

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

2023 • 3



ҚАЙЫРЫМДЫЛЫҚ ҚОРЫ

**НАЛЫК**

CHARITY FOUNDATION

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ  
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

# БАЯНДАМАЛАРЫ

## ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»  
ЧФ «ХАЛЫҚ»

## REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
«Halyk» Private Foundation

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK



## ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в *Astana IT University*, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «*USTEM Robotics*» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «*Almaty Digital Ustaz*».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и Wos и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,  
Благотворительный Фонд «Халык»!**

БАС РЕДАКТОР:

**БЕНБЕРИН Валерий Васильевич**, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 11

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:

**РАМАЗАНОВ Тілекқабил Сәбитұлы**, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 26

**РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы**, (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 23

**САНГ-СУ Квак**, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корея биогылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

**БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы**, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 12

**ӘБИЕВ Руфат**, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны онтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

**ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович**, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Акушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі, (Чебоксары, Ресей), Н = 23

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

**ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович**, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ), Н = 27

**КАЛАНДРА Пьетро**, Ph.D (физика), нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

**МАЛЫМ Анна**, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша), Н = 22

**БАЙМҰҚАНОВ Дастан Асылбекұлы**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, "Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС мал шаруашылығы және ветеринарлық медицина департаментінің бас ғылыми қызметкері (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 1

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), Н = 42

**КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәліұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 7

**БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы**, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

**QUEVEDO Hernando**, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

**ЖУСНОВ Марат Абжанұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), Н = 5

**ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 5

**ХАРИН Станислав Николаевич**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

**ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 12

«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.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

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

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

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

**БЕНБЕРИН Валерий Васильевич**, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), Н = 11

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович**, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 26

**РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич**, (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 23

**САНГ-СУ Квак**, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), Н = 34

**БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендрович**, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан), Н = 12

**АБНЕВ Руфат**, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), Н = 14

**ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович**, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан), Н = 8

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия), Н = 23

**ФАРУК Асава Дар**, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

**ЦЕЛЕТКИН Игорь Александрович**, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (США), Н = 27

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), Н = 26

**МАЛЫМ Анна**, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша), Н = 22

**БАЙМУКАНОВ Дастанбек Асылбекович**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН РК, главный научный сотрудник Департамента животноводства и ветеринарии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), Н = 42

**КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 7

**БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич**, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 10

**QUEVEDO Hemando**, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

**ЖУСУПОВ Марат Абжанович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), Н = 5

**ТАКИБАЕВ Нургали Жабгаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 5

**ХАРИН Станислав Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстано-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), Н = 10

**ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 12

**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 о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

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

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

## EDITOR IN CHIEF:

**BENBERIN Valery Vasilievich**, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), H = 11

## EDITORIAL BOARD:

**RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich**, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 26

**RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich**, (Deputy Editor-in-Chief), Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 23

**SANG-SOO Kwak**, PhD in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), H = 34

**BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 12

**ABIYEV 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), H = 14

**LOKSHIN Vyacheslav Notanovich**, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan), H = 8

**SEMENOV Vladimir Grigorievich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia), H = 23

**PHARUK Asana Dar**, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), H = 21

**TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA), H = 27

**CALANDRA Pietro**, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), H = 26

**MALM Anna**, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland), H = 22

**BAIMUKANOV Dastanbek Asylbekovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS RK, Chief Researcher of the department of animal husbandry and veterinary medicine, Research and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine Limited Liability Company (Nur-Sultan, Kazakhstan), H=1

**TIGHINEANU Ion Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), H = 42

**KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich**, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 7

**BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich**, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

**QUEVEDO Hemando**, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), H = 28

**ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 7

**KOVALEV Alexander Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), H = 5

**TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 5

**KHARIN Stanislav Nikolayevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

**DAVLETOV Askar Erbulanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 12

**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. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year. Circulation: 300 copies.

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

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



UDC 544.7

© **G.M. Madybekova<sup>1\*</sup>, B.Zh. Mutaliyeva<sup>2</sup>, E.M. Turkeyeva<sup>2</sup>, A.B. Issayeva<sup>3</sup>, 2023**

<sup>1</sup> South Kazakhstan State Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan;

<sup>2</sup> M.Auezov South-Kazakhstan university;

<sup>3</sup> Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: Galiya56@list.ru

## **MICROCAPSULATION OF PROBIOTIC MICROORGANISMS TO INCREASE THEIR STABILITY AND SURVIVAL**

**Madybekova Galiya Madybekovna** — candidate of chemical sciences, associate professor, South Kazakhstan State Pedagogical University. 160012 Shymkent, Kazakhstan

E-mail: galiya56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1970-8143>;

**Mutaliyeva Botagoz Zhaksylykovna** — candidate of chemical sciences, associate professor, M.Auezov South-Kazakhstan university. 160012, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: mbota@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5295-4410>;

**Turkeyeva Elmira Myrzahanovna** — PhD student, M.Auezov South-Kazakhstan university. 160012, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: Turkeeva\_1980@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3070-7983>;

**Issayeva Assem Bakhytzhonovna** — PhD, Scientific researcher, Kazakh-British Technical University. 050000 Almaty, Kazakhstan

E-mail: isa-ase@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>.

**Abstract.** The application of microcapsulation in the food industry is of great interest because of the potential benefits for the delivery and protection of bioactive components. Their use can be a solution to increase the resistance of probiotic microorganisms to adverse conditions, and also contributes to their stability and prolonged action. Current research in the field of the biopolymers used in the probiotics and prebiotics microcapsulation makes substantiate approach to the choice of biopolymers and to direct research to determine the most suitable biopolymers for their microcapsulation. The article discusses the microcapsulation of microorganisms, in particular probiotics. During microcapsulation, probiotic bacteria are covered with a protective shell during the production process. This allows bacteria to maintain stability and extend the life of microorganisms, protect them from environmental influences. This paper provides an analysis of foreign and domestic literature on the colloidal and chemical properties of biopolymers and their complexes, probiotic microorganisms and their microcapsulation

systems, prebiotics, types of whey and their processing into functional fermented beverages, a summary and discussion of the current state of research on the effect of biopolymers and prebiotics on the stability and survival of probiotics in the process of microcapsulation and storage. As well as an overview of the influence of various parameters, such as biopolymer concentration, type and quantity of probiotics/prebiotics on the size, structure and stability of the resulting microcapsules. Optimal delivery systems for microcapsulation of the most effective probiotic microorganisms for fermentation of whey, with the possibility of co-encapsulation with prebiotics, for the development of a functional beverage were considered.

**Keywords:** microcapsulation, biopolymers, probiotics, prebiotics, fermentation, protective shell

**Financing.** *The work was carried out within the framework of the project of the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan under the project: AP19679879 “Development of technology for microencapsulation of probiotics for the enrichment of functional beverages based on dairy waste”.*

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

© Г.М. Мадыбекова<sup>1\*</sup>, Б.Ж. Муталиева<sup>2</sup>, Э.М. Туркеева<sup>2</sup>, А.Б. Исаева<sup>3</sup>, 2023

<sup>1</sup>Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті,  
Шымкент, Қазақстан;

<sup>2</sup>М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан;

<sup>3</sup>Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: Galiya56@list.ru

## ПРОБИОТИКАЛЫҚ МИКРООРГАНИЗМДЕРДІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ МЕН ӨМІР СҮРҮІН АРТТЫРУ ҮШІН МИКРОКАПСУЛДАУ

**Мадыбекова Галия Мадыбековна** — химия ғылымдарының кандидаты, доцент, Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті. 160012 Шымкент, Қазақстан  
E-mail: galiya56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1970-8143>;

**Муталиева Ботагоз Жаксылыковна** — химия ғылымдарының кандидаты, доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. 160012, Шымкент, Қазақстан  
E-mail: mbota@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5295-4410>;

**Туркеева Эльмира Мырзахановна** — PhD студент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті. 160012, Шымкент, Қазақстан  
E-mail: Turkeeva\_1980@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3070-7983>;

**Исаева Асем Бахытжанқызы** — PhD, Қазақстан-Британ техникалық университетінің ғылыми қызметкері. 050000 Алматы, Қазақстан  
E-mail: isa-aseм@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>.

**Аннотация.** Азық-түлік өнеркәсібінде микрокапсулдауды қолдану биологиялық белсенді компоненттерді жеткізу және қорғау үшін әлеуетті артықшылықтарға байланысты үлкен қызығушылық тудырады. Оларды қолдану пробиотикалық микроорганизмдердің қолайсыз жағдайларға



төзімділігін арттыру үшін шешім бола алады, сонымен қатар олардың тұрақтылығы мен ұзақ әсер етуіне ықпал етеді. Пробиотиктер мен пребиотиктерді микрокапсулдау да биополимерлерді қолдану саласындағы заманауи зерттеулер биополимерлерді таңдауға негізделген көзқараспен қарауға және зерттеулерді олардың микрокапсуляциясы үшін ең қолайлы биополимерлерді анықтауға бағыттауға мүмкіндік береді. Мақалада микроорганизмдердің, атап айтқанда пробиотиктердің микрокапсулдауы қарастырылады. Микрокапсулдау кезінде пробиотикалық бактериялар өндіріс процесінде қорғаныс қабығымен жабылады. Бұл бактериялардың тұрақтылығын сақтауға және микроорганизмдердің өмір сүру ұзақтығын арттыруға, оларды қоршаған орта әсерінен қорғауға мүмкіндік береді. Бұл жұмыста биополимерлер мен олардың кешендерінің коллоидты-химиялық қасиеттері, пробиотикалық микроорганизмдер және олардың микрокапсулдау жүйелері, пребиотиктер, сүт сарысуының түрлері және оларды функционалды ашытылған сусындарын өңдеу бойынша шетелдік және отандық әдебиеттерге талдау, микрокапсулдау және сақтау процесінде биополимерлер мен пребиотиктердің, пробиотиктердің тұрақтылығы мен өмір сүруіне әсерін зерттеудің ағымдағы жай-күйін қысқаша баяндау және талқылау келтірілген. Сондай-ақ биополимер концентрациясы, пробиотиктердің/пребиотиктердің түрі мен саны сияқты әртүрлі параметрлердің алынған микрокапсулалардың мөлшеріне, құрылымына және тұрақтылығына әсерін туралы шолу қарастырылған. Функционалды сусын жасау үшін пребиотиктермен бірге капсулдау мүмкіндігі бар сүт сарысуын ашыту үшін ең тиімді пробиотикалық микроорганизмдерді микрокапсулдаудың оңтайлы жеткізу жүйелері қарастырылды.

**Түйін сөздер:** микрокапсулдау, биополимерлер, пробиотиктер, пребиотиктер, ферменттеу, қорғаныс қабығы

**Қаржыландыру.** Жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және Жоғары Білім министрлігі Ғылым комитетінің АР19679879 «Сүт өнеркәсібінің қалдықтарына негізделген функционалды сусындарды байыту үшін пробиотиктерді микрокапсуляциялау технологиясын әзірлеу».

**Мүдделер қақтығысы:** Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

© Г.М. Мадыбекова<sup>1\*</sup>, Б.Ж. Муталиева<sup>2</sup>, Э.М. Туркеева<sup>2</sup>,  
А.Б. Исаева<sup>3</sup>, 2023

<sup>1</sup>Южно-Казахстанский государственный педагогический университет,  
Шымкент, Казахстан;

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан;

<sup>3</sup>Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан.  
E-mail: Galiya56@list.ru

## МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СТАБИЛЬНОСТИ И ВЫЖИВАЕМОСТИ

**Мадыбекова Галия Мадыбековна** — кандидат химических наук, доцент, Южно-Казахстанский государственный педагогический университет. 160012 Шымкент, Казахстан  
E-mail: galiya56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1970-8143>;

**Муталиева Ботагоз Жаксылыковна** — кандидат химических наук, доцент, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова. 160012, Шымкент, Казахстан  
E-mail: mbota@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5295-4410>;

**Туркеева Эльмира Мырзахановна** — PhD студент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова. 160012, Шымкент, Казахстан  
E-mail: Turkeeva\_1980@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3070-7983>;

**Исаева Асем Бахытжанқызы** — PhD, Казахстанско-Британский технический университет. 050000 Алматы, Казахстан  
E-mail: isa-aseм@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>.

**Аннотация.** Применение микрокапсулирования в пищевой промышленности представляет большой интерес из-за потенциальных преимуществ для доставки и защиты биологически-активных компонентов. Их использование может быть решением для повышения устойчивости пробиотических микроорганизмов к неблагоприятным условиям, а также способствует их стабильности и пролонгированному действию. Современные исследования в области применения биополимеров в микрокапсулировании пробиотиков и пребиотиков позволяют обоснованно подходить к выбору биополимеров и направить исследования на определение наиболее подходящих биополимеров для их микрокапсулирования. В статье рассматривается микрокапсулирование микроорганизмов, в частности, пробиотиков. При микрокапсулировании пробиотические бактерии в ходе производственного процесса покрываются защитной оболочкой. Это позволяет бактериям сохранять стабильность и увеличить срок жизни микроорганизмов, защищать их от воздействий окружающей среды. В данной работе приводится анализ зарубежной и отечественной литературы по коллоидно-химическим свойствам биополимеров и их комплексов, пробиотическим микроорганизмам и их систем микрокапсулирования, пребиотикам, видам молочной сыворотки и их переработке в функциональные ферментированные напитки, краткое изложение и обсуждение текущего состояния исследований

влияния биополимеров и пребиотиков на стабильность и выживаемость пробиотиков в процессе микрокапсулирования и хранения. А также обзор влияния различных параметров, таких как концентрация биополимера, тип и количество пробиотиков/пребиотиков на размер, структуру и стабильность получаемых микрокапсул. Были рассмотрены оптимальные системы доставки для микрокапсулирования наиболее эффективных для ферментирования молочной сыворотки пробиотических микроорганизмов, с возможностью соинкапсулирования пребиотиками, для разработки функционального напитка.

**Ключевые слова:** микрокапсулирование, биополимеры, пробиотики, пребиотики, ферментирование, защитная оболочка

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках проекта AP19679879 «Разработка технологии микрокапсулирования пробиотиков для обогащения функциональных напитков на основе отходов молочной промышленности» КН МНУВО РК.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## **Введение**

В настоящее время ферментированные напитки пользуются высоким спросом из-за их полезных свойств и необходимости для поддержания здоровья. Исследования показывают, что пробиотические микроорганизмы способны расти в сыворотке должным образом, и что они достигают высоких концентраций, необходимых для достижения пробиотического эффекта, который ищут потребители (Molego и др., 2017).

Однако, из-за существенного снижения их жизнеспособности и стабильности во время хранения продукции, существует проблема сохранения полезных свойств пробиотических продуктов, которая приводит к необходимости разработки таких систем доставки, позволяющих сохранить пробиотики и пролонгировать их активность (Mingfei и др., 2020). В некоторых случаях для повышения их жизнеспособности могут быть инкапсулированы дополнительные компоненты, такие как питательные вещества или защитные агенты.

Несмотря на то, что разработаны некоторые системы для микрокапсулирования пробиотиков, остаются важными вопросы подбора подходящих моделей для дизайна эффективных систем доставки данных активных агентов.

## **Материалы и основные методы**

Обзор литературных данных показывает (Kun-Nan и др., 2005), что для повышения жизнеспособности пробиотиков в желудочно-кишечном тракте были разработаны разные системы пероральной доставки, представлены новые стратегии микроинкапсулирования пробиотиков и освещены ключевые механизмы их стрессоустойчивых свойств. Показано, что пробиотики можно защитить микрокапсулированием, материалами

которого могут быть биополимеры или липиды. Кроме того, имеются возможности микрокапсулирования пробиотиков с различными веществами с пребиотическими свойствами, что повышает ценные функциональные характеристики продукции.

Как было уже упомянуто выше, доставка пробиотических микроорганизмов в кишечник сопряжена с большим количеством барьеров, понижающих их биодоступность и жизнеспособность. Пробиотики, попадая в желудок, сразу подвергается действию агрессивной среды желудочного сока, они становятся нежизнеспособными, и теряют активность.

Микрокапсулирование пробиотиков позволяет избежать стрессов, возникающих при производстве, хранении, потреблении продукта, и обеспечивает высокий уровень выживаемости микроорганизмов в таких "капсулах".

Для получения микрокапсулированных пробиотиков было разработано несколько методов микрокапсулирования, который представлен в таблице 1.

Таблица – 1. Методы микрокапсулирования пробиотических микроорганизмов

№	Метод инкапсуляции	Ссылка
1	Технология распылительной сушки подходит для крупномасштабного промышленного применения, включающего распыление жидкой смеси и испарение расворителя при контакте с горячим воздухом или газом.	(Frakolaki и др., 2021)
2	Лиофилизация включает замораживание клеток материалом, используемым для инкапсуляции (обычно при температурах заморзания), с последующим удалением воды под вакуумом. Для сохранения и стабилизации активности лиофилизированных пробиотиков добавляют криопротекторы, такие как лактоза, трегалоза, сорбит, сахароза, молочный белок или обезжиренное молоко.	(Kailasapathy, 2009)
3	Экструзия – наиболее распространенный метод использования биополимеров в качестве инкапсулирующих материалов. Способ включает получение гидроколлоидного раствора с последующим добавлением микроорганизмов, формирование капель с помощью иглы шприца (экспериментальный масштаб) или экструдера (промышленный масштаб) и их выделением в твердеющий раствор (обычно кальция хлорид).	(Martin и др., 2015 )
4	Эмульсия – это когда небольшой объем гидроколлоидной суспензии, содержащей микроорганизмы (прерывистая фаза), добавляют к большему объему растительного масла (непрерывная фаза). С помощью эмульгатора смесь гомогенизируется. После образования эмульсии он может быть нерастворим для изготовления гелевых капсул. Большим недостатком этого метода является то, что полученные частицы сильно различаются по форме и размеру, хотя размеры гранул могут быть уменьшены путем механической гомогенизации.	(Capela и др., 2007 )
5	Распылительно-сублимационная сушка – комбинированная процедура, которая включает этапы, используемые при лиофилизации (сублимационной сушке) и распылительной сушке. Преимущество заключается в том, что позволяет получать капсулы с контролируемым размером и более высокой удельной поверхностью, в отличие от капсул, полученные распылительной сушкой. К недостаткам способа относятся высокая стоимость (примерно 50 раз выше, чем при классической распылительной сушке), длительное время обработки и высокие энергозатраты.	(Razavi и др., 2021 )

6	Послойное нанесение – это технология, основанная на чередовании слоев катионных (например, хитозана) и анионных (например, альгината) биополимеров на клетки посредством электростатического взаимодействия. Его преимуществом является повышенная жизнеспособность бактерий во всем желудочно-кишечном тракте, наряду с с выживаемостью пробиотических клеток при воздействии кислот и желчных солей, адгезии слизистой оболочки и росте тканей кишечника, а также выживаемость <i>in vivo</i>	(Anselmo и др., 2016)
---	---	-----------------------

Для исследования коллоидно и физико-химических свойств микрокапсулированных пробиотиков применяются следующие методы;

- Методы исследования поверхностного и межфазного натяжения, вискозиметрия для определения коллоидно-химических свойств биополимеров и их композиций для обоснований их применения в качестве составляющих микрокапсулы.

- Методы лазерной корреляционной спектроскопии для измерения динамического рассеяния света и измерения электрокинетического дзета-потенциала для характеристики микро-и наноэмульсий, которые будут основой для микрокапсулирования.

- FTIR для анализа молекулярных взаимодействий между компонентами в составах микрокапсул, физико-химических свойств составов микрокапсул без активных агентов и с агентами.

- Микробиологические методы исследований для анализа микрокапсулированных и свободных микроорганизмов, идентификации чистых культур, определения КОЕ с применением соответствующих питательных сред для микроорганизмов.

- Методы кислотно-основного титрования для определения титруемой кислотности растворов ферментированных напитков.

- Оптические методы анализа для морфологии, размеров, формы микрокапсул, определения механизма и кинетики высвобождения агентов из составов микрокапсул, и составления профиля высвобождения активных агентов из микрокапсул.

- Кинетические методы анализа — для определения зависимости между скоростью ферментативной реакции и концентрацией реагирующих веществ. Будут исследованы влияние различных факторов, таких как pH, температуры, ионной силы, концентрации субстрата и продукта на кинетические параметры ферментативной реакции и сравнение с аналогичными результатами при использовании свободного микроорганизма, а также возможность регулирования факторов на эффективность микрокапсулированных.

Технологии микрокапсулирования пробиотиков были тщательно исследованы с целью повышения жизнеспособности пробиотиков при манипулировании, хранении, коммерциализации и включении в пищевые и фармацевтические продукты, гарантируя, что эти клетки остаются жизнеспособными во время транспортировки и пребывания в желудочно-

кишечном тракте. В результате повышение выживаемости пробиотиков и устойчивости к неблагоприятным условиям за счет инкапсуляции имеет решающее значение для их эффективности при заболеваниях. Инкапсулированные штаммы пробиотиков добавляются в различные пищевые продукты, включая йогурт, сыры, замороженные молочные десерты, напитки и мясные продукты (Nomaouni и др., 2008).

Метод микрокапсулирования имеет много преимуществ, но необходимо учитывать несколько факторов. К ним относятся:

- соображения биобезопасности, препятствующие клинической трансляции микрокапсулирования клеток;
- опасения по поводу манипуляций и процедур экстракции, которые должны быть усовершенствованы, чтобы быть как можно менее инвазивными;
- опасения по поводу оптимизации экономической эффективности;
- опасения по поводу учета международно-признанных правил использования из пробиотиков. В результате применение биополимеров для покрытия инкапсулированных штаммов для защиты в желудочно-кишечном тракте или в качестве носителей для прямой инкапсуляции микроорганизмов должно включать процедуры, способствующие высокой жизнеспособности бактерий (Nomaouni и др., 2008).

#### **Результаты и обсуждение**

Как следует из проведенного литературного обзора, в настоящее время во всем мире учеными исследуются различные подходы и системы доставки различных пробиотических препаратов, направленные на преодоление вышеперечисленных проблем, в частности, микрокапсулирование. Одним из практически важных задач для разработки микрокапсулирования пробиотических препаратов является получение эмульсий, стабильность которых обеспечивают полиэлектролитные комплексы, способные сохранять устойчивость в широком диапазоне изменения внешних условий (рН, ионной силы, температуры), но в то же время могут быстро и обратимо реагировать на очень незначительные их колебания кардинальным изменением молекулярных характеристик и фазового состояния, что способствует контролируемому высвобождению (Forster и др., 2002). Особенно ценно, что перестройка комплексов может осуществляться в условиях, благоприятных для функционирования природных полиионов (белков, ферментов, нуклеиновых кислот). В зависимости от физико-химических характеристик биоактивных агентов и составляющих микрокапсулы требуется выбрать наилучший метод подготовки микрокапсул для достижения эффективной инкапсуляции. До сих пор были инкапсулированы различные средства защиты растений, например пестициды, инсектициды, фунгициды. Ранее нами был также предложен более упрощенный метод, который основан на получении микрокапсул непосредственно из биополимеров (хитозана и альгината), без эмульгирования и органических растворителей (Vinceković и др., 2021). Данная система была эффективно применена для микрокапсулирования стимуляторов растений производных аминифумаровой кислоты (Khokhlova и др., 2018).



Интенсивные исследования в последние годы позволили по-новому взглянуть на процессы и механизмы межмолекулярных взаимодействий в микрокапсулах на основе биополимеров, однако наши знания об инкапсулировании пробиотических микроорганизмов для обогащения ими ферментированных напитков все еще довольно ограничены.

Система классификации, основанная на происхождении, синтезе и переработке различных биоразлагаемых полимеров, делит биополимеры на четыре основные категории: агробιοполимеры, микроорганизмы и биотехнологические и нефтехимические продукты. Полисахариды (крахмалы, целлюлоза, альгинаты, пектины, камеди и хитозан); белки животного происхождения (сыворотка, коллаген и желатин); и липиды (пчелиный воск, карнаубский воск и свободные жирные кислоты) входят в число соединений, обнаруженных в биополимерах, полученных из продуктов из биомассы. Большинство биополимеров могут быть извлечены естественным путем из растений, животных и микроорганизмов, таких как водоросли и агроотходы (Agora, 2018).

Бананы, кукуруза, картофель, тапиока, ямс, рис, кукуруза, пшеница, хлоп-пок, сорго и ячмень являются агроисточниками биополимеров, в то время как крупный рогатый скот, свиньи и другие продукты являются источниками животного происхождения. Яблочные выжимки, томатные выжимки, ананасовые, апельсиновые и лимонные корки, пшеничная солома, рисовая шелуха, бумажные отходы, зерновые культуры, древесина и зеленые отходы относятся к числу источников агроотходов, в то время как губки, кораллы, омары, рыбы и креветки относятся к числу морских источников. Биоматериалы, изготовленные из этих продуктов, описываются как эластичные, мягкие и гелеобразные, обладающие многими твердыми и текучими свойствами. Известно, что биополимеры являются "смарт" и гибкими материалами даже в живых организмах, поскольку их структура постоянно подвергается изменениям либо в ответ на изменения окружающей среды, либо с помощью ферментов на протяжении всего жизненного цикла организма (Temesgen и др., 2021).

На рисунках 1, 2 представлены классификация различных биоразлагаемых полимеров по происхождению, синтезу и переработке.



Рисунок 1. Биополимеры из продуктов нефтехимии и биотехнологии

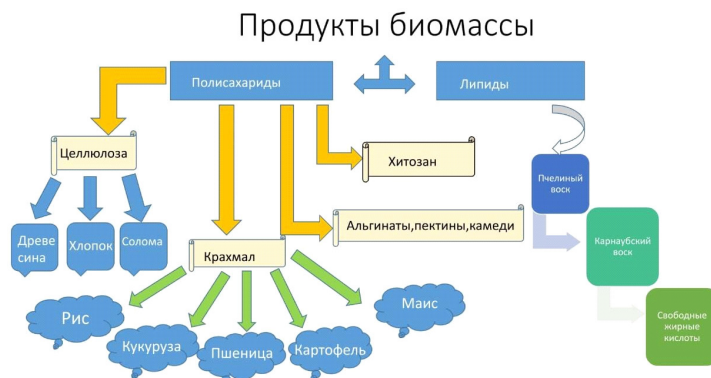


Рисунок 2. Биополимеры, полученные из продуктов биомассы

В последние годы широко изучается микрокапсулирование активных агентов путем постадийной адсорбцией разноименно заряженных полиэлектролитов, или способом LBL, разработанным сотрудниками Института коллоидов и поверхностей имени Макса Планка, Гольм, Германия, где предлагается послойная адсорбция противоположно заряженных полимерных ионов или полиэлектролитов на поверхность коллоидных частиц (Donath и др., 1998). В основе процесса формирования лежит электростатическое взаимодействие заряженной подложки с противоположно заряженными цепями, которое достигается погружением подложки в разбавленный раствор полиэлектролита. При этом полимер адсорбируется в виде петель, и поверхность частицы перезаряжается. Полученные частицы с полимерным слоем промывают от излишка полиэлектролита и снова погружают в раствор противоположно заряженного полииона, и поверхность опять перезаряжается. Таким образом, формируется многослойная полимерная оболочка. Чередующаяся многократная адсорбция обеспечивает образование стабильных полиэлектролитных мультислоев с различными свойствами, которые во многом определяются природой используемых разноименно заряженных синтетических и природных полимерных компонентов. При постадийной адсорбции возможен контроль свойств поверхности микрочастиц за счет последнего наносимого полиэлектролита. Однако этот метод является трудоемким, и имеет некоторые недостатки, которые заключаются в том, что оболочка полиэлектролитных капсул чувствительна ко множеству параметров окружающей среды, которые могут повлиять на проницаемость капсул, кроме того сложно получать частицы с размером меньше микрометра. В работе (Balabushevich и др., 2002) микрокапсулы предлагается получить ступенчатой адсорбцией декстран сульфата и протамина на меламин формальдегидных ядрах с последующим растворением рН 1,7, а также исследуется включение белков в полиэлектролитные комплексы, где показано, что количество белка в микрокапсулах уменьшалось с увеличением молекулярной массы белка, а удержание белков увеличивалось. Подобно работе, описанной выше,

авторами (Balabushevich и др., 2001) для получения микрокапсул применяется последовательное нанесение слоев положительно заряженного полистиренсульфоната и отрицательно заряженного полиаллиламина. Также для гидрофильных активных агентов предлагаются для получения микрокапсул использовать метод двойных эмульсий вода-масло-вода.

В последнее время уделяется внимание разработке систем для микрокапсулирования активных агентов на основе микроорганизмов, для повышения стабильности, стрессоустойчивости и выживаемости. Так, например, авторами (Mingfei и др., 2020) представлены новые стратегии микроинкапсулирования пробиотиков и освещены ключевые механизмы их стрессоустойчивых свойств, рассмотрены последние модели *in vitro* и *in vivo* для оценки эффективности систем доставки пробиотиков, также подчеркивается важность наличия подходящих моделей, которые могут защитить пробиотики от агрессивной среды.

Авторами (Kun-Nan и др., 2005) рассмотрены системы для микрокапсулирования пребиотиков, пептида, и 4 пробиотиков (*Lactobacillus acidophilus*, *Lacto-bacillus casei*, *Bifidobacterium bifidum*, and *Bifidobacterium longum*), на основе альгината натрия, которая оптимизировалась с использованием методологии *response surface* (RSM) для 1-го построения модели поверхности с последующим последовательным квадратичным программированием (SQP) для оптимизации модели и оценки выживаемости микрокапсулированных пробиотиков при моделировании теста на желудочную жидкость.

Эффект различных инкапсулирующих материалов на стабильность пробиотических бактерий был изучен авторами (Ding и др., 2009), при котором было установлено, что микрокапсулы, изготовленные из альгината, ксантановой камеди и каррагинановой камеди, значительно улучшили выживаемость пробиотических бактерий при воздействии кислых условий и солей желчных кислот.

Таким образом, до настоящего времени предлагались разные технологии, которые являются пригодными для захвата биоактивных агентов в микрокапсулы, включая двойные эмульсии, органическую фазу, разделение, суперкритическую жидкость и технику распыления (Jantzen и др., 2013).

Другие исследования также обращают внимание на использование различных материалов для микрокапсулирования пробиотиков. Например, Чжан и соавторы (Zhang и др., 2018) разработали микрокапсулы на основе карбоксиметилклетчатки и хитозана для инкапсуляции пробиотической культуры *Bifidobacterium longum*. Эти микрокапсулы обладали высокой стабильностью и защитной способностью в условиях симуляции желудочного сока.

Кроме того, некоторые исследования фокусируются на разработке новых методов микрокапсулирования пробиотиков. Например, Ли и соавторы (Li и др., 2020) предложили использовать метод электростатического распыления для создания микрокапсул, содержащих пробиотическую культуру *Lactobacillus rhamnosus* GG. Этот метод позволил получить микрокапсулы с высокой степенью инкапсуляции и высокой жизнеспособностью пробиотиков.

### *Альгинат и его применение*

Альгинат, вероятно, является наиболее широко используемым биополимером в фармацевтической и пищевой промышленности. Он получается при низких затратах и является возобновляемым и легкодоступным, биодеgradable, нетоксичным, биосовместимым соединением. Структурно альгинат представляет собой водорастворимый полисахарид, образованный из альтернативных блоков из 1–4 связанных остатков  $\alpha$ -L-гулурановой кислоты и  $\beta$ -D-маннурановой кислоты.

Альгинат был использован для инкапсуляции нескольких штаммов пробиотиков и протестирован при воздействии различных неблагоприятных условий окружающей среды. (Govender и др., 2005).

Микрокапсулирование пробиотиков увеличивает время хранения жизнеспособных бактерий при комнатной температуре и позволяет включать пробиотики в широкий ассортимент пищевых продуктов без риска ухудшения сенсорных характеристик. Экструзия и эмульгирование являются наиболее распространенными методами, используемыми для получения микрокапсул альгината натрия. По сравнению с методом экструзии эмульгирование происходит мягче и проще. Эмульгированные микрокапсулы содержат частицы небольшого размера и не влияют на вкус продуктов, в которые добавлены микрокапсулы. Кроме того, эмульгирование больше подходит для крупномасштабного производства (Lopes и др., 2017).

В (Figuze и др., 2021) работе образование микрокапсул с наивысшей эффективностью микрокапсулирования, наивысшей устойчивостью к pH 2 и наименьшим периметром, используемых при микрокапсулировании бактериофага сальмонеллы, авторами было исследовано на первом этапе путем оптимизации соотношения альгинат натрия/казеинат натрия в смеси для микрокапсулирования и частоты вибрации в процессе экструзии. Для оптимизации производства была применена методика поверхности отклика (RSM), которая определяет взаимосвязи между откликами (наивысшая эффективность микрокапсулирования, наивысшая устойчивость к pH 2 и наименьший периметр) и независимыми переменными (соотношение альгинат натрия/казеинат натрия в смеси для микрокапсулирования и частота вибрации), процесс получения микрокапсул бактериофага. На втором этапе, после получения микрокапсул Felix O1 в оптимальных условиях, определяли устойчивость микрокапсулированного Felix O1 к имитируемой желудочной жидкости и высвобождение микрокапсулированного Felix O1 из микрокапсул в имитируемой кишечной жидкости.

Для эффективной системы инкапсуляции необходимой для защиты *Lactobacillus casei* от неблагоприятных условий при обработке пищевых продуктов и прохождении через желудочно-кишечный тракт авторы в (Beldarrain-Iznaga и др., 2020) исследовании инкапсулировали *L. casei* двойной эмульсией, покрытой наружным слоем сшитого альгината; оценивалось влияние на его жизнеспособность после сублимационной сушки, термической обработки,

переваривания *in vitro* и во время хранения. Межфазная структура микрокапсул, полученная путем образования двойной эмульсии и альгинатного покрытия, улучшила защитную функцию *L. casei* в стрессовых условиях, особенно когда альгинатный наружный слой подвергался ионному гелеобразованию. Микрокапсулированный *L. casei* достиг 97,3 % эффективности инкапсуляции и 98 % выживаемости после процесса сублимационной сушки, сохраняя количество выше 107 КОЕ/г при 50 и 70 °С в течение 20 минут. Микрокапсулы обеспечивали высокую жизнеспособность в кишечной фазе (106 КОЕ/г) и большую стабильность при хранении при температуре 4°С (107 КОЕ/г, 17 недель). Большая защитная способность микрокапсул может быть связана с повышением температуры стеклования и плавления инкапсулирующей матрицы и образованием более компактного альгинатного слоя. Предлагаемая технология инкапсуляции представляет собой альтернативу повышению жизнеспособности *L. casei* в стрессовых условиях и может быть использована для разработки функциональных пищевых продуктов.

Разработка и успех нового инкапсулированного продукта зависят от поведения и отношения потребителя, такого как восприятие, предпочтение, приятие и выбор продукта. Факторами, влияющими на выбор потребителей, могут быть: (а) биологические; (б) экономические; (в) физические; (г) характеристики блюда; (д) социальные детерминанты; (е) физиологические детерминанты; и (ж) другие (Xiang и др., 2019).

### **Заключение**

Знание физических, химических и биологических свойств инкапсулирующих материалов имеет решающее значение для разработки и выбора технологии микрокапсулирования, поскольку результаты такого анализа позволяют более точно определить свойства, которыми должен обладать продукт. В результате, дальнейшие исследования по получению широкого спектра микро- и нанокапсул остаются перспективными и позволят решить наиболее актуальные прикладные задачи, одной из которых является создание эффективных полимерных капсул и их применение.

Одним из наиболее перспективных направлений в этом направлении является производство систем на основе противоположно заряженных биополимеров, полимерно-поверхностно-активных систем, которые являются потенциально перспективными направлениями для микрокапсулирования различных компонентов, в том числе пробиотиков и пребиотикосодержащих веществ. Кроме того, благодаря высокому молекулярному весу полиэлектролитных комплексов возможно контролируемое высвобождение из системы доставки.

Таким образом, использование инкапсулированных пробиотических микроорганизмов является эффективной при изготовлении пищевых продуктов, и сохраняет жизнеспособность применяемых микроорганизмов. Согласно современным данным, такие пробиотики обладают иммуномодулирующими, противовоспалительными, антиоксидантными и противораковыми свойствами. Мы ожидаем, что дальнейшие исследования коллоидно-

химических свойств, биологической активности этих пробиотиков откроют новые возможности применения в пищевой промышленности, в медицине и в других областях.

#### REFERENCES

- Anselmo A.C., Mchugh K.J., Webster J., Langer R., Jaklenec A. (2016). Layer-by-layer encapsulation of probiotics for delivery to the microbiome, *J. Adv.Mater*, 28:9486–9490. <https://doi.org/10.1002/adma.201603270> (in Eng.).
- Balabushevich N.G., Sukhorukov G.B., Larionova N.I. (2002). Incorporation of proteins into polyelectrolyte microcapsules of dextran sulfate, protamine and melamine formaldehyde. [Vkluchenie belkov v polielektrolitnye mikrokapsuly iz dekstran sulfata, protamina i melamin formaldegid]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser.2.him* 2002 UDC 547.962. T.43, №6. Pp. 374–377. <https://cyberleninka.ru/article/n/vklyuchenie-belkov-v-polielektrolitnye-mikrokapsuly-iz-dekstran-sulfata-protamina-i-melamin-formaldegid/viewer> (in Russ.).
- Beldarrain-Iznaga T., Villalobos-Carvajal R., Leiva-Vega J., Armesto E.S. (2020). Influence of multilayer microencapsulation on the viability of *Lactobacillus casei* using a combined double emulsion and ionic gelation approach, *Food and Bioproducts Processing*, 124:57–71. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.08.009> (in Eng.).
- Capela P., Hay T.K.C., Shah N.P. (2007). Effect of homogenisation on bead size and survival of encapsulated probiotic bacteria, *Food Res. Int.* 40:1261–1269. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.08.006> (in Eng.).
- Ding W.K., Shah N.P., (2009). Effect of Various Encapsulating Materials on the Stability of Probiotic Bacteria, *J Food Sci.*, 74(2):M100-7. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2009.01067.x (in Eng.).
- Dan Yang Ying, Mei Chi Phoon, Luz Sanguansri, Rangika Weerakkody, Iko Burgar, Mary Ann Augustin. (2010). Microencapsulated *Lactobacillus rhamnosus* GG powders: relationship of powder physical properties to probiotic survival during storage, *J Food Sci.*, 75(9):588–95. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.01838.x (in Eng.).
- Donath E., Sukhorukov G.B., Caruso F., Sean A Davis. (1998). Helmut M $\ddot{o}$ hwald. Novel hollow polymer shells by colloid-templated assembly of polyelectrolytes, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 1998. 4;37(16):2201-2205. DOI: 10.1002/(SICI)1521-3773(19980904)37:16<2201::AID-ANIE2201>3.0.CO;2-E (in Eng.).
- Ergin F., Atamer Z., Göcer C., Demir M., Hinrichs J., Kucukcetin A. (2020). Optimization of Salmonella bacteriophage microencapsulation in alginate-caseinate formulation using vibrational nozzle technique, *Food Hydrocolloids*, 113(1):106456106456. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.106456 (in Eng.).
- Forster S., Plantenberg T. (2002). From self-organizing polymers to nanohybrid and biomaterials, *Angew Chem. Int. Ed.*, 41:688-714. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12491318/> (in Eng.).
- Frakolaki G., Giannou V., Kekos D., Tzia C. (2021). A review of the microencapsulation techniques for the incorporation of probiotic bacteria in functional foods, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 61:1515–1536. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1761773> (in Eng.).
- Govender S., Pillay V., Chetty D.J., Essack S.Y., Dangor C.M., Govender T. (2006). Optimisation and Characterisation of Bioadhesive Controlled Release Tetracycline Microspheres, *Int. J. Pharm*, 306:24–40. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2005.07.026 (in Eng.).
- Homayouni A., Azizi A., Ehsani M.R., Yarmand M.S., Razavi S.H. (2008). Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream, *Food Chem*, 111:50–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.036> (in Eng.).
- Jantzen M., Göpel A., Beermann C. (2013). Direct spray drying and microencapsulation of probiotic *Lactobacillus reuteri* from slurry fermentation with whey, *J. Appl. Microbiol*, 115(4): 1029–1036. <https://doi.org/10.1111/jam.12293> (in Eng.).
- Kailasapathy K. (2009). Encapsulation technologies for functional foods and nutraceutical product development, *CAB Rev*, 4:33. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20094033> (in Eng.).



Khokhlova T.V., Chertihina Yu.A., Mutaliev B.Zh., Yanova K.V., Prosyani A.V. (2018). Aminofumaric acid derivatives: Synthesis and influence on the development of plants.[*Proizvodnye aminofumarovoy kisloty: sintez i vlyanie na razvitie rastenii*]. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 6:91-98. <https://oaji.net/articles/2019/1954-1546421600.pdf> (in Russ).

Kun-Nan Chen, Ming-Ju Chen, Je-Ruel Liu, Chin-Wen Lin, Hsin-Yi Chiu (2005). Optimization of Incorporated Prebiotics as Coating Materials for Probiotic Microencapsulation, *Journal of food science*, 70(5): M260-M266. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09981.x> (in Eng.).

Lopes S., Bueno L., De Aguiar Junior F., Finkler C. (2017). Preparation and characterization of alginate and gelatin microcapsules containing *Lactobacillus rhamnosus*, *Acad.Ciencias*, 89:1601–1613. DOI: 10.1590/0001-3765201720170071 (in Eng.).

Martín M.J., Lara-Villoslada F., Ruiz M.A., Morales M.E. (2015). Microencapsulation of bacteria: A review of different technologies and their impact on the probiotic effects, *Innov. Food Sci. Emerg. Technol*, 27:15–25. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2014.09.010> (in Eng.).

Mingfei Yao, Jiaojiao Xie, Hengjun Du, David Julian McClements, Hang Xiao, Lanjuan Li. (2020). Progress in microencapsulation of probiotics: A review, 19(2): 857-874 . <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12532> (in Eng.).

Molero M.S., Briñez W.J. (2018). Probiotics Consumption Increment through the Use of Whey-Based Fermented Beverages, *Probiotics - Current Knowledge and Future Prospects*. DOI: 10.5772/intechopen.72362. (in Eng.).

Razavi S., Janfaza S., Tasnim N., Gibson D.L., Hoorfar M. (2021). Nanomaterial-based encapsulation for controlled gastrointestinal delivery of viable probiotic bacteria, *Nanoscale Adv*, 3:2699–2709. <https://doi.org/10.1039/D0NA00952K> (in Eng.).

Rui Ji, Jiahui Wu, Junliang Zhang, Tao Wang, Xudong Zhang, Lei Shao, Daijie Chen, and Jian Wang (2019). Extending Viability of *Bifidobacterium longum* in Chitosan-Coated Alginate Microcapsules Using Emulsification and Internal Gelation Encapsulation Technology, *J. Front Microbiol*, DOI: 10.3389/fmicb.2019.01389 (in Eng.).

Temesgen S., Rennert M., Tesfaye T., Nase M. (2021). Review on spinning of biopolymer fibers from starch, *Polymers (Basel)*, 13(7):1121. doi: 10.3390/polym13071121 (in Eng.).

Vinceković M., Slaven J., Suzana Š., Vujičić N.Š., Španić N., Mutaliev B., Prosyani A. & Marijan M. (2022). Morphological, rheological and thermal characteristics of biopolymeric microcapsules loaded with plant stimulants, *Journal of Polymer Research*, 29 (5):204. DOI:10.1007/s10965-022-03057-8 (in Eng.).

Xiang, H.; Sun-Waterhouse, D.; Waterhouse, G.; Cuia, C.; Ruana, Z. (2019). Fermentation-enabled wellness foods: A fresh perspective, *Food Sci. Hum*, 8:203–243. DOI:10.1016/j.fshw.2019.08.003 (in Eng.).

Yadav A., Mangaraj S., Singh R., Das S.K., Naveen K.M., Arora S. (2018). Biopolymers as Packaging Material in Food and Allied Industry, *International Journal of Chemical Studies*, 6(2):2411–2418. <https://www.researchgate.net/publication/342765641> (in Eng.).

**МАЗМУНЫ  
ФИЗИКА**

<b>М.С. Есенаманова, Ж.С. Есенаманова, А.Е. Глепбергенова, М. Махамбет, Н.Б. Байтемирова</b> ГИДРОПОНИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫДАҒЫ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ПЕН ЭЛЕКТР ӨТКІЗГІШТІК ШАМАЛАРЫНЫҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ.....	7
<b>Е.А. Жақанбаев, В.Н. Володин, Ю.Ж. Тулеушев</b> ГАФНИЙ-КАДМИЙ ЖҮЙЕСІНДЕГІ НАНОБӨЛШЕКТЕРДІҢ БАЛҚУ ТЕМПЕРАТУРАСЫН ЖӘНЕ БАЛҚЫМА-КРИСТАЛ ШЕКАРАСЫНДАҒЫ БЕТТІК КЕРІЛҮДІ АЗАЙТУ.....	20
<b>А.С. Ларионов, А.С. Диков, Л.А. Дикова, С.О. Ақаев, Р.В. Кирьянов</b> СУТЕКТІ САҚТАУ ҮШІН ҰЗАҚ ПАЙДАЛАНУДАН КЕЙІН КОНТЕЙНЕР МАТЕРИАЛЫН ЗЕРТТЕУ.....	28
<b>Е.М. Мырзакулов, Г.Т. Ергалиева</b> БАРДИН-ЯНГ-МИЛЛС ҚАРА ҚҰРДЫМДАРЫНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	36
<b>В.М. Терещенко</b> 8 <sup>m</sup> -10 <sup>m</sup> СПЕКТРОФОТОМЕТРЛІК СТАНДАРТТАР. VI. +40° АЙМАҚ.....	47
<b>А.Ж. Тычenguлова, К.А. Катпаева</b> MN НЕГІЗІНДЕ ӨТПЕЛІ МЕТАЛДАР КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДАҒЫ ФОТОАКТИВАЦИЯНЫҢ БАСТАПҚЫ КЕЗЕҢІН ЗЕРТТЕУ.....	58
<b>И. Хромущин, Т. Аксенова, Е. Слямжанов, К. Мунасбаева</b> БАРИЙ ЦЕРАТЫ ЖӘНЕ ЛАНТАН СКАНДАТЫ НЕГІЗІНДЕГІ ПРОТОНДЫ ӨТКІЗГІШТЕРДІ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	71
<b>ХИМИЯ</b>	
<b>А. Абдрахманова, Н. Омарова, А. Сабитова</b> ЭЛЕКТРОЛИТ ҚҰРАМЫНЫҢ АНОДЫ ЖОҚ ЛИТИЙ-ИОНДЫ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	83
<b>М.Ә. Дәуренбек</b> ШЕТЕЛДІК ЗЕРТТЕУЛЕР АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ШЕҢБЕРІНДЕ ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН СУЛЬФИДТЕРДІҢ КЕШЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАРЫ ТУРАЛЫ.....	94
<b>С.Ж. Егембердиева, Н.Х. Халдаров, М.Н. Рахимов</b> БУТИЛ СПИРТТЕРІНІҢ ӨРТҮРЛІ ӘДІСТЕРМЕН СИНТЕЗІНЕ КЕШЕНДІ ШОЛУ.....	106
<b>А.Т. Кабылбекова, Е. Тілеуберді</b> ПОЛИМЕРҚҰРАМДЫ ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ БИТУМ ТОТЫҚТЫРУҒА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ: ШОЛУ.....	119
<b>З.И. Кобжасарова, М.К. Касымова, Г.Э. Орымбетова</b> ҚҰРАМЫ БАЙЫТЫЛҒАН НАННЫҢ ЖАҢА ТҮРІН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ.....	134
<b>А. Қуандықова, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Б. Жакибаев</b> ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ КЛИНКЕРІН АЛУДА АЩІСАЙ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ЗАУЫТЫНЫҢ КЛИНКЕРІН РЕТТЕУШІ ҚОСПА РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУДЫ ЗЕРТТЕУ.....	146
<b>Г.М. Мадыбекова, Б.Ж. Муталиева, Э.М. Туркеева, А.Б. Исаева</b> ПРОБИОТИКАЛЫҚ МИКРООРГАНИЗМДЕРДІҢ ТУРАҚТЫЛЫҒЫ МЕН ӨМІР СҮРУІН АРТТЫРУ ҮШІН МИКРОКАПСУЛДАУ.....	157
<b>Ж.Ш. Рахимбердиева, С.Д. Арыстанова, У.Т. Жуматаева</b> ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ӨңІРІНІҢ <i>ARTEMISIA L.</i> ТУЫСЫНЫҢ ТҮРЛЕРІНІҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ.....	172
<b>Н. Сағдоллина, М. Ибраева, Ж. Мукажанова, М. Ozturk</b> <i>ASTERACEAE</i> ТҰҚЫМДАСЫНА ЖАТАТЫН КЕЙБІР ӨСІМДІКТЕРДІҢ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	181
<b>А.С. Унгарбаева, А.Т. Кабылбекова, Е. Тілеуберді, Х.И. Акбаров</b> АУЫР МҰНАЙДЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН КОКС АЛУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ.....	191
<b>А.А. Шинибекова, Х.Л. Диаз де Туеста, Б.К. Масалимова</b> ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДАН КӨМІРТЕКТІ МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ: ШОЛУ.....	210

СОДЕРЖАНИЕ  
ФИЗИКА

<b>М.С.Есенаманова, Ж.С.Есенаманова, А.Е.Тлепбергенова, Махамбет М., Байтемирова Н.Б.</b> ВЗАИМОСВЯЗЬ ВЕЛИЧИН КИСЛОТНОСТИ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ В ГИДРОПИОННОЙ УСТАНОВКЕ.....	7
<b>Е.А. Жаканбаев, В.Н. Володин, Ю.Ж. Тулеушев</b> ПОНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ И ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ НА ГРАНИЦЕ РАСПЛАВ – КРИСТАЛЛ В СИСТЕМЕ ГАФНИЙ – КАДМИЙ.....	20
<b>А.С. Ларионов, А.С. Диков, Л.А. Дикова, С.О. Акаев, Р.В. Кирьянов</b> ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА КОНТЕЙНЕРА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА.....	28
<b>Е.М. Мырзакулов, Г.Т. Ергалиева</b> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЧЕРНЫХ ДЫР БАРДИНА-ЯНГА-МИЛЛСА.....	36
<b>В.М. Терещенко</b> СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ 8 <sup>m</sup> -10 <sup>m</sup> . VI. ЗОНА +40° .....	47
<b>А.Ж. Тычenguлова, К.А. Катпаева</b> ИССЛЕДОВАНИЕ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ФОТОАКТИВАЦИИ В КАТАЛИЗАТОРАХ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ MN.....	58
<b>И. Хромушин, Т. Аксенова, Е. Слямжанов, К. Мунасбаева</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОННЫХ ПРОВОДНИКОВ НА ОСНОВЕ ЦЕРАТА БАРИЯ И СКАНДАТА ЛАНТАНА.....	71
<b>ХИМИЯ</b>	
<b>А. Абдрахманова, Н. Омарова, А. Сабитова</b> ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗАНОДНЫХ ЛИТИЙ-ИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	83
<b>М.А. Дауренбек</b> О ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СУЛЬФИДОВ В РАМКАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	94
<b>С.Ж. Егембердиева, Н.Х. Халдаров, М.Н. Рахимов</b> КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР СИНТЕЗА БУТИЛОВЫХ СПИРТОВ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ.....	106
<b>А.Т.Кабылбекова, Е.Тілеуберді</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРОСОДЕРЖАЩИХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ОКИСЛЕНИЕ БИТУМА: ОБЗОР.....	119
<b>З.И. Кобжасарова, М.К. Касымова, Г.Э. Орымбетова</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО ВИДА ХЛЕБА С ОБОГАЩЕННЫМ СОСТАВОМ.....	134
<b>А. Куандыкова, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Б. Жакипбаев</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИНКЕРА АШЧИСАЙСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА.....	146
<b>Г.М. Мадыебекова, Б.Ж. Муталиева, Э.М. Туркеева, А.Б. Исаева</b> МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СТАБИЛЬНОСТИ И ВЫЖИВАЕМОСТИ.....	157
<b>Ж.Ш. Рахимбердиева, С.Д. Арыстанова У.Т. Жуматаева</b> ФИТОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВИДОВ РОДА <i>ARTEMISIA L.</i> ЮЖНОГО КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА.....	172
<b>Н. Сагдоллина, М. Ибраева, Ж. Мукажанова, М. Ozturk</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КИСЛОТНОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА <i>ASTERACEAE</i> .....	181
<b>А.С. Унгарбаева, А.Т. Кабылбекова, Е.Тілеуберді, Х.И. Акбаров</b> ОБЗОР МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ КОКСА ИЗ ОСТАТКОВ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ.....	191
<b>А.А. Шинибеева, Х.Л. Диаз де Туеста, Б.К. Масалимова</b> ОБЗОР: РАЗРАБОТКА УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	210

## PHYSICAL SCIENCES

<b>M. Yessenamanova, Zh. Yessenamanova, A. Tlepbergenova, M. Makhambet, N. Baitemirova</b> THE RELATIONSHIP BETWEEN THE VALUES OF ACIDITY AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN A HYDROPONIC INSTALLATION.....	7
<b>Y.A. Zhakanbaev, V.N. Volodin, Yu.Zh. Tuleushev</b> DECREASING THE MELTING TEMPERATURE OF NANOPARTICLES AND SURFACE TENSION AT THE MELT-CRYSTAL BOUNDARY IN THE HAFNIUM-CADMIUM SYSTEM.....	20
<b>A.S. Larionov, A.S. Dikov, L.A. Dikova, S.O. Akayev, R.V. Kiryanov</b> RESEARCH OF CONTAINER MATERIAL AFTER LONG-TERM USAGE FOR HYDROGEN STORAGE.....	28
<b>Y. Myrzakulov, G. Yergaliyeva</b> THERMODYNAMIC STRUCTURE OF BARDEEN-YANG-MILLS BLACK HOLES.....	36
<b>V.M. Tereschenko</b> SPECTROPHOTOMETRIC STANDARDS 8 <sup>m</sup> - 10 <sup>m</sup> . VI. ZONE +40°.....	47
<b>A.Z. Tychengulova, K.A. Katpayeva</b> INVESTIGATION OF THE INITIAL STAGE OF PHOTOACTIVATION IN MN-BASED TRANSITION METAL CATALYSTS.....	58
<b>I. Khromushin, T. Aksenova, E. Slyamzhanov, K. Munasbaeva</b> COMPARATIVE ANALYSIS OF PROTON CONDUCTORS BASED ON BARIUM CERATE AND LANTHANUM SCANDATE.....	71
<b>CHEMISTRY</b>	
<b>A. Abdrakhmanova, N. Omarova, A. Sabitova</b> THE EFFECT OF THE COMPOSITION OF ELECTROLYTES ON THE ELECTROCHEMICAL PARAMETERS OF ANODE-FREE LITHIUM-ION BATTERIES.....	83
<b>M.A. Daurenbek</b> ABOUT FOREIGN RESEARCH OF COMPLEX SULFIDE COMPOUNDS AS PART OF THEIR USE IN WASTEWATER PURIFICATION TECHNOLOGIES.....	94
<b>S. Yegemberdiyeva, N. Khaldarov, M. Rakhimov</b> A COMPREHENSIVE REVIEW ON BUTYL ALCOHOLS SYNTHESIS THROUGH DIFFERENT METHODS.....	106
<b>A.T. Kabyzbekova, Ye. Tileuberdi</b> STUDY OF THE INFLUENCE OF POLYMER-CONTAINING HOUSEHOLD WASTE ON BITUMEN OXIDATION: REVIEW.....	119
<b>Z. Kobzhasarova, M. Kassymova, G. Orymbetova</b> DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF A NEW TYPE OF BREAD WITH AN ENRICHED COMPOSITION.....	134
<b>A. Kuandykova, N. Zhanikulov, B. Taimasov B. Zhakipbayev</b> INVESTIGATION OF THE USE OF CLINKER OF THE ASHCHISAI METALLURGICAL PLANT AS ADDITIVE IN THE PRODUCTION OF PORTLANDCEMENT CLINKER.....	146
<b>G.M. Madybekova, B.Zh. Mutaliyeva, E.M. Turkeyeva, A.B. Issayeva</b> MICROCAPSULATION OF PROBIOTIC MICROORGANISMS TO INCREASE THEIR STABILITY AND SURVIVAL.....	157
<b>Zh.Sh. Rakhimberdiyeva, S.D. Arystanova U.T. Zhumataeva</b> FITOCHEMICAL COMPOSITION OF SPECIES OF THE GENUS ARTEMISIA L. IN THE SOUTHERN KAZAKHSTAN REGION.....	172
<b>N. Sagdollina, M. Ibrayeva, Zh. Mukazhanova, M. Ozturk</b> COMPARATIVE ACIDIC COMBINATION ANALYSIS OF SELECTED <i>ASTERACEAE</i> FAMILY SPECIES.....	181
<b>A.S. Ungarbayeva, A.T. Kabyzbekova, Ye. Tileuberdi, Kh.I. Akbarov</b> REVIEW OF METHODS FOR OBTAINING COKE FROM HEAVY OIL WASTES.....	191
<b>A.A. Shinibekova, J.L. Diaz de Tuesta, B.K. Massalimova</b> REVIEW: DEVELOPMENT OF CARBON-BASED MATERIALS FROM NATURAL RESOURCES.....	210

## **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](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](http://www.nauka-nanrk.kz)**

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

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

Подписано в печать 30.09.2023.

Формат 60x88<sup>1/8</sup>. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

22,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.