

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

**ACADEMIC JOURNAL  
OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES**

**№4  
2025**

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

2025 • 4



**ACADEMIC JOURNAL  
OF PHYSICAL AND  
CHEMICAL SCIENCES**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

**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 Rakhmetkazi 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>

**ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES.****ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)**

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (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 № **KZ93VPY00121157** issued **05.06.2025**Thematic scope: *physics and chemistry*.

Periodicity: 4 times a year.

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

**Бас редактор:**

**ЖУРЫНОВ Мұрат Жұрынулы**, 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 Мақсат Нүрәліұлы**, 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 Тілекқабұл 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 Россин 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), нанокүрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

**БОШКАЕВ Қуанғай Ағвазыұлы**, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы 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 Арпан 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>

**ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES**

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

Меншіктеуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (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 **05.06.2025 ж.** берген № **KZ93VPY00121157** Күзлік.

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>

**ОЛИБЬЕРО 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 Куантай Авгазиевич**, 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>

**БҮРКИТБАЕВ 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 Жабагаевич**, 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>

**ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES****ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)**

Собственник: ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).

Свидетельство № **KZ93VPY00121157** 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 **05.06.2025**Тематическая направленность: *физика, химия*.

Периодичность: 4 раза в год.

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

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2025

CONTENTS

PHYSICS

**U.A. Ualikhanova, Y.Y. Kurban, A.M. Syzdykova, A.B. Altaibayeva, G.S. Altayeva**  
 Dynamical systems analysis of the Starobinsky cosmological model.....11

**M.B. Zhassybayeva, Z. Myrzakulova, M. Abeuova**  
 Darboux transformation for the two-layer M-LXXII equation.....24

**G.K. Beketova, N.N. Zhanturina, Z.K. Aimaganbetova**  
 Cs<sub>2</sub>AgBiBr<sub>6</sub> double halide perovskites as advanced materials for high-efficiency solar cells.....38

**L.I. Shestakova, R.R. Spassyuk**  
 Spectral studies of the k–f corona interface at 5000–6000 Å.....52

**A.Khazhidinova, A. Khazhidinov**  
 On the issue of fuel consumption of a thermal power plant.....66

**T.B. Koshtybayev, K.K. Zhantleuov, M.E. Aliyeva**  
 Greens function in the theory of quantum fluids.....77

**A.V. Serebryanskiy, Ch.B. Akniyazov, Ch.T. Omarov, S. Sittykova, D. Kadyrova**  
 Analysis of lunar impact flashes statistics.....91

**G.T. Omarova, Zh.T. Omarova**  
 The Lagrange - Jacobi equation and its application to the N - body problem.....105

**Zh. Muratkhan, M. Khassanov**  
 Methods for estimation of stellar wind parameters in high-mass X-ray binary systems with neutron stars.....113

**V. Mukamedenkyzy, A. Izbasar, A. Aqikat**  
 Investigation of structured flows induced by concentration-driven convection in ternary gases systems.....127

**K. Saurova, S. Nysanbaeva, G. Turlybekova**  
 Modeling of the optical system of a star tracker for accurate spacecraft attitude determination.....140

## CHEMISTRY

- B.S. Serikbayeva, M.S. Satayev, N.K. Sarypbekova**  
Study of the electroplating process on polypropylene using a conductive layer.....157
- A.P. Auyeshov, Ch.Z. Yeskibayeva, A.K. Dikanbayeva**  
Resource-efficient utilization of serpentinite waste for magnesium sulfate production.....172
- A.K. Kozybaev, Zh.D. Alimkulova, S.O. Abilkasova**  
Kinetic and thermodynamic studies of heavy metal adsorption onto water-washed Ca-montmorillonite clay.....184
- A.Abdрахmanova, V. Krivchenko, A. Sabitova1, B. Kuderina**  
DOL-enhanced electrolytes as a route to stable anodes in Li–V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> systems.....196
- B.K. Massalimova, A.S. Shayakhmetova, A.S.Darmenbayeva**  
Water resources of Northern Kazakhstan: environmental monitoring and sustainable anagement.....208
- A. Rakhimov, N. Zhanikulov, B. Taimasov, E. Potapova, A.K. Sviderskiy**  
Investigation of lead slag processing waste as raw material for cement industry.....227
- L.M. Kalimoldina, K.Zh. Zhalgasbayev, A.S. Dauletbayev**  
Comparative study of industrial wastewater treatment methods.....241
- A. Nurlan, S.R. Konuspayev, T.S. Abildin, K. Toshtay**  
Transformations of hydrocarbons during the hydrogenation of gasoline containing benzene.....256
- G.J. Baisalova, B.K. Yertay, A.A. Taltenov, P. Kuzhatova, G. Saspugayeva**  
A quantitative determination of the phenol compounds sum in the thallus of *Parmelia sulcata*.....274
- B.E. Myrzabekov, A.B. Makhanbetov, T.E. Gaipov, B.S. Abzhalov, N.N. Nurgaliyev**  
Electrochemical reduction of manganese (II) ions on titanium and lead electrodes.....286
- A.S. Darmenbayeva, G.M. Zhussipnazarova, R. Reshmy, Zh.B. Mukazhanova, V.A. Rube**  
Biocoatings based on flax stem cellulose and their properties.....298

## МАЗМҰНЫ

## ФИЗИКА

<b>У.А. Уалиханова, Е.Е. Құрбан, А.М. Сыздыкова, А.Б. Алтайбаева, Г.С. Алтаева</b> Старобинскийдің космологиялық моделін динамикалық жүйелер арқылы талдау.....	11
<b>М.Б. Жасыбаева, Ж. Мырзақұлова, М. Абеуова</b> Қос қабатты M-LXXII теңдеуі үшін дарбу түрлендіруі.....	24
<b>Г.К. Бекетова, Н.Н. Жантурина, З.К. Аймағанбетова</b> Cs <sub>2</sub> AgBiBr <sub>6</sub> қос галоидты перовскиттер: күн батареяларына арналған тиімділігі жоғары жаңа озық материалдары.....	38
<b>Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк</b> 5000–6000 Å диапазонында k- және f-короналар арасындағы өтпелі аймақты спектрлік зерттеу.....	52
<b>А. Хажидинова, А. Хажидинов</b> Жылу электр станциясының отын тұтыну мәселесі.....	66
<b>Т.Б. Қоштыбаев, К.Қ. Жантлеуов, М.Е. Алиева</b> Кванттық сұйықтар теориясындағы Грин функциялары.....	77
<b>А.В. Серебрянский, Ч.Б. Акниязов, Ч.Т. Омаров, С. Ситтыкова, Д. Кадырова</b> Айдың беткі қабатына метеоридтардың соқтығысуын статистикалық тұрғыдазерттеу.....	91
<b>Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова</b> Лагранж – Якоби тундеуі және оны N -денелі есепке қолдану.....	105
<b>Ж. Мұратхан, М. Хасанов</b> Нейтрон жұлдыздары бар массивті рентгендік екілік жүйелердегі жұлдыздық жел параметрлерін бағалау әдістері.....	113
<b>В. Мукамеденқызы, А. Избасар, А. Ақиқат</b> Үшкомпонентті газ жүйелеріндегі концентрациялық конвекцияның әсерінен құрылымдық ағындардың пайда болуын зерттеу.....	127
<b>К. Саурова, С. Нысанбаева, Г. Турлыбекова</b> Ғарыш аппараттарының ориентациясын нақты анықтау үшін жұлдыз сенсорының оптикалық жүйесін модельдеу.....	140

## ХИМИЯ

**Б.С. Серикбаева, М.С. Сагаев, Н.К. Сарыпбекова**

Электрөткізгіш қабатты қолданып, полипропиленге гальваникалық қаптама алу процесін зерттеу.....157

**А.П. Ауешов, Ч.З. Ескибаева, А.К. Диканбаева**

Серпентинит қалдығынан магний сульфатын алудың техникалық-экономикалық зерттеуі.....172

**А.К. Қозыбаев, Ж.Д. Әлімқұлова, С.О. Әбілқасова**

Сумен жуылған са-монтмориллонит сазында ауыр металдардың сорбциясының кинетикасы мен термодинамикасы.....184

**А. Абдрахманова, В. Кривченко, А. Сабитова, Б. Кудерина**Li–V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> жүйесіндегі тұрақты анодтарға қол жеткізуге арналған DOL-мен модификацияланған электролиттер.....196**Б.К. Масалимова, А.С. Шаяхметова, А.С. Дарменбаева**

Солтүстік Қазақстанның су ресурстары: экологиялық мониторинг және ұтымды басқару.....208

**А. Рахимов, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Е. Потапова, А.К. Свидерский**

Цемент өнеркәсібі үшін шикізат ретінде қорғасын қожын өндеу қалдықтарын зерттеу.....227

**Л.М. Калимолдина, Қ.Ж. Жалғасбаев, А.С. Даулетбаев**

Өнеркәсіптік сарқынды суларды тазартудың әдістерін салыстырмалы түрде зерттеу.....241

**Ә. Нұрлан, С.Р. Конуспаев, Т.С. Абильдин, К. Тоштай**

Құрамында бензол бар бензинді гидрлеу кезінде көмірсутектердің өзгеруі.....256

**Г.Ж. Байсалова, Б.К. Ертай, А.А.Талтенов, П. Кужатова, Г.Е. Саспугаева***PARMELIA SULCATA* талломындағы фенолды қосылыстардың жиынтық мөлшерін сандық анықтау.....274**Б.Э. Мырзабеков, А.Б. Маханбетов, Т.Э. Гаипов, Б.С. Абжалов, Н.Н. Нұрғалиев**

Марганец (II) ионының титан және қорғасын электродында электрохимиялық тотықсыздануы.....286

**А.С. Дарменбаева, Г.М. Жусипназарова, Р. Решми, Ж.Б. Мукажанова, В.А. Рубе**

Зығыр сабағынан алынған целлюлоза негізіндегі биожабындар және олардың қасиеттері.....298



## СОДЕРЖАНИЕ

## ФИЗИКА

<b>У.А. Уалиханова, Е.Е. Курбан, А.М. Сыздыкова, А.Б. Алтайбаева, Г.С. Алтаева</b> Анализ космологической модели старобинского с помощью динамических систем.....	11
<b>М.Б. Жасыбаева, Ж. Мырзакулова, М. Абеуова</b> Преобразование Дарбу для двухслойного уравнения M-LXXII.....	24
<b>Г.К. Бекетова, Н.Н. Жантурина, З.К. Аймаганбетова</b> Cs <sub>2</sub> AgBiVg <sub>6</sub> : двойные галоидные перовскиты как передовые материалы для высокоэффективных солнечных элементов .....	38
<b>Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк</b> Спектральные исследования области перехода между К и F короной в диапазоне 5000–6000Å.....	52
<b>А. Хажидинова, А. Хажидинов</b> К вопросу о расходе топлива на тепловой электростанции.....	66
<b>Т.Б. Коштыбаев, К.К. Жантлеуов, М.Е. Алиева</b> Функции Грина в теории квантовых жидкостей .....	77
<b>А.В. Серебрянский, Ч.Б. Акниязов, Ч.Т. Омаров, С. Ситтыкова, Д. Кадырова</b> Исследование статистики ударов метеороидов о поверхность луны .....	91
<b>Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова</b> Уравнение Лагранжа – Якоби и его применение к задаче N -тел.....	105
<b>Ж. Муратхан, М. Хасанов</b> Методы оценки параметров звездного ветра в массивных двойных рентгеновских системах с нейтронными звездами.....	113
<b>В. Мукамеденкызы, А. Избасар, А. Акикат</b> Исследование возникновения структурированных течений, обусловленных концентрационной конвекцией в трёхкомпонентных газовых системах.....	127
<b>К. Саурова, С. Нысанбаева, Г. Турлыбекова</b> Моделирование оптической системы звёздного датчика для точного определения ориентации космических аппаратов.....	140

## ХИМИЯ

**Б.С. Серикбаева, М.С. Сатаев, Н.К. Сарыпбекова**

Исследование процесса гальванопокрытия на полипропилене с использованием электропроводного слоя.....157

**А.П. Ауешов, Ч.З. Ескибаева, А.К. Диканбаева**

Технико-экономическое исследование получения сульфата магния из серпентинитового отхода.....172

**А.К. Козыбаев, Ж.Д. Алимкулова, С.О. Абилкасова**

Кинетика и термодинамика сорбции тяжелых металлов на промытой водой кальциево-монтмориллонитовой глине.....184

**А. Абдрахманова, В. Кривченко, А. Сабитова, Б. Кудерина**DOL – модифицированные электролиты как путь к стабильным анодам в системах  $Li-V_2O_5$ .....196**Б.К. Масалимова, А.С. Шаяхметова, А.С. Дарменбаева**

Водные ресурсы Северного Казахстана: экологический мониторинг и устойчивое управление.....208

**А. Рахимов, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Е. Потапова, А.К. Свидерский**

Исследование отходов переработки свинцового шлака в качестве сырья для цементной промышленности.....227

**Л.М. Калимолдина, К.Ж. Жалгасбаев, А.С. Дәулетбаев**

Сравнительное исследование методов очистки промышленных сточных вод.....241

**А. Нурлан, С.Р. Конуспаев, Т.С. Абильдин, К. Тоштай**

Превращения углеводов при гидрировании бензина, содержащего бензол.....256

**Г.Ж. Байсалова, Б.К. Ертай, А.А.Талтенов, П. Кужатова, Г.Е. Саспугаева**Количественное определение суммы фенольных соединений в талломе *PARMELIA SULCATA*.....274**Б.Э. Мырзабеков, А.Б. Маханбетов, Т.Э. Гайпов, Б.С. Абжалов, Н.Н. Нургалиев**

Электрохимическое восстановление ионов марганца (II) на титановом и свинцовом электродах.....286

**А.С. Дарменбаева, Г.М. Жусипназарова, Р. Решми, Ж.Б. Мукажанова, В.А. Рубе**

Биопокрытия на основе целлюлозы из стебля льна и их свойства.....298



ACADEMIC JOURNAL  
OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES  
ISSN 2224-5227  
Volume 4.  
Number 356 (2025), 298–308

<https://doi.org/10.32014/2025.2518-1483.401>

FTAXP 31.25.19

ÐOK 667.621.66:541.12038.2

©A.S. Darmenbayeva<sup>1\*</sup>, G.M. Zhussipnazarova<sup>1</sup>, R. Rajasekharan<sup>2</sup>,  
Zh.B. Mukazhanova<sup>3</sup>, V.A. Rube<sup>4</sup>, 2025.

<sup>1</sup> M.Kh. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan;

<sup>2</sup> Providence College of Engineering, Kerala, India;

<sup>3</sup> S. Amanzholov East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan;

<sup>4</sup> M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan.

E-mail: maral88.ad@gmail.com

## BIOCOATINGS BASED ON FLAX STEM CELLULOSE AND THEIR PROPERTIES

**Darmenbayeva Akmaral** — PhD, in Chemistry, Associate Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, M.Kh. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan,

E-mail: maral88.ad@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2974-0398>;

**Zhussipnazarova Gaziza** — Doctoral student of the M.Kh. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan,

E-mail: jgm.092016@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5175-5169>;

**Rajasekharan Reshmy** — PhD in Chemistry, Associate Professor of the Department of Natural Sciences and Humanities, Providence Engineering College, India,

E-mail: reshmypkumar@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2091-0135>;

**Mukazhanova Zhazira** — PhD, Higher School of IT and Natural Sciences of the S. Amanzholov East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan,

E-mail: mukazhanovazhb@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4635-8000>;

**Rube Varvara** — Master of Chemistry, M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan,

E-mail: rube\_va@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1420-0532>.

**Abstract.** In recent years, the development of environmentally friendly, highly biocompatible, and renewable materials based on raw materials has become one of the most pressing scientific areas in biomedicine and materials science. In particular, the production of value-added products through the processing of agricultural waste is closely linked to the concept of sustainable development. In this context, flax stems, a cellulose-rich, accessible, and renewable natural resource, are considered a promising raw material for the production of environmentally friendly biomaterials. The aim of this study was to synthesize biological coatings based on cellulose obtained from flax stems and comprehensively evaluate their structural, functional, and biomedical properties. The research methods included cellulose extraction and its composition with natural



polymers such as chitosan, sodium alginate, and glycerol. The physicochemical properties, hydrophilicity, and functional characteristics of the resulting biocoatings were studied. Curcumin was added to the composition to enhance biological activity. The study resulted in the production of biological coatings with high mechanical strength, good hydrophilicity, biocompatibility, and pronounced antimicrobial activity. The synergistic effect of chitosan and curcumin was shown to enhance the antibacterial properties of the resulting materials. The practical significance of the study lies in the potential use of the synthesized biofilms in wound dressings, skin regeneration coatings, and tissue engineering. These results provide a scientific basis for enhancing the medical safety of the resulting materials, improving their functional stability, and adapting them for future clinical use. Furthermore, the study provides practical recommendations for the development of environmentally friendly biomaterials and the efficient use of agricultural waste, which will be important for the future.

**Keywords:** flax stem, cellulose, chitosan, biodegradation, biocoating

©А.С. Дарменбаева<sup>1\*</sup>, Г.М. Жусипназарова<sup>1</sup>, R. Rajasekharan<sup>2</sup>,  
Ж.Б. Мукажанова<sup>3</sup>, В.А. Рубе<sup>4</sup>, 2025.

<sup>1</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Тараз, Қазақстан;

<sup>2</sup>Провиденс инженерлік колледжі, Керала, Үндістан;

<sup>3</sup>С.Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті,  
Өскемен, Қазақстан;

<sup>4</sup>М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті,  
Петропавл, Қазақстан.

E-mail: maral88.ad@gmail.com

## ЗЫҒЫР САБАҒЫНАН АЛЫНҒАН ЦЕЛЛЮЛОЗА НЕГІЗІНДЕГІ БИОЖАБЫНДАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ

**Дарменбаева Акмарал** — Химия мамандығы бойынша PhD, М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, «Химия және химиялық технология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Тараз, Қазақстан,

E-mail: maral88.ad@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2974-0398>;

**Жусипназарова Газиза** — М.Х. Дулати атындағы Тараз университетінің докторанты, Тараз, Қазақстан,

E-mail: jgm.092016@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5175-5169>;

**Rajasekharan Reshmy** — Химия мамандығы бойынша PhD, қауымдастырылған профессор, Жаратылыстану және гуманитарлық ғылымдар бөлімі, Провиденс инженерлік колледжі, Үндістан, E-mail: reshmyrkumar@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2091-0135>;

**Мукажанова Жазира** — PhD, IT және жаратылыстану ғылымдары жоғары мектебі, С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен, Қазақстан,

E-mail: mukazhanovazhb@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4635-8000>;

**Рубе Варвара** — химия магистрі, М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті «Химия және химиялық технологиялар» кафедрасы, Петропавл, Қазақстан,

E-mail: rube\_va@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1420-0532>.

**Аннотация.** Соңғы жылдары экологиялық қауіпсіз, биосәйкестігі жоғары және жаңартылатын шикізатқа негізделген материалдарды әзірлеу биомедицина мен

материалтану салаларындағы өзекті ғылыми бағыттардың біріне айналды. Әсіресе ауылшаруашылық қалдықтарын қайта өңдеу арқылы қосымша құндылығы бар өнімдер алу тұрақты даму тұжырымдамасымен тығыз байланысты. Осы тұрғыда целлюлозаға бай, қолжетімді және жаңартылатын табиғи ресурс болып табылатын зығыр сабағы экологиялық таза биоматериалдар алу үшін перспективалы шикізат ретінде қарастырылады. Бұл зерттеудің мақсаты – зығыр сабағынан алынған целлюлоза негізінде биологиялық жабындарды синтездеу және олардың құрылымдық, функционалдық әрі биомедициналық қасиеттерін кешенді түрде бағалау. Зерттеу әдістері ретінде целлюлозаны экстракциялау, оны хитозан, натрий альгинаты және глицерин сияқты табиғи полимерлермен композициялау қолданылды. Алынған биожабындардың физика-механикалық қасиеттері, гидрофильділігі және функционалдық сипаттамалары зерттелді. Биологиялық белсенділікті арттыру мақсатында композиция құрамына куркумин енгізілді. Зерттеу нәтижесінде жоғары механикалық беріктікке, жақсы гидрофильділікке, биосәйкестікке және айқын антимикробтық белсенділікке ие биологиялық жабындар алынды. Хитозан мен куркуминнің синергетикалық әсері алынған материалдардың бактерияға қарсы қасиеттерін күшейтетінін көрсетті. Зерттеудің практикалық маңызы синтезделген биожабындардың жара таңатын материалдар, тері регенерациясына арналған жабындар және тін инженериясы саласында қолдану мүмкіндігімен айқындалады. Бұл нәтижелер алынған материалдардың медициналық қауіпсіздігін арттыруға, функционалдық тұрақтылығын жақсартуға және болашақта клиникалық қолданбаларға бейімдеуге ғылыми негіз қалыптастырады. Сонымен қатар зерттеу экологиялық таза биоматериалдар өндірісін дамытуға және ауылшаруашылық қалдықтарын тиімді пайдалануға бағытталған практикалық ұсынымдар беруге мүмкіндік береді болашақта маңызды.

**Түйін сөздер:** зығыр сабағы, целлюлоза, хитозан, биоыдырау, биожабын

©А.С. Дарменбаева<sup>1\*</sup>, Г.М. Жусипназарова<sup>1</sup>, R. Rajasekharan<sup>2</sup>,  
Ж.Б. Мукажанова<sup>3</sup>, В.А. Рубе<sup>4</sup>, 2025.

<sup>1</sup> Таразский университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан;

<sup>2</sup> Инженерный колледж Провиденса, Керала, Индия;

<sup>3</sup> Восточно-Казахстанский университет имени С. Аманжолова,  
Усть-Каменогорск, Казахстан;

<sup>4</sup> Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева,  
Петропавловск, Казахстан.

E-mail: maral88.ad@gmail.com

## БИОПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ СТЕБЛЯ ЛЬНА И ИХ СВОЙСТВА

Дарменбаева Акмарал — PhD по химии, ассоциированный профессор кафедры химии и химической технологии Таразского университета имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан,



E-mail: maral88.ad@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2974-0398>;

**Жусиппазарова Газиза** — Докторант Таразского университета им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан,  
E-mail: jgm.092016@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5175-5169>;

**Rajasekharan Reshmy** — PhD по химии, ассоциированный профессор кафедры естественных и гуманитарных наук Инженерного колледжа Провиденса, Индия,

E-mail: reshmykumar@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2091-0135>;

**Мукажанова Жазира** — PhD, Высшая школа информационных технологий и естественных наук, Восточно-Казахстанский университет имени С. Аманжолова, Усть-Каменогорск, Казахстан,

E-mail: mukazhanovazhb@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4635-8000>;

**Рубе Варвара** — магистр химии Северо-Казахстанского университета имени М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан,

E-mail: rube\_va@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1420-0532>.

**Аннотация.** В последние годы разработка экологически безопасных, высокобиосовместимых и возобновляемых материалов на основе сырья стала одним из наиболее актуальных научных направлений в области биомедицины и материаловедения. В частности, получение продуктов с добавленной стоимостью путем переработки сельскохозяйственных отходов тесно связано с концепцией устойчивого развития. В этом контексте стебли льна, являющиеся богатым целлюлозой, доступным и возобновляемым природным ресурсом, рассматриваются как перспективное сырье для получения экологически чистых биоматериалов. Цель данного исследования — синтез биологических покрытий на основе целлюлозы, полученной из стеблей льна, и всесторонняя оценка их структурных, функциональных и биомедицинских свойств. Методы исследования включали экстракцию целлюлозы, ее композиция с природными полимерами, такими как хитозан, альгинат натрия и глицерин. Были изучены физико-механические свойства, гидрофильность и функциональные характеристики полученных биопокрытий. Для повышения биологической активности в состав был введен куркумин. В результате исследования были получены биологические покрытия с высокой механической прочностью, хорошей гидрофильностью, биосовместимостью и выраженной антимикробной активностью. Было показано, что синергетический эффект хитозана и куркумина усиливает антибактериальные свойства полученных материалов. Практическая значимость исследования определяется возможностью использования синтезированных био пленок в области перевязочных материалов для ран, покрытий для регенерации кожи и тканевой инженерии. Эти результаты формируют научную основу для повышения медицинской безопасности полученных материалов, улучшения их функциональной стабильности и адаптации к клиническому применению в будущем. Кроме того, исследование позволяет дать практические рекомендации, направленные на развитие производства экологически чистых биоматериалов и эффективного использования сельскохозяйственных отходов, что важно в будущем.

**Ключевые слова:** стебель льна, целлюлоза, хитозан, биodeградация, биопокрытие

**Кіріспе.** Қазіргі таңда қоршаған ортаға зиян келтірмейтін, биологиялық ыдырайтын материалдарға деген сұраныс артып келеді. Пластикалық қалдықтардың ұзақ уақыт ыдырамайтындығы және экожүйеге келтіретін зияны ғалымдарды жаңа, экологиялық балама іздеуге итермелеуде (Geyer et al., 2017). Бұл тұрғыда целлюлоза мен хитозан негізіндегі биопластиктер келешегі зор материалдардың қатарына жатады (Abdul Khalil et al., 2012).

Целлюлоза — өсімдіктер құрамындағы ең кең таралған полисахарид, ал хитозан — шаянтәрізділердің хитинінен алынатын табиғи полимер (Rinaudo, 2006). Бұл екі биополимердің ұштасуы арқылы алынған материалдар жоғары механикалық беріктікке, су ұстау қабілетіне және экологиялық қауіпсіздікке ие. Сонымен қатар, олардың беткі модификациясы немесе құрамына функционалды қоспалар қосу арқылы биомедициналық қасиеттерін жақсартуға болады (Ahmed et al., 2015; Kumar & Han, 2019).

Зерттеу жұмысы аясында целлюлоза зығыр мен арпа өсімдіктерінен лабораториялық жағдайда сілтілеу, қышқылдық өңдеу және ағарту әдістері арқылы бөлініп алынды. Бұл тәсілдер лигнин мен гемицеллюлозадан тиімді арылуға мүмкіндік беріп, таза целлюлоза алуға жағдай жасайды (Reshmy et al., 2015). Алынған целлюлоза хитозанмен біріктіріліп, әртүрлі пластификаторлар қосу арқылы биопласт үлгілері синтезделді (Ghanbarzadeh et al., 2015).

Бұл биопластик материал жараларды таңу, тін регенерациясын жылдамдату, бактерияға қарсы таңғыштар жасау сияқты биомедициналық мақсаттарға бағытталған (Dutta et al., 2004; Li et al., 2018). Оның құрамына табиғи антибактериалды агент ретінде куркумин қосылады. Куркумин – куркума өсімдігінен алынатын табиғи қосылыс, ол кең спектрлі антимиқробтық әсерімен ерекшеленеді (Hewlings & Kalman, 2017).

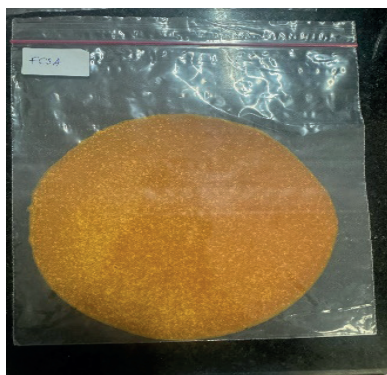
Осылайша, хитозан мен целлюлоза негізіндегі биопласт өндіру – экологиялық және биомедициналық тұрғыдан маңызды бағыт болып табылады. Бұл зерттеу нәтижелері биоматериалдарды клиникалық мақсатта қолдануға жол ашуы мүмкін (Avérous & Pollet, 2012).

**Материалдар мен әдістер.** *Зығыр мен арпа сабағынан целлюлоза алу әдісі.* Зертханалық жағдайда өсімдік шикізатынан целлюлоза өндіру үдерісі әдетте үш негізгі кезеңнен тұрады: сілтілік өңдеу, қышқылдық тазарту және ағарту. Алғашқы сатыда лигнин мен гемицеллюлозаны бөліп алу үшін 2% натрий гидроксиді (NaOH) ерітіндісі қолданылады. Бұл өңдеу 120°C температурада, 20 бар қысымда автоклав ішінде шамамен 40 минут жүргізіледі (Reshmy et al., 2015). Одан кейінгі қышқылдық тазарту кезеңінде 20% азот қышқылы (HNO<sub>3</sub>), 45% сірке қышқылы (CH<sub>3</sub>COOH) және дистилденген судан тұратын 2:2:1 қатынасындағы қоспа пайдаланылады. Мұндай қоспа целлюлозадағы лигнин мен гемицеллюлозаның қалдықтарын толық тазартуға мүмкіндік береді. Соңғы кезеңде алынған целлюлоза 1% ағартқыш ерітіндімен өңделіп, магниттік араластырғышта 5 сағат бойы үздіксіз араластырылып ағартылады.

*Биологиялық жабындарды әзірлеу.* Биологиялық жабындар целлюлозаны хитозан және полиэтиленгликольмен (ПЭГ) біріктіру арқылы синтезделеді.

Хитозан жабынның антимикробтық белсенділігін күшейтіп, оның механикалық беріктігін жақсартады (Kumar et al., 2019). Ал ПЭГ материалдың икемділігін арттырып, жара бетіне жақсы жабысып, біркелкі орналасуын қамтамасыз етеді (Li et al., 2018). Целлюлоза, хитозан және ПЭГ биосәйкестілігі жоғары табиғи компоненттер болып саналады және адам ағзасында иммундық реакция тудырмайды (Rinaudo, 2006). Сонымен қатар, хитозан бактериялар мен зандердің өсуін тиімді тежейтін биологиялық белсенді полимер ретінде белгілі (Ghanbarzadeh et al., 2015). Осындай табиғи полимерлерге негізделген жабындар 30–60 күн ішінде толық биодеградацияға ұшырап, қоршаған ортаға зиян келтірмейді (Avérous & Pollet, 2012).

**Нәтиже мен талқылау.** *Биопластиктердің ылғалды сіңіру қабілеті.* Зығыр сабағынан алынған целлюлоза негізіндегі биопластикалық үлгінің сыртқы көрінісі 1-суретте келтірілген.

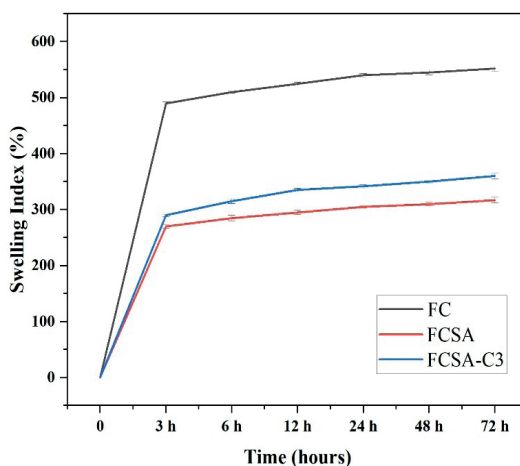


Сурет 1. Зығыр сабағынан алынған целлюлозадан синтезделген биопласт үлгісі.

Зығыр сабағынан алынған целлюлоза негізіндегі биопласт үлгісі сырт көзге біртекті, куркумаға тән сары-қызылт реңкті материал түрінде байқалады. Куркуминнің қосылуына байланысты үлгінің түсі қанық әрі тұрақты. Беткі қабаты жылтыр, тегіс және тығыз, құрылымы біркелкі. Мұндай сыртқы көрініс целлюлозаның жоғары тазалық деңгейі мен биополимер компоненттерінің біртекті таралуын көрсетеді.

Целлюлоза мен хитозан негізіндегі биопластиктердің ісіну қабілеті олардың құрылымына, қолданылған шикізат көзіне және қосылған пластификатор түріне байланысты өзгереді. Бұл қасиет биопластиктердің жара таңу материалдары ретінде қолданылуы үшін маңызды, себебі жара аймағындағы ылғалды сақтау мен реттеу процестеріне әсер етеді.

Осы зерттеуде біз зығыр талшығынан (FC) алынған целлюлозадан жасалған биопластиктердің ісіну деңгейін 3, 6, 12, 24, 48 және 72 сағат аралығында зерттелді. Әртүрлі модификацияланған үлгілердің — таза целлюлоза-хитозаннан тұратын (FC), сонымен қатар натрий альгинаты (FCSA,) және куркума қосылған (FCSA-C3,) үлгілердің — суды сіңіру қабілеттері салыстырылды (Сурет 2).



Сурет 2. Биожабынды үлгілердің ылғалды сіңіру пайыздық көрсеткіші.

Суреттен көріп отырғанымыздай, FC (бастапқы зығыр целлюлозасы) үлгілердің ішіндегі ең ылғал сіңіру қабілеті жоғары, өйткені құрамында тек табиғи целлюлоза бар, ол – гидрофильді материал. Бірақ, құрылымы өзгермегендіктен, суды ұстап тұру қабілеті шектеулі.

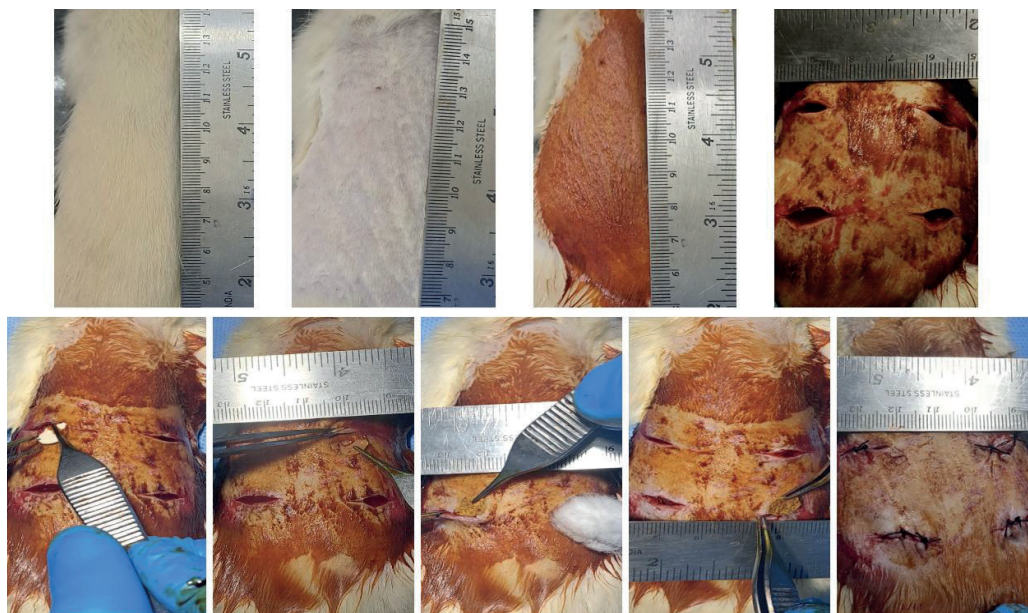
FCSA (1% хитозан) үлгісінің ылғалды тапқытлығы салыстырмалы түрде үлгілердің ішіндегі ең төмені. Бұның себебі, хитозан жартылай катионды полисахарид, ол су сіңіру қабілетін аздап шектейді. Бұл үлгіде ылғал сіңіру FC-мен салыстырғанда төмендеуі мүмкін, себебі хитозан матрицаны тығыздық етеді. Ал, натрий альгинаты – гидрофильді, глицерин – пластификатор, ылғалды ұстап тұруға көмектеседі.

FCSA-C3 (3% хитозан) үлгісінің ылғалды салыстырмалы түрде FCSA үлгісінен көп болуы, екі себебі болуы мүмкін. Біріншісі, хитозан концентрациясының артуы суды тарту қабілетін күшейтуі. Хитозан молекуласында амин топтары ( $-NH_2$ ) бар, олар сумен сутектік байланыстар түзе алады. 3% хитозан – бұл 1%-ға қарағанда көбірек гидрофильді функционалды топтардың болуымен түсіндіріледі. Нәтижесінде суды тарту қабілеті күшейіп, FCSA-C3 көбірек ылғал сіңіргенін графиктен байқауға болады. Екінші себебі, ол тор құрылымының өзгеруі. Кей жағдайларда, хитозанның артуы материалды тығыздаудың орнына кеуектілікті арттыруы мүмкін. Бұл жағдайда су үлгінің ішіне жеңіл еніп, сіңірілу жылдамдығы мен көлемі ұлғаяды.

Осылайша, ылғал сіңіру қабілетіндегі айырмашылықтар материал құрамындағы полимерлердің қасиеттерімен түсіндіріледі. Таза целлюлоза ең жоғары мән көрсетті. 1% хитозан қосылған үлгідегі тығыз матрица судың өтуін шектеп, көрсеткішті төмендетті. Ал 3% хитозан үлгісінде гидрофильді топтардың көбеюі және құрылымның өзгеруі нәтижесінде ылғал тарту артқаны байқалды. Бұл хитозан мөлшерін өзгерту арқылы биоматериалдың суға қатысты қасиеттерін тиімді реттеуге болатынын көрсетеді.

*Биомедициналық зерттеу: үлгінің жара жазуға әсерін in vivo бағалау. Зығыр*

талшығынан алынған целлюлоза мен хитозан негізінде синтезделген биопласт үлгісінің жара жазу тиімділігін бағалау мақсатында Pushpagiri Research Institute (Керала, Үндістан) базасында зертханалық жануарларға тәжірибелік зерттеу жүргізілді. Биоматериалдың биологиялық қауіпсіздігін, қабыну реакциясына әсерін және тіндердің қалпына келу жылдамдығын анықтау үшін модель ретінде *Mus musculus* зертханалық тышқандары қолданылды (Сурет 3).



Сурет 3. Биопласт үлгісі көмегімен зертханалық тышқандарының (*Mus musculus*) тері жарасын емдеуге жүргізілген тәжірибе нәтижелері.

Жануарларға тәжірибе басталғанға дейін барлық ветеринарлық талаптарға сәйкес жағдай жасалды. Әрбір тышқанның арқа аймағы қырқылып, антисептикпен өңделгеннен кейін  $1 \times 1$  см көлемінде стандартталған тері жарасы жасалды. Бұл тәсіл биоматериалдың жара бетімен тікелей әрекеттесуін, жасушалық жауаптың ерекшеліктерін және регенерация динамикасын нақты бағалауға мүмкіндік береді.

Тәжірибе тобына енгізілген FCSA-C3 үлгісі зығыр целлюлозасы, хитозан, натрий альгинаты және куркуминнен тұратын биокомпозициялық пленка ретінде жараға тікелей таңылды. Хитозанның антимикробтық белсенділігі, натрий альгинатының гидрогель түзуші қасиеттері және куркуминнің табиғи қабынуға қарсы әсері материалдың жара жазу процесін жеделдетуге ықпал етеді деп болжанды.

Бақылау тобында жара беті ашық қалдырылды немесе дәстүрлі стерильді дәке таңғышымен өңделді. Бұл биопласттың тиімділігін стандартты әдістермен салыстыруға мүмкіндік берді. Емдеу кезеңі 7 күнге созылды, осы уақыт ішінде күнделікті визуалды бақылау жүргізіліп, жараның беткі аумағы, қабыну дәрежесі, экссудат мөлшері және грануляциялық тіннің қалыптасуы тіркелді.

Алғашқы күндері FCSA-C3 биоматериалы салынған жараларда қабыну белгілерінің төмен болуы, экссудацияның азаюы және тіндердің ерте грануляциялануы байқалды. Бұл әсер хитозан мен куркуминнің табиғи биологиялық белсенділігімен, сондай-ақ альгинаттың ылғалды ұстап тұратын қасиетімен түсіндіріледі. Бақылау тобындағы жануарларда жараның беті салыстырмалы түрде баяу тартылып, қабыну құбылыстары айқын көрінді.

Тәжірибе барысында зығыр целлюлозасы негізінде дайындалған биопласттың жара жазу процесіне әсері 3-, 5- және 7-күндері бақылауға алынды. Зерттеу нәтижелері материалдың қабынуды төмендетуге және тіндердің қалпына келуін жеделдетуге айтарлықтай ықпал ететінін көрсетті.

Тәжірибенің 3-күні биопластпен таңылған жараларда қабыну деңгейінің айтарлықтай төмендегені байқалды. Тері бетіндегі қызару мен ісіну бақылау тобымен салыстырғанда әлдеқайда әлсіз болды, бұл материалдың алғашқы күннен бастап қабынуға қарсы әсер көрсететінін дәлелдеді. Мұндай әсер, ең алдымен, биопласт құрамындағы куркуминнің табиғи антибактериалды және қабынуды басатын қасиеттерімен байланысты.

5-күні жара бетінде эпителизация процесінің басталғаны анық көрінді. Жаңа тері жасушаларының түзілуі, тіндердің тығыздануы және грануляцияның қалыптасуы FCSA-C3 биопластымен өңделген үлгілерде бақылау тобынан жылдам жүрді. Бұл кезеңде хитозан мен натрий альгинатының рөлі ерекше байқалды, өйткені олар жарада ылғалдың тұрақты сақталуына жағдай жасап, жасушалардың миграциясы мен бөлінуін жеделдетті.

7-күні биопластпен таңылған жараларда тіндердің қалпына келуінің айқынырақ жүретіні анықталды. Жараның жиектері тарылып, беткі қабаты біркелкі жабыла бастады, ал бақылау тобында жазылу процесі баяу жүріп, қабыну белгілері толық басылмаған күйде қалды. Бұл айырмашылық биоматериалдың биосәйкестігін, жергілікті иммундық реакция тудырмайтынын және регенерацияға қолайлы микрожүйе қалыптастыратынын көрсетті.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері зығыр целлюлозасы, хитозан, натрий альгинаты және куркумин негізінде алынған биопласттың жара жазу процесін айтарлықтай жылдамдататынын, қабынуды тиімді басатынын және тері тіндерінің қалпына келуін ынталандыратынын дәлелдейді. Оның биосәйкестігі мен қауіпсіздігі бұл материалды жара таңуға арналған перспективалы биоматериал ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Жүргізілген *in vivo* зерттеу зығыр сабағынан алынған целлюлоза, хитозан, натрий альгинаты және куркумин негізінде синтезделген биопласттың жара жазу процесіне айтарлықтай оң әсер ететінін көрсетті. Алынған нәтижелер халықаралық әдебиеттерде сипатталған биополимерлік жара таңғыштарының биологиялық әсерімен үйлеседі. Мысалы, куркуминнің қабынуға қарсы және антибактериалды белсенділігі бұрыннан белгілі: ол NF-κB белсенділігін төмендетіп, қабыну медиаторларының экспрессиясын басады, соның нәтижесінде жарадағы қабыну процесі анағұрлым тез басылады (Hewlings & Kalman, 2017). Біздің зерттеуде 3-күннен бастап қызарудың бәсеңдеуі дәл осы механизммен түсіндіріледі.

Хитозанның жара жазуға әсері де көптеген ғылыми еңбектерде дәлелденген. Rajalakshmi et.al. (2020) хитозан негізіндегі гидрогельдердің фибробласттардың көбеюін жеделдететінін, коллаген түзілуін ынталандыратынын және бактериялардың өсімін тежейтінін анықтаған. Біздің FCSA-C3 үлгісіндегі эпителизацияның 5-күні басталуы осы тұжырыммен сәйкес келеді. Хитозанның амин топтары жара бетінде оң зарядталған орта қалыптастырып, тері жасушаларының адгезиясын жақсартатыны да белгілі (Dai et al., 2011). Бұл біздің экспериментте жаңа тері қабатының жылдам түзілуіне ықпал еткен факторлардың бірі болуы мүмкін.

Натрий альгинаты жара бетінде ылғалды орта ұстап тұру қабілетімен ерекшеленеді, бұл грануляция мен эпителизацияны жеделдететін маңызды шарт болып саналады. Thomas (2000) альгинат негізіндегі таңғыштардың экссудатты оңтайлы деңгейде сіңіріп, сонымен қатар жара бетін ылғал күйде ұстайтынын атап өтеді. Біздің нәтижелерде ылғалдың жоғалмауы және тіндердің тез қалпына келуі дәл осы қасиетпен байланысты. Сонымен қатар, целлюлозаның жоғары биосәйкестігі материалдың жергілікті тітіркену тудырмауына және иммундық реакцияның минималды болуына мүмкіндік берді. Бұл қасиет целлюлозалық биоматериалдар туралы соңғы зерттеулермен үйлеседі, онда олардың биоинерттілігі мен тері жасушаларымен жоғары үйлесімділігі атап өтіледі (Klemm et al., 2018).

Жара жазылуының 7-күні FCSA-C3 үлгісі қолданылған жануарларда тіндердің қалпына келуі бақылау тобымен салыстырғанда айтарлықтай жақсы болғаны байқалды. Бұл табиғи полимерлердің синергиялық әсерін көрсетеді. Куркумин қабынуды тежейді, хитозан антимикробтық қорғаныс береді және жасушалық регенерацияны ынталандырады, ал альгинат жара бетінде оңтайлы ылғалдылық сақтайды. Мұндай кешенді әсер әлемдік зерттеулердегі биополимерлік таңғыштардың тиімділігіне толық сәйкес келеді (Boateng et al., 2015).

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер зығыр целлюлозасы мен биополимерлерге негізделген биопластты биомедицинада жара таңуға арналған перспективалы материал ретінде қарастыруға болатынын айқын көрсетті. Оның биосәйкестігі, қабынуды басу қабілеті және регенерациялық процестерді жеделдетуі әдебиеттерде келтірілген деректерді толық растайды.

**Қорытынды.** Жүргізілген зерттеу жұмысы барысында зығыр сияқты ауылшаруашылық қалдықтарынан алынған целлюлозаның хитозанмен бірігіп, әртүрлі пластификаторлар мен табиғи биоактивті қоспалар арқылы биопластик материалы ретінде қолдануға болатындығы дәлелденді. Целлюлозаны сілтілік өңдеу, қышқылмен тазарту және ағарту кезеңдері арқылы тазарту нәтижесінде жоғары сапалы биополимер алынды.

Алынған биопласт үлгілерінің физикалық-химиялық қасиеттері олардың су сіңіру қабілеті мен құрылымдық тұрақтылығын көрсетті. Әсіресе куркума (куркумин) қосылған үлгілердің ісіну дәрежесі жоғары болып, олардың ылғал ұстау қабілетінің жақсы екенін көрсетті. Бұл жара таңуға арналған биоматериалдар үшін өте маңызды фактор болып табылады.

Сонымен қатар, *in vivo* тәжірибе нәтижелері бойынша, зығыр целлюлозасы негізіндегі биопласт үлгілері терінің қайта қалпына келуін жылдамдатып, қабыну белгілерін төмендетті. Куркуминнің табиғи антибактериалды және қабынуға қарсы қасиеттері бұл процесте маңызды рөл атқарды. Осылайша, хитозан мен целлюлоза негізіндегі биопластиктерді медицинада, әсіресе жара тану материалдары ретінде қолдануға болатыны анықталды.

Жалпы, бұл зерттеу биосәйкестік, экологиялық қауіпсіздік және тиімді терапевтік әсер тұрғысынан болашағы зор биоматериалдарды дамытуға жол ашады.

#### Әдебиеттер

Abdul Khalil H.P.S., Bhat A.H., & Ireana Yusra A.F. (2012). Green composites from sustainable cellulose nanofibrils: A review. *Carbohydrate Polymers*. — 87(2). — P. 963–979. (in Eng.)

Ahmed S., Ikram S., & Yudha S.S. (2015). Chitosan based scaffolds and their applications in wound healing. *Achievements in the Life Sciences*. — 9(1). — P. 27–37. (in Eng.)

Avérous L., & Pollet E. (2012). *Environmental Silicate Nano-Biocomposites*. Green Energy and Technology, Springer. (in Eng.)

Boateng J.S., Matthews K.H., Stevens H.N. & Eccleston G.M. (2015). Wound healing dressings and drug delivery systems: A review. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. — 104(4). — 1023–1038. <https://doi.org/10.1002/jps.24289> (in Eng.)

Dai T., Tanaka M., Huang Y. & Hamblin M. R. (2011). Chitosan preparations for wounds and burns: Antimicrobial and wound-healing effects. *Expert Review of Anti-infective Therapy*. — 9(7). — P. 857–879. <https://doi.org/10.1586/eri.11.59> (in Eng.)

Dutta P.K., Dutta J. & Tripathi V.S. (2004). Chitin and chitosan: Chemistry, properties and applications. *Journal of Scientific and Industrial Research*. — 63(1). — P. 20–31. (in Eng.)

Geyer R., Jambeck J.R. & Law K.L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*. — 3(7). e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782> (in Eng.)

Ghanbarzadeh B., Almasi H. & Entezami A.A. (2015). Physical properties of edible modified starch-chitosan blend films. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. — 11(4). — P. 697–702. (in Eng.)

Hewlings S.J. & Kalman D.S. (2017). Curcumin: A review of its effects on human health. *Foods*. — 6(10), — P. 92. <https://doi.org/10.3390/foods6100092> (in Eng.)

Klemm D., Cranston E.D., Fischer D., Gama M., Kedziora P., Kralisch D., ... & Wågberg L. (2018). Nanocellulose as a natural source for advanced biomaterials. *Materials Today*. — 21(7), — P. 720–748. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2018.02.001> (in Eng.)

Kumar A., & Han S.S. (2019). Synthesis and biomedical applications of self-healing hydrogels. *Reactive and Functional Polymers*. — 145, 104370. (in Eng.)

Li Y., Maciel D., Rodrigues J., Shi X. & Tomás H. (2018). Biodegradable polymer nanogels for drug/nucleic acid delivery. *Chemical Reviews*. — 115(16). — 8564–8608. (in Eng.)

Rajalakshmi R., Banu R. & Krishnaveni N. (2020). Chitosan-based hydrogel and its applications in wound healing. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. — 56, 101581. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101581> (in Eng.)

Reshmy R., Madhavan A., Sherin C.V., et al. (2015). Extraction and characterization of cellulose nanofibers from agro-industrial residues. *Industrial Crops and Products*, — 72. — P. 46–54. (in Eng.)

Rinaudo M. (2006). Chitin and chitosan: Properties and applications. *Progress in Polymer Science*. — 31(7). — P. 603–632. (in Eng.)

Thomas S. (2000). Alginate dressings in wound management. *World Wide Wounds*. — P. 1–10. (in Eng.)

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP**

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 journals of the Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP 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](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 Central Asian Academic Research Center LLP.

The Editorial Board of the Central Asian Academic Research Center LLP will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

**[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)  
ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)  
<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>**

Ответственный редактор *А. Ботанқызы*  
Редакторы: *Д.С. Аленов, Т. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 29.12.2025.

Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
18,0 п.л. Заказ 4.