТОДОМ ГХ-МС.....	233
Т.С. Хоснутдинова, А.О. Сапиева, Н.Г. Гемеджиева, Ж.Ж. Каржаубекова, Н.А. Султанова ПОЛУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО КОМПЛЕКСА ИЗ КОРНЕЙ <i>FERULA FOETIDA</i> (BUNGE) REGEL, ОБЛАДАЮЩЕГО АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ.....	252

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 work described 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 originality detection service Cross Check <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 сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 31.03.2025.

Формат 60x88¹/₈.

18,0 п.л. Заказ 1.