

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

2022 • 2

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

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, Корей биоғылым 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 оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛОКШИН 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 Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжінің профессоры, (Карачи, Пәкістан), Н = 21

ЦЕЛЕТКИН 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

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрділұлы, 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

ЖҮСПНОВ 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>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022
Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

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

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

ЛОКШИН 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 Асана Дар, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

ЩЕПЕТКИН 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

МАЛЬМ 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 ветеринарной медицины ТОО «Научно-производственный центр 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 Hernando, 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, Казахско-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>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022

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

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>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2022

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

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 5-20

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.144>

УДК 612.392.72

А.Н. Аралбаев¹, З.Ж. Сейдахметова^{1*}, Н.К. Аралбай²

¹Алматинский Технологический Университет, Алматы, Казахстан;

²Казахский Агротехнический Университет имени С.Сейфуллина,
Нур-Султан, Казахстан.

E-mail: altai_an@mail.ru

ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОРНЕЙ КАТРАНА КОЧИ (SRAMBE KOTSCHYANA)

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию биологической и пищевой ценности растения из семейства Капустных – Катрана кочи (*Srambe kotschyana*). Растения, относящиеся к роду Катран, применяются в различных странах в качестве пищевого, кормового, декоративного растения, а также в качестве источника биоактивных веществ, технического масла. Корни Катрана ранее использовались в Средней Азии в качестве сырья для выпечки лепешек, для консервирования и засолки, молодые побеги использовались в качестве зелени для салатов. В Казахстане на сегодняшний день растение катран не нашло целевого применения.

Целью исследования явилось анализ пищевой ценности корней растения для перспективы разработки новых видов сырья и продукции из экологически чистого и генетически безопасного сырья. В ходе исследований выявлено, что корни Катрана активно накапливают белковые вещества и углеводы. Корни Катрана богаты такими минеральными веществами, как кальций, фосфор, магний и цинк. Из витаминов в значительном количестве содержат витамин В₁, аскорбиновую кислоту. В процессе хранения корней Катрана кочи содержание таких питательных веществ, как углеводы и витаминов снижается. Однако при температуре -18°C данный процесс распада

углеводов и потери активности витаминов происходит медленнее по сравнению с образцами, которые хранили при температуре -4°C . Температурный режим хранения практически не влияет на содержание белков и минеральных веществ. Таким образом, можно заключить, что целесообразно дальнейшее исследование корней Катрана в качестве пищевого сырья.

Ключевые слова: пищевая и биологическая ценность, катран, витамины, минеральные вещества, хранение.

А.Н. Аралбаев¹, З.Ж. Сейдахметова^{1*}, Н.К.Аралбай²

¹Алматы Технологиялық Университеті, Алматы, Қазақстан;

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық Университеті,

Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

E-mail: altai_an@mail.ru

КОЧИ ҚАТЫРАНЫ (SRAMBE KOTSCHUANA) ТАМЫРЛАРЫНЫҢ ТАҒАМДЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Аннотация. Мақала Қатпаркөктер тұқымдасына жататын өсімдік – Кочи қатыранының (*Srambe kotschuana*) биологиялық және тағамдық құндылығын зерттеуге арналған. Қатыран туысына жататын өсімдіктер түрлі елдерде тағамдық, малазықтық, декоративті өсімдік ретінде, биологиялық белсенді заттар көзі және техникалық май шикізаты ретінде пайдаланылады. Қатыран тамырлары ертеректе Орта Азияда нан жабуда шикізат ретінде, консервілеуде, тұздау жасауда, жас өркендері салаттарға қосатын көк шөп ретінде пайдаланылды. Бүгінгі таңда Қазақстанда қатыран өсімдігі мақсатты түрде пайдаланылып іске асырылмайды.

Атаулы зерттеулердің мақсаты – қатыран өсімдігінен жаңа шикізат түрін өндіру және экологиялық таза, генетикалық тұрғыдан қауіпсіз өнімдер шығару перспективаларын қарастыру үшін тағамдық және биологиялық құндылығын сараптау болды. Зерттеу барысында қатыран тамырларының өз бойында ақуыз заттар мен көмірсуларды көп мөлшерде жинақтайтындығы анықталды. Қатыран тамырлары кальций, фосфор, магний және цинк сияқты минералды элементтерге бай, витаминдердің ішінде қатыранда тамырында B_1 витамині дәне аскорбин қышқылы кездеседі. Ұзақ мерзімде сақтау кезінде қатыран тамырларының бойындағы көмірсулар мен витаминдердің мөлшері

біршама азаяды. Бірақ сақтау температурасын -18°C төмендету арқылы ол процесстерді тежей отырып, шикізаттың балғындығы мен тағамдық және биологиялық құндылығын -4°C температурада сақтаған өнімге қарағанда біршама ұзағырақ уақыт бойы сақтау мүмкіндігі туады. Сақтау кезінде температураның мәні шикізат бойындағы ақуыз, минералды заттар құрамына көп әсер етпейді. Сонымен, қатыран тамырларын тағамдық шикізат ретінде тереңдей зерттеу перспективті бағыт болып табылады деп түйіндеуге негіз бар.

Түйін сөздер: тағамдық және биологиялық құндылық, қатыран, витаминдер, минералды заттар, сақтау.

A.N. Aralbayev¹, Z.Zh. Seidakhmetova^{1*}, N.K. Aralbay²

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan;

²S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: altai_an@mail.ru

THE ESTIMATION OF CRAMBE KOTSCHYANA ROOTS NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE

Abstract. This article is devoted to the study of the *Crambe cochiana* biological and nutritional value, plant from the Brassicaceae family.

Plants belonging to the species *Crambe* are used in various countries as a food, fodder, ornamental plant, as well as a source of bioactive substances, technical oil.

The roots of *crambe* were previously used in Central Asia as a raw material for baking cakes, for canning and salting, young shoots were used as greens for salads. To date, the *crambe* plant has not found its intended use in Kazakhstan.

The aim of the study was to analyze the nutritional value of plant roots for the prospect of developing new types of raw materials and products from environmentally friendly and genetically safe raw materials. In the course of research, it was revealed that the roots of *crambe* actively accumulate protein substances and carbohydrates. The roots of *crambe* are rich in minerals such as calcium, phosphorus, magnesium and zinc. There was found significant amounts vitamin B1, ascorbic acid in *crambe* roots. Content of nutrients such as carbohydrates and vitamins is reduced in the *crambe* roots during storage. However, at a temperature of -18°C , a process of carbohydrate decomposition and loss of vitamin activity occurs more slowly compared to samples that are stored at a temperature of -4°C . The

temperature regime practically did not impact on the content of mineral substances and protein. Thus, it could be included that the further study of the crambe roots as food raw material is perspective.

Key words: nutritional and biological value, crambe, vitamins, minerals, storage.

Введение. Питание населения один из ключевых факторов, определяющих здоровье нации. Рациональное питание – является залогом высокого качества жизни людей, так как трудоспособность и физическое здоровье человека на 50% обеспечивается правильным питанием (Тутельян, 2021). На сегодняшний день разнообразие пищевого сырья обеспечивает широкий ассортимент потребляемой продукции. Однако, учитывая то, что современная сельскохозяйственная промышленность использует порой неоправданно избыточное количество пестицидов, удобрений, гормональных препаратов и антибиотиков при выращивании растительного и животного сырья, зачастую биологическая и пищевая ценность конечной продукции значительно снижаются. В дополнение можно сказать, что внедрение ГМО-культур, прогрессивных методов обработки пищевого сырья являются потенциальными факторами риска в обеспечении безопасности конечного продукта (Gizaw, 2019).

В последнее десятилетие значительно возросла актуальность использования нетрадиционного и дикорастущего пищевого сырья (Коргина, 2012). Интерес к дикорастущим съедобным растениям оправдан. По сведениям различных авторов, использовать в пищу можно 700-1000 видов растений, однако применяется не более 40-50. Дикорастущие пищевые растения — это источник витаминов, минеральных и других биологически активных веществ. В то же время они представляют собой экологически более благоприятные продукты питания, на что теперь обращается особое внимание (Цапалова и др., 2005). Большое количество работ посвящено использованию нетрадиционных растительных ресурсов в качестве сырья для обогащения пищевых продуктов различными витаминами, минералами, клетчаткой и др., получения функциональных продуктов питания, а также в целях улучшения технологии и коррекции применяемого сырья (Бобылева, 2018; Брыксина и др., 2020; Веретнова, 2015; Лесникова и др. 2019).

Флора Казахстана по ряду оценок включает более 13 тыс. видов, в том числе – более 5754 вида высших сосудистых растений, около 5000 – грибов, 485 – лишайников, более 2000 – водорослей, около 500

– мохообразных. Природная флора Казахстана богата хозяйственно ценными видами растений (4 Доклад, 2009; Гемеджиева и др, 2021). В составе природной флоры предварительно выявлено 189 видов дикорастущих пищепригодных растений (Сулейменов и др., 2017). Следовательно, можно заключить, что Казахстан располагает высоким потенциалом в обеспечении населения страны ценными пищевыми ресурсами. На сегодняшний день разработка и исследование дикорастущих растений в качестве потенциального пищевого сырья является стратегически важной задачей в обеспечении здорового питания.

Одними из перспективных растений можно назвать различные виды рода Катран (*Crambe*), относящихся к семейству Капустные (*Brassicaceae*). В Западной Европе выращивают катран приморский (крамбе – *Crambe maritima*). Его молодые побеги употребляют в пищу. Сухие корни идут на приготовление муки. Это растение выращивается в культуре во многих странах мира. Овощная культура катран, по своим пищевым и диетическим качествам, по органолептическим свойствам и способам использования подобна хрену, но, по сравнению с ним, имеет более острый вкус и ряд преимуществ при возделывании. Введен в культуру вид Крамбе абиссинская (*Crambe abyssinica*) в целях получения растительного масла (Коробкова, 2018; Прахова, 2013). Растения рода Катран также активно исследуются в качестве лекарственного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ (Kalista, 2017; Slobodianiuk et al, 2021).

Катран кочи (*Crambe cochiana*) – многолетнее травянистое растение с мощной корневой системой стержневого типа, прямостоячим (до 150 см) ветвистым стеблем. Прикорневые листья мясистые, крупные (до 50 см в диаметре), яйцевидно-округлые или сердцевидно-почковидные. Стеблевые листья более мелкие (до 10 см в диаметре), продолговато-яйцевидные. Цветки белые, соцветия со скрученными в густо-короткие кисти цветками. Плоды — шаровидные стручки. Начало вегетации — в начале марта. Во второй половине марта наблюдается появление цветоносов. Начало цветения в первых числах апреля, массовое — во второй половине мая. Через 2-3 недели после отцветания (июнь) плоды катрана созревают и осыпаются на почву. Размножается семенами и вегетативно корнями. Отличается большой засухоустойчивостью и нетребовательностью к почвам (Литвинов, 2014). Распространен в Средней Азии в степях и предгорьях на высоте 1300-2200 м над уровнем моря на мягких лессовых, щебнистых почвах, каменистых, известковых склонах, осолоненных и солонцовых лугах

речных долин. Население Средней Азии использует корни и молодые листья катрана в пищу. Хороший медонос, используется в качестве декоративного растения. Ценное кормовое растение как в зеленом, так и в сухом виде, в большинстве в рядах стран интродуцирован в культуру для кормовых целей (Еленевский, 2006; Маевский и др., 2013; Böhme, 2005).

В Казахстане потенциал растения Катран Кочи не используется в полной мере, произрастает в естественной среде, поедается скотом при выпасе на территории распространения данного вида. Целью наших исследований явилась оценка пищевой и биологической ценности корней катрана кочи, а также возможность длительного хранения данного растительного сырья.

Материалы и методы исследования. В соответствии поставленной цели для оценки пищевой ценности были использованы методы определения физико-химических показателей, минеральных элементов и водорастворимых элементов. Для исследования использовали свежее сырье (корни катрана кочи), которое хранилось в течение 90 и 180 дней при температурах -4°C и -18°C . Для исследования корни растения собирали в экологически-чистых районах ВКО, урочище Архарлы.

Определение физико-химических показателей проводили согласно следующим методам: массовая доля жира (ГОСТ 29033-91, 1992), массовая доля белка (ГОСТ 10846-91, 2009), массовая доля углеводов определяли перманганометрическим методом, массовая доля золы (ГОСТ 25555.4-91, 2011), массовая доля влаги и сухих веществ (ГОСТ 28561-90, 2011). Содержание таких веществ как кальций, магний и натрий определяли (ГОСТ Р 51429-99, 2010), фосфора (ГОСТ 30615-99, 2002), цинка и селена соответственно методикам (ГОСТ 33824-2016, 2016) и (ГОСТ 20996.1-2014, 2015). Водорастворимые витамины определяли по методикам (М-04-41-2005, 2006).

Результаты исследования и обсуждение. Результаты исследования физико-химических показателей дикорастущего растительного сырья приведены в таблице 1. Как видно из таблицы свежее сырье обладает достаточно высокой пищевой ценностью. Содержание сухих веществ составило 20,2%, что позволяет причислить корни Катрана кочи к продуктам с высокой влажностью, что определяет подверженность данного сырья микробиологической порче при ненадлежащем хранении. При хранении при температуре -4°C в течение 90 дней и 180 дней отмечено снижение массовой доли влаги на 5% и 11% соответственно, при хранении при температуре -18°C доля

влаги исследуемого сырья отличалась на 2,3% и 6,6% от исходных показателей. Таким образом, можно заключить, что при длительном хранении целесообразно использовать температурный режим -18°C для сохранения свежести сырья.

Таблица 1. Физико-химические показатели корней Катрана Кочи

Показатели \ Режимы хранения	Свежее сырье	-4°C		-18°C	
		90 дней	180 дней	90 дней	180 дней
Содержание сухих веществ, %	20,2±0,39	24,5±0,62	27,91±0,8	22,8±0,45	23,6±0,53
Массовая доля влаги, %	79,3±1,2	75,2±0,79	71,2±0,75	77,5±0,96	74,11±0,89
Массовая доля белка, %	9,1±0,18	8,8±0,13	8,42±0,11	9,0±0,15	8,34±0,12
Массовая доля жира, %	0,02±0,0001	0,03±0,0001	0,01±0,0001	0,02±0,0001	0,01±0,0001
Массовая доля углеводов, %	27,2±0,48	25,6±0,34	19,02±0,29	26,2±0,25	24,88±0,3
Массовая доля золы, %	2,5±0,041	2,61±0,032	2,65±0,024	2,48±0,04	2,44±0,03

Определение массовой доли белка от общего содержания сухих веществ показало, что корни Катрана Кочи содержат высокое количество белков, что сопоставимо с зерном ячменя, кукурузы и гречихи (Ягодин и др., 2002). При хранении при температуре -4°C и -18°C содержание белка практически не менялось.

Исследование растительного сырья на наличие жиров выявило, что корни Катрана практически их не содержат. Незначительное изменение массовой доли жиров в процессе длительного хранения при температуре -4°C вероятно можно объяснить уменьшением влаги и повышением содержания сухих веществ.

В ходе определения массовой доли углеводов выявлено, что корни катрана богаты сахарами, что значительно превосходит содержание общих сахаров в таких корнеплодах как морковь - 9,0%, сахарная свекла - 19,0% и картофель - 17,0% (Ягодин и др., 2002). При хранении в течение 3 месяцев при температуре -4°C содержание углеводов снизилось на 6% и при температуре -18°C на 4%. Однако

при дальнейшем хранении сырья в названных температурных режимах отмечено, сокращение массовой доли углеводов на 15% и 9% соответственно. Известно, что при высокой влажности продукта, в процессе хранения имеет место процессы связанные с дыханием растительного сырья, что в результате приводит к окислению сахаров и снижению его содержания (Иванова, 2015).

Зольность пищевого сырья или продукта позволяет косвенно определить количество минеральных элементов в его составе. Зольность большинства свежих продуктов редко превышает 5% (Гамаюрова и др., 2018). Массовая доля золы в корнях катрана достигала 2,5% от сухого вещества и ее содержание практически осталось неизменно на протяжении всего периода хранения в обоих температурных режимах.

Содержание минеральных веществ в пищевых продуктах зависит от природы исходного сырья и технологии получения. В среднем в съедобной части продуктов питания содержится около 1% минеральных веществ (0,7–1,5%). В растительных продуктах они теряются с отходами при приготовлении. При тепловой обработке теряется в зависимости от технологии от 5 до 30% (Мартинчик и др., 2018).

Нами было исследовано содержание таких макроэлементов, как кальций, натрий, магний, фосфор и таких микроэлементов как селен и цинк. Результаты исследования приведены в таблице 2. Как видно из таблицы изменений в содержании анализируемых минеральных веществ при продолжительном хранении не наблюдалось.

Таблица 2. Минеральный состав корней Катрана Кочи

Показатели \ Режимы хранения	Свежее сырье	-4°C		-18°C	
		90 дней	180 дней	90 дней	180 дней
Кальций, мг/100 г	228,0±6,2	226,0±4,1	224,91±2,8	225±4,5	227,16±3,27
фосфор, мг/100 г	250,2±4,8	249,3±5,4	245,7±6,4	243,2±10,1	248,94±7,08
Натрий, мг/100 г	170,0±3,8	168,2±6,2	171,0±7,2	167,2±9,2	165,87±8,29
Магний, мг/100 г	58,6±2,5	61,2±1,78	60,48±1,9	54,5±3,1	54,48±2,8
Цинк, мг/100 г	2,9±0,03	2,8±0,05	2,86±0,01	2,82±0,04	2,92±0,02
Селен, мкг/100 г	0,2±0,01	0,19±0,04	0,18±0,07	0,23±0,1	0,21±0,09

Кальций – эссенциальный нутриент, необходимый для нормальной жизнедеятельности организма. Суточная потребность в данном элементе составляет до 1200 мг/сутки (Мартинчик и др., 2018; Гаризан и др., 2016). В корнях катрана кочи обнаружено высокое содержание

кальция, что превышает таковое в молочных продуктах практически в 2 раза и составляет около 22% суточной нормы.

Фосфор — важный для функционирования организма человека элемент. В форме фосфатов он принимает участие во многих физиологических процессах, участвует в регуляции кислотно-щелочного баланса, в клеточной регуляции. Фосфор входит в состав фосфолипидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот, необходим для минерализации костей и зубов. Уточненная физиологическая потребность в фосфоре для взрослых — 800 мг/сутки (Гаризан и др., 2016). В ходе исследования обнаружено, что корни катрана содержат количество фосфора, практически идентичное содержанию этого элемента в некоторых сортах рыбы и морепродуктов. При более детальном рассмотрении показателей выявлено, что в исследуемых образцах содержание кальция и фосфора соответствует соотношению 1:1. Таким образом, можно предположить о высокой степени усвояемости фосфора при употреблении в пищу продуктов из катрана.

Натрий - важный межклеточный и внутриклеточный элемент, участвующий в обеспечении необходимой буферности крови, регуляции кровяного давления, водного обмена. В корнях катрана содержится данный макроэлемент, при сравнении с другими овощами и зеленью его уровень представляется высоким.

Магний является важнейшим внутриклеточным элементом всех клеток и тканей, участвуя вместе с ионами других элементов в сохранение ионного равновесия жидких сред организма; входит в состав ферментов, связанных с обменом фосфора и углеводов; активирует фосфатазу плазмы и костей и участвует в регуляции нейрохимической передачи и мышечной возбудимости. Магний участвует в синтезе белка и нуклеиновых кислот, участвует в обмене белков, жиров и углеводов (Зайцева, 2019). По содержанию магния корни катрана кочи, также отличаются от большинства продуктов значительным содержанием. При сопоставлении полученных результатов с литературными источниками можно заключить, что корни катрана могут быть в ряду с такими продуктами как обдирная ржаная мука, пшеничная крупа, зелень сельдерея и др. (Григус и др., 2015).

Цинк является одним из важнейших элементов организма человека и жизненно необходим для всех форм жизни. Роль цинка в жизнедеятельности организма обусловлена в основном тем, что он входит в состав более 40 важных ферментов. Биологически активными добавками к пище восполнить недостаток цинка очень трудно. В естественных сочетаниях цинк содержится только в пище,

что и определяет его усвояемость. Исследование показало, что анализируемые образцы содержат значительный уровень данного микроэлемента, концентрация цинка в корнях сопоставима с таковыми кисло-молочных продуктов - около 3 мг /100 г. (Сальникова, 2012).

В дополнение было проведено исследование такого микроэлемента как селен. Суточная потребность человека в селене составляет 70-100 мкг (Новиков и др., 2012). При исследовании концентрации селена в корнях катрана выявлено, что данное сырье содержит его в следовых количествах.

Содержание в продуктах питания витаминов и витаминоподобных веществ также влияет на биологическую ценность продукта. Нами было исследовано содержания витаминов группы В и витамина С в анализируемых образцах (таблица 3).

Как показали результаты исследования, витамины группы В и витамина С содержатся в небольших количествах. В корнях катрана по сравнению с другими водорастворимыми витаминами существенно накапливается витамин В₁. Его содержание практически аналогично зернам некоторых бобовых.

Таблица 3. Содержание водорастворимых витаминов в корнях Катрана Кочи

Режимы хранения	Свежее сырье	-4°C		-18°C	
		90 дней	180 дней	90 дней	180 дней
Показатели					
В ₁ (тиамин-хлорид) мг/100 г	0,545±0,12	0,095±0,008	0,029±0,006	0,534±0,98	0,522±0,104
В ₂ (рибофлавин) мг/100 г	0,11±0,05	0,03±0,004	0	0,1±0,001	0,096±0,04
В ₆ (пиридоксин) мг/100 г	0,16±0,047	0,094±0,008	0,064±0,009	0,13±0,031	0,12±0,024
В ₃ (пантотеновая кислота) мг/100 г	0,20±0,041	0,1±0,05	0	0,18±0,024	0,19±0,03
В ₅ (никотиновая кислота) мг/100 г	0,27±0,008	0,18±0,008	0,11±0,005	0,24±,005	0,197±0,004
С (аскорбиновая кислота) мг/100 г	0,221±0,062	0,08±0,005	0	0,211±0,045	0,100±0,034

При хранении при температуре -4°C отмечалось резкое снижение содержания витаминов, при хранении в данном режиме на протяжении 180 дней наблюдается полный распад пантотеновой и аскор-

биновой кислот, о чем свидетельствует отсутствие пиков на хроматограммах. При хранении при температуре -18°C было отмечено, что интенсивность распада витаминов была гораздо медленнее. Таким образом, в корнях катрана сохранялась активность витаминов практически на аналогичном уровне со свежим сырьем.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать заключение о высокой пищевой и биологической ценности корней Катрана кочи в качестве источника углеводов и минеральных веществ, что делает данный вид дикорастущего сырья перспективным для дальнейшей разработки пищевой продукции и биоактивных добавок к пище. В ходе исследования также было сделано заключение о целесообразности хранения данного сырья при необходимости при температуре -18°C , что позволяет сохранить его витаминную активность и свежесть.

Information about authors:

Aralbayev Altai Nugmanovich – doctoral student 2nd year Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, 87771070559, e-mail: altai_an@mail.ru, [https://ORCID ID 0000-0002-1010-006X](https://ORCID.ID/0000-0002-1010-006X);

Seidakhmetova Zauze Zhunusovna – doctor of biological sciences, associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, 87019859437: e-mail: s.zaure@bk.ru, [https://ORCID ID 0000-0002-9213-7391](https://ORCID.ID/0000-0002-9213-7391);

Aralbay Nugman Kuldarbecovich – doctor of Biological Sciences, Professor, academician of Kazakh pedagogical sciences academy, academician of KR agricultural sciences academy, S.Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Kazakhstan, 87054129982: e-mail: nugman.aralbay@mail.ru, [https://ORCID ID 0000-0001-9316-0713](https://ORCID.ID/0000-0001-9316-0713).

ЛИТЕРАТУРА

Бобылева А.В. (2018). Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий функционального назначения. Материалы «Евразийское Научное Объединение». No12(46): С. 63-67.

Брыксина К.В., Перфилова О.В. (2020). Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья при производстве функциональных продуктов питания. Наука и образование. Т.3-№4. С:126-134.

Böhme H., Kampf D., Lebzien P., Flachowsky G. (2005). Feeding value of crambe press cake and extracted meal as well as production responses of growing-finishing pigs and dairy cows fed these by-products. Arch Anim Nutr. №59(2). P:111-22.- doi: 10.1080/17450390512331387927.

Вертнова О.Ю. (2015). Возможности использования нетрадиционного растительного сырья в производстве пищевых продуктов функционального назначения. Вестник КрасГАУ. №4. С:154-158.

Гамаюрова В.С., Ржечицкая Л.Э. (2018). Пищевая химия: учебник для студентов вузов: учебное пособие. электронное издание сетевого распространения. М.: «КДУ», «Добросвет». 496 с.

Гаризан И.В., Бигаева И.М. (2016). Определение кальция в пищевых продуктах. Международный студенческий научный вестник. № 3-3. С:448-449.

Григус Я.И., Михайлова О.Д., Горбунов А.Ю., Вахрушев Я.М. (2015). Значение магния в физиологии и патологии органов пищеварения. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. №6. С. 89-94.

Гемеджиева Н.Г., Токенова А.М., Фризен Н.В. (2021). Обзор современного состояния и перспективы изучения казахстанских видов рода *Allium* L. Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Т. 20, № 1. С. 97-101. DOI: 10.14258/pbssm.2021020.

Gizaw Z. (2019). Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review. *Environ Health Prev Med.* 24. 68. <https://doi.org/10.1186/s12199-019-0825-5>.

ГОСТ 10846-91 (2009). Зерно и продукты его переработки Метод определения белка. (Издание с поправкой). Взамен ГОСТ 10846-74; Введен 1993-06-01. М.: Стандартинформ.

ГОСТ 25555.4-91 (2011). Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы. Овощи сушеные. Технические условия. Методы анализа: Сборник национальных стандартов. М.: Стандартинформ.

ГОСТ 28561-90 (2011). Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги. - Овощи сушеные. Технические условия. Методы анализа: Сборник национальных стандартов. М.: Стандартинформ.

ГОСТ Р 51429-99 (2010). Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания натрия, калия, кальция и магния с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии. Соки. Технические условия. Методы анализа: Сб. ГОСТов. М.: Стандартинформ.

ГОСТ 30615-99 (2002). Сырье и продукты пищевые. Метод определения фосфора. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации Минск. БелГИСС.

ГОСТ 33824-2016 (2016). Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка). М.: Стандартинформ.

ГОСТ 20996.1-2014 (2015). Селен технический. Методы определения селена. М.: Стандартинформ.

ГОСТ 29033-91 (1992). Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. М.: Издательство стандартов.

Зайцева Ю.А. (2019). Фосфор. Его роль в жизни человека, химический состав и норма в крови. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные научные исследования: опыт, проблемы и перспективы развития», Уфа. С23-26.

Еленевский А.Г. (2006). Ботаника. Систематика высших, или наземных, растений: учеб. для студ. высш. пед. учеб. Заведений. А.Г. Еленевский, М.П. Соловьева, В.Н. Тихомиров. 4-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия». 464 с.

Иванова Н.В. (2015). Современные способы обработки и хранения продуктов: учебно-методическое пособие. Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева. 120 с.

Коробкова О.И. (2008). Биологическая ценность катрана кочи. Проблемы освоения пустынь. №4. С:39-40.

Kalista, M. (2017). Underutilized Medicinal Species of *Crambe* L. Of the Flora of Ukraine. *Agrobiodivers Improv Nutr Health Life Qua.* №1. P:216-220. <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.216-220>.

Коргина Т.В. (2012). Использование лекарственного растительного сырья в пищевой промышленности/Т.В. Коргина, Г.А. Осипова, Д.С. Сечина. Материалы международной научно-технической интернет-конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем». Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»: 193-197.

Лесникова Н.А., Протасова Л.Г., Кокорева Л.А., Пищиков Г.Б. (2019). Перспективы применения нетрадиционного растительного сырья для создания новых продуктов питания. *Вестник ВГУИТ.* Т.81. №4. С: 89-97.

Литвинов С.С. Энциклопедия овощеводства (термины, понятия, определения) – М.: ГНУ ВНИИО.

Маевский В.В., Горбунов В.С., Гудкова Е.В., Бердиев Д.Б., Ёров Д.Д., Баяков Д.А. (2013). Предварительные итоги интродукции дикорастущих растений для кормовых целей. *Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета.* №11. С:153-160.

Мартинчик А.Н., Кешабянц Э.Э., Камбаров А.О., Пескова Е.В., Брянцева С.А., Базарова Л.Б., Семенова Я.А. (2018). Кальций в рационе детей дошкольного и школьного возраста: основные пищевые источники и факторы, влияющие на потребление. *Вопросы питания.* Том 87. № 2. С. 24-33.

М-04-41-2005 (2006). «Методика выполнения измерений массовой доли свободных форм водорастворимых витаминов в пробах премиксов, витаминных добавок, концентратов и смесей методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105». СПб.: Люмэкс. 31 с.

Новиков В.С., Каркищенко В.Н., Шустов Е.Б. (2017). Функциональное питание человека при экстремальных воздействиях. СПб.: Политехника-принт. 346 с.

Прахова Т.Я. (2013). Новая нетрадиционная масличная культура - Крамбе Абиссинская. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* №8 (106). С.8-10.

Сальникова Е.В. (2012). ЦИНК - Эссенциальный микроэлемент (Обзор). *Вестник ОГУ.* №10. С.170-172.

Slobodianiuk L., Budniak L., Marchyshyn S., Skrynchuk O., Kudria V. (2021). HPLC analysis of amino acids content in *crambe cordifolia* and *crambe koktebelica* leaves. *Int J App Pharm.* Vol 13. Issue 4. P: 111-116.

Сулейменов А.Н., Аралбаев А.Н. (2017). О витаминно-сахароносных пищепригодных растениях Восточного Казахстана. *Известия ВУЗов Кыргызстана.* №. 3. С. 41-47.

Тутельян В.А. (2021). Здоровое питание для общественного здоровья. *Общественное здоровье.* Т.1. №1. С. 56-64. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64.

Четвертый национальный доклад Республики Казахстан о биологическом разнообразии. (2009). Астана.

Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений. Качество и безопасность (2005).: учеб-справ. пособие 9. для вузов / И.Э. Цапалова, М.Д.

Губина, О.В. Голуб и др.; под. общ. ред. В.М. Позняковского. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во.

Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. (2002). *Агрехимия*. Под ред. Б.А. Ягодина. М.: Колос. 584 с.

REFERENCES

Bobyleva A.V. (2018). Prospects for the use of non-traditional vegetable raw materials in the production of flour confectionery products for functional purposes. *Materials of the Eurasian Scientific Association*. No12(46). : pp. 63-67.

Bryksina K.V., Perfilova O.V. (2020). Prospects for the use of non-traditional plant raw materials in the production of functional food products. *Science and Education*. Vol.3-No.4. With:126-134.

Böhme H., Kampf D., Lebzien P., Flachowsky G. (2005). Feeding value of crambe press cake and extracted meal as well as production responses of growing-finishing pigs and dairy cows fed these by-products. *Arch Anim Nutr*. №59(2). P:111-22.- doi: 10.1080/17450390512331387927.

Veretnova O.Yu. (2015). The possibilities of using non-traditional plant raw materials in the production of functional food products. *Bulletin of KrasGAU*. No. 4. With:154-158.

Gamayurova V.S., Rzhechitskaya L.E. (2018). *Food chemistry: textbook for university students: textbook. electronic edition of network distribution*. М.: “KDU”, “Dobrosvet”. 496 p.

Garizan I.V., Bigaeva I.M. (2016). Determination of calcium in food products. *International Student Scientific Bulletin*. No. 3-3. C:448-449.

Grigus Ya.I., Mikhailova O.D., Gorbunov A.Yu., Vakhrushev Ya.M. (2015). The importance of magnesium in the physiology and pathology of the digestive organs. *Experimental and clinical gastroenterology*. No. 6. pp. 89-94.

Gemedzhieva N.G., Tokenova A.M., Friesen N.V. (2021). Review of the current state and prospects of studying Kazakhstani species of the genus *Allium* L. *Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia*. Vol. 20, No. 1. pp. 97-101. DOI: 10.14258/pbssm.2021020.

Gizaw Z. (2019). Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review. *Environ Health Prev Med*. 24. 68. <https://doi.org/10.1186/s12199-019-0825-5>.

GOST 10846-91 (2009). Grain and its processing products and a method for determining protein. (Revised edition). Instead of GOST 10846-74; Introduced 1993-06-01. Moscow: Standartinform.

GOST 25555.4-91 (2011). Fruit and vegetable processing products. Methods for determining ash and alkalinity of total and water-soluble ash. Dried vegetables. Technical conditions. Methods of analysis: Collection of national standards. М.: Standartinform.

GOST 28561-90 (2011). Fruit and vegetable processing products. Methods for determining dry substances or moisture. - Dried vegetables. Technical conditions. Methods of analysis: Collection of national standards. М.: Standartinform.

GOST R 51429-99 (2010). Fruit and vegetable juices. A method for determining the content of sodium, potassium, calcium and magnesium using atomic absorption spectrometry. Juices. Technical conditions. Methods of analysis: Sb. GOSTov. М.: Standartinform.

GOST 30615-99 (2002). Raw materials and food products. Method of determination of phosphorus. Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification Minsk. BelGISS.

GOST 33824-2016 (2016). Food products and food raw materials. Inversion-voltammetric method for determining the content of toxic elements (cadmium, lead, copper and zinc). Moscow: Standartinform.

GOST 20996.1-2014 (2015). Selenium is technical. Methods for the determination of selenium. M.: Standartinform.

GOST 29033-91 (1992). Grain and its processed products. Method of determination of fat. M.: Publishing House of standards.

Zaitseva Yu.A. (2019). Phosphorus. Its role in human life, chemical composition and norm in the blood. Collection of articles based on the materials of the international scientific and practical conference “Promising scientific research: experience, problems and prospects of development”, Ufa. C23-26.

Elenevsky A.G. (2006). Botany. Systematics of higher, or terrestrial, plants: studies for students. higher. ped. studies. Establishments. A.G. Elenevsky, M. P. Solovyova, V.N. Tikhomirov. 4th ed., ispr. – Moscow: Publishing center “Academy”. 464 p.

Ivanova N.V. (2015). Modern methods of processing and storage of products: an educational and methodical manual. Petropavlovsk: M. Kozybaev Moscow State University. 120 p.

Korobkova O.I. (2008). The biological value of katan kochi. Problems of desert development. No. 4. From:39-40.

Kalista M. (2017). Underutilized Medicinal Species of *Crambe* L. Of the Flora of Ukraine. *Agrobiodivers Improv Nutr Health Life Qua*. No.1. P:216-220. <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.216-220>.

Corgina T.V. (2012). The use of medicinal plant raw materials in the food industry / T.V. Corgina, G.A. Osipova, D.S. Sechina. Materials of the international scientific and technical Internet conference “Fundamental and applied aspects of creating biosphere-compatible systems”. Eagle: FSBEI HPE “Gosuniversitet – UNPK”: 193-197.

Lesnikova N.A., Protasova L.G., Kokoreva L.A., Pischikov G.B. (2019). Prospects for the use of non-traditional plant raw materials for the creation of new food products. *Bulletin of VSUIT*. Vol.81. No. 4. With: 89-97.

Litvinov S.S. *Encyclopedia of vegetable growing (terms, concepts, definitions) – M.: GNU VNIIO*.

Mayevsky V.V., Gorbunov V.S., Gudkova E.V., Berdiev D.B., Erova D.D., Bayakov D.A. (2013). Preliminary results of the introduction of wild plants for forage purposes. *Bulletin of the Botanical Garden of Saratov State University*. No. 11. With:153-160.

Martinchik A.N., Keshabyants E.E., Kambarov A.O., Peskova E.V., Bryantseva C.A., Bazarova L.B., Semenova Ya.A. (2018). Calcium in the diet of preschool and school-age children: the main food sources and factors affecting consumption. *Nutrition issues*. Volume 87. No. 2. pp. 24-33.

M-04-41-2005 (2006). “Methodology for measuring the mass fraction of free forms of water-soluble vitamins in samples of premixes, vitamin supplements, concentrates and mixtures by capillary electrophoresis on the device “Kapel-105”. St. Petersburg: Lumex. 31 p.

Novikov V.S., Karkishchenko V.N., Shustov E.B. (2017). Functional nutrition of a person under extreme influences. St. Petersburg: Polytechnic-print. 346 p.

Prakhova T.Ya. (2013). A new non-traditional oilseed crop is Abyssinian Krambe. Bulletin of the Altai State Agrarian University. No. 8 (106). pp.8-10.

Salnikova E.V. (2012). ZINC is an essential trace element (Review). Bulletin of OSU. No. 10. pp.170-172.

Slobodianiuk L., Budniak L., Marchyshyn S., Skrynchuk O., Kudria V. (2021). HPLC analysis of amino acids content in crambe cordifolia and crambe koktebelica leaves. Int J App Pharm. Vol 13. Issue 4. P: 111-116.

Suleimenov A.N., Aralbayev A.N. (2017). About vitamin-sugar-bearing edible plants of East Kazakhstan. Proceedings of Universities of Kyrgyzstan. No. 3. C. 41-47.

Tutelyan V.A. (2021). Healthy food for public health. Public Health. Vol.1. No.1. pp. 56-64. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64.

The fourth national report of the Republic of Kazakhstan on biological diversity. (2009). Astana.

Examination of wild fruits, berries and herbaceous plants. Quality and safety (2005).: textbook. manual 9. for universities / I.E. Tsapalova, M.D. Gubina, O.V. Golub et al.; pod. total. edited by V.M. Poznyakovsky. Novosibirsk: Sib. univ. ed.

Yagodin B.A., Zhukov Yu.P., Kobzarenko V.I. (2002). Agrochemistry. Edited by B.A. Yagodin. M.: Kolos. 584 p.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 21-39

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.145>

ӘОЖ 612.1: 15-616.37

МРНТИ 34.39.27

**Н.М. Ибишева^{1*}, А.С. Нурмаханова¹, С.Ж. Атабаева¹,
Б.М. Тыныбеков¹, Э.С. Бөрібай²**

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

²Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: nazerke0714@gmail.com

ОҢТҮСТІК БАЛҚАШ ӨҢІРІНІҢ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

Аннотация. Мақалада Оңтүстік Балқаш өңірінің 3 түрлі координаттарынан алынған топырақ жамылғысының қазіргі жағдайы қарастырылды. Зерттеу нысаны болып отырған Оңтүстік Балқаш маңы топырақтарында далалық зерттеу жұмыстары жүргізіліп, белгіленген нысандарда топырақ кескіндері қазылып, топырақтардың морфологиялық сипаттамалары жасалды, сонымен қатар лабораториялық зерттеулерге топырақ үлгілері алынып, механикалық және химиялық құрамы анықталды. Топырақтың морфологиялық сипаттамалары бойынша бірінші кескін топырағы боз топырақ, екінші кескін топырағы сұрғылт сары құмды топырақ, үшінші топырақ кескіні құмды сарғыш топырақ типіне жататындығы анықталды. Барлық топырақ кескіндерінің құрамында ұсақ құм мен ірі шаң фракциялары басым болды. Топырақ ортасының негізгі қоректік элементтеріне азот, фосфор және калий жататындықтан, зерттеліп отырған аймақтың топырақтарының қоректік элементтермен қамтылуы анықталды. Зерттеу нәтижелері азот – төмен, фосфор – орташа, калий – жеткілікті дәрежеде қамтылғандығын көрсетті. Топырақ құнарлылығын анықтайтын негізгі көрсеткіштерінің бірі болып табылатын гумус мөлшері өте төмен дәрежеде. Топырақ ортасы реакциясы сілтілі, сіңірілген негіздер жиыны төмен мөлшерде екендігі анықталды. Топырақтардың сілтілігі топырақ тереңдігіне қарай артты. Зерттелген топырақ кескіндерінің барлығының құрамында гидрокарбонат ионда-

рының (HCO_3^-) басым екендігі анықталды. Одан кейін барлық топырақ кескіндерінде Са мөлшері жоғары, ал ең төменгі мөлшерде CO_3 , Cl^- саниондары және K^+ катионы болды. Топырақ кескіндеріндегі тұздар жиынтығы бойынша барлық топырақ кескіндері тұзданбаған болып шықты, яғни тұздар жиынтығы барлық топырақ үлгілерінде 0,2 %-дан төмен болды.

Түйін сөздер: гумус, қоректік элементтер, топырақтар морфологиясы, сіңірілген негіздер, топырақ ортасы реакциясы, топырақтардың тұздануы, су сүзіндісі.

**Н.М. Ибишева^{1*}, А.С. Нурмаханова¹, С.Ж. Агабаева¹,
Б.М. Тыныбеков¹, Э.С. Бөрібай²**

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

²НАО Университет Нархоз, Алматы, Казахстан.
E-mail: nazerke0714@gmail.com

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЮЖНОГО ПРИБАЛХАШЬЯ

Аннотация. В статье рассматривается современное состояние почвенного покрова из 3 разных координат Южного Прибалхашья. На почвах Южного Прибалхашья, являющихся объектом изучения, проведены полевые исследования, на выявленных участках извлечены образцы почв, произведена морфологическая характеристика почв, а также были взяты пробы почвы для лабораторных исследований и определен их механический и химический состав. По морфологическим характеристикам почвы первый тип почвы серый, второй тип почвы серопесчаный, третий тип почвы песчано-оранжевый. Во всех почвенных образованиях преобладали мелкий песок и крупная пыль. Поскольку основными элементами питания почвенной среды являются азот, фосфор и калий, было определено содержание питательных веществ в почвах исследуемой территории. Результаты исследования показали, что азота мало, фосфора умеренно, калия достаточно. Количество гумуса, являющегося одним из основных показателей плодородия почвы, очень низкое. Установлено, что реакция почвенной среды щелочная, набор поглощаемых оснований низкий. Щелочность почвы увеличивалась с глубиной почвы. Ионы гидрокарбоната (HCO_3^-) преобладали во всех исследованных образцах почвы. А также все образцы почвы имели

высокое содержание Са и минимальное содержание CO_3 , ионов Cl и катионов K^+ . По набору солей в образцах почвы все образцы почвы были незасоленными, т.е. содержание солей во всех образцах почвы было менее 0,2%.

Ключевые слова: гумус, питательные вещества, морфология почвы, приобретенные базы, реакция почвы, засоление почвы, фильтрация воды.

**N.M. Ibisheva^{1*}, A.S. Nurmahanova¹, S.Zh. Atabayeva¹,
B.M. Tynybekov¹, E.S. Boribay²**

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

²Narxoz University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: nazerke0714@gmail.com

THE CURRENT STATE OF THE SOIL COVER OF THE SOUTHERN BALKHASH REGION

Abstract. The article considers the current state of the soil cover from 3 different coordinates of the Southern Balkhash region. On the soils of the Southern Balkhash region, which are the object of study, field studies were carried out, soil samples were taken from the identified areas, morphological characteristics of the soils were made, and soil samples were taken for laboratory studies and their mechanical and chemical composition was determined. According to the morphological characteristics of the soil, the first soil type is gray, the second soil type is gray-sandy, and the third soil type is sandy-orange. All soil formations were dominated by fine sand and coarse dust. Since the main nutrients of the soil environment are nitrogen, phosphorus and potassium, the content of nutrients in the soils of the study area was determined. The results of the study showed that there is little nitrogen, moderate phosphorus, and sufficient potassium. The amount of humus, which is one of the main indicators of soil fertility, is very low. It has been established that the reaction of the soil medium is alkaline, the set of absorbed bases is low. Soil alkalinity increased with soil depth. Bicarbonate ions (HCO_3^-) prevailed in all studied soil samples. Also, all soil samples had a high content of Ca and a minimum content of CO_3 , Cl^- ions and K^+ cations. According to the set of salts in the soil samples, all soil samples were non-saline, i.e. the salt content in all soil samples was less than 0.2%.

Key words: humus, nutrients, soil morphology, acquired bases, soil reaction, soil salinity, water filtration.

Кіріспе. Балқаш көлі Оңтүстік-Шығыс және Орталық Қазақстанның жартылай шөлдерінің арасындағы пайда болған тектоникалық ойпатта орналасқан. Арал теңізінің құрғауынан кейін Балқаш көлі ауданы 17 000 км² Орталық Азиядағы ең үлкен көлге айналды. Балқаш көліне түсетін жылдық судың 70%-80% Іле өзені арқылы келеді (Иментай, т.б., 2015).

Көлге солтүстіктен Орталық Қазақстанның ұсақ шоқылары мен жазықтықтары, оңтүстіктен - Балқаш көлінің оңтүстік жағалауынан Тянь-Шаньның және Жетісу Алатауының тау етегіне дейін созылып жатқан Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның құмды жазықтықтары тұтасады.

Аумақтың айтарлықтай өлшемдері, оның Азия құрлығы ішіндегі тұйықталған орны, орографиялық және климаттық біртектілігі Балқаш көлі алабының табиғи жағдайларының сан алуан түрлілігіне себепкер болып отыр.

Орографиялық сипаты бойынша Балқаш көлінің алабы үш бөлікке бөлінеді: 1. Солтүстік және Солтүстік- Батыс Балқаш маңының негізгі облысын алып жатқан аумақ (жер бедері шоқылармен күрделенген жазықтық болып келеді); 2. Қазақтың ұсақ шоқысының оңтүстігінен бастап оңтүстік және оңтүстік - шығыстағы тауларға дейін қосатын орталық аумақ; 3. Тянь-Шань таулы облысы, Іле және Жетісу Алатауының таулы жүйесінің солтүстік сілемдері алып жатқан оңтүстік-шығыс және оңтүстік бөлігі (Джусупбеков, 2002).

Балқаш көлінің алабының ұсақ жоталы облыстарын, яғни солтүстік Тянь - Шань жоталарын, тауаралық Іле ойпатын, Балқаш ойпатын және Орталық Қазақстанның палеозой платформасының оңтүстік ұшын (Солтүстік-батыс Балқаш маңы) бөліп көрсетуге болады. Осы әртүрлі құрылымдық-геологиялық 14 облыстарда барлық – төменгі палеозойдан бастап қазіргіге дейінгі дәуірлердің шөгінділері кездеседі (Жамалбеков, т.б., 2000).

Балқаш маңы жазығында көптеген құрғақ арналар (Бақанас) кесіп өтетін құмды шөл Таукұм, Сарыесік атырау құмы және Бақанас тақырлы, сазды-құмды жазығы созылып жатыр. Балқаш маңы жазығында қырқалар мен бекіген құмды жалдар басым, төбелі құмдар мен сазды-құмды жерлер кәдімгі шағылдармен алмасып отырады (Атамұра, 2008).

Оңтүстік Балқаш маңының шөлдер аймағында бекітілген және жартылай бекітілген, жалды және төмпешікті құмдар ең көп таралған. Өсімдіктер жамылғысы өте қатты сиреген, эфедрадан, жусан және бұталардан тұрады (Zulrykharov, et all, 2015). Іле және Қаратал өзендерінің ежелгі аңғарлары бойынша тақыр тәріздес топырақ қалыптасқан, онда шағын бұталы сорандар (бүйірген) және қара сексеуіл өседі (Медаубеков, 1989). Тақыр тәріздес топырақтың беті 60-70% жалаңаш-

танған және жарықшақтармен көпбұрыштарға бөлінген. Іле өзенінің ұзына бойына тар жолақпен төменгі ағыстарда қоғадан, қамыстан және тоғайлы өсімдіктерден ну - тоғайлар жауып жатқан жайылма-шалғынды топырақтар созылып жатыр (Джабаев, 1989; Дуденко, т.б., 1989). Балқаш көлінде шалғындық сортаңдар жиектеп жатыр, оларда құрақтар, сортаңдағы жусандар, сорандар өседі (Веселов, т.б., 1996). Өсімдіктер жамылғысы дәнді, шөпті және бұталы ассоциациялармен (көдешөппен, мысыққұйрықпен, сирегірек селеу мен қараған) қамтылған.

Аласа таулы аудандар бойынша бұталармен селеу- бетеге тобының өсімдіктері жауып жатқан таулы қою-қызғылт және ашық- қызғылт топырақтар орналасады. Тау етегіндегі жазықтыққа ашық сұр топырақтар тән. Өсімдіктер жамылғысы ебелектің, көдешөптің, өлеңшөптің қоспасымен жусанмен және сирек жағдайда селеумен көрсетілген (Гидрометеоиздат, 1989).

Жалпы топырақ – жер бетіндегі экожүйедегі ең үлкен органикалық көміртек қоймасы, оның құрамында атмосферада және тірі биомассада сақталған көміртегінен көбірек көміртегі бар. Оның құрылымы әдетте бастапқы бөлшектер мен байланыстырғыш заттардан тұратын тұрақты агрегаттардың болуына байланысты. Агрегат топырақтың кеуектерін сақтай алады, оттегі мен судың диффузиясын шектейді, микробтар қауымдастығын реттейді, органикалық заттарды қорғайды және қоректік заттарды сақтай алады (Mengyao, т.б., 2021). Топырақ өсімдіктерді қоректік заттармен және микроорганизмдердің тіршілік ету ортасымен қамтамасыз етеді. Нортклифф (1988) топырақтың қасиеттері ауа райының әсерінен де, микроорганизмдер де маңызды рөл атқаратын биологиялық белсенділіктен қалыптасатынын анықтады. Топырақ түрі оның биологиялық, химиялық және физикалық қасиеттеріне байланысты топырақ құнарлылығының маңызды факторы болып табылады (Quoc Think Tran, т.б., 2021).

Топырақтың қоректік заттарын, топырақ құрылымын және басқа да физикалық-химиялық қасиеттерін қамтитын топырақ құнарлылығы өсімдіктердің өсуіне қажетті физикалық жағдайлар мен қоректік заттарды қамтамасыз етеді (ZiguanWang, т.б., 2021).

Топырақ суды тазарту, топырақты ластаушы заттарды азайту, қоректік заттардың айналымы, көміртекті секвестрлеу және азық-түлік, талшық және отын өндіруге үлес қосу арқылы көптеген экожүйе қызметтерін ұсынады. Бұл қызметтер биосфера үшін өте маңызды, әсіресе азық-түлік пен ауыл шаруашылығын, сондай-ақ қоршаған ортаның өзара әрекеттесуін қолдайтын қызметтер. Қалпына келмейтін ресурс ретінде топырақ тұрақты болашақты қамтамасыз ету үшін сақталуы керек (Kpade, т.б., 2021).

Зерттеудің мақсаты: Оңтүстік Балқаш маңы топырақтарының қазіргі жағдайына сипаттама беру.

Зерттеу нысаны мен әдістері. Климаттық жағдайдары. Зерттеудің негізгі нысаны Оңтүстік Балқаш маңы топырақтары болып табылды. Оңтүстік Балқаш маңының климатына күн сәулесінің және жылудың молдығы тән. Мұнда бұлтсыз жаймашуақ күндердің айтарлықтай саны (100-129) және өсімдік жамылғысының өсіп-өну кезең ішінде шамамен 3500°C құрайтын ауаның оң температураларының үлкен жиынтығы байқалады. Ең ыстық айдың – шілденің орташа айлық ауа температурасы 20° бастап 24°C дейін ауытқиды, биіктіктің өсуімен ол әр 150 м сайын 0,6-1,2°C азаяды және теңіз деңгейінен 2500-3000 м биіктікте 7-10°C жетеді. Ауа температурасының теріс мәндерге көшуі солтүстік аудандарда қарашаның бірінші онкүндігінде, оңтүстіктегі тау 15 етегіндегі аудандарда – қарашаның екінші жартысында байқалады. Ауаның орташа тәуліктік 0°C температурасымен кезеңнің ұзақтығы оңтүстік жазық бөлікте 8-8,5°C айына құрайды (Лаврентьев, т.б., 1962). Балқаш көлінің аймағының жауын-шашынның бассейні аумағы бойынша бөлінуі өте бірқалыпсыз. Балқаш көлінің жағалауында шамамен 200 мм, ал Солтүстік және Оңтүстік Балқаш маңында -200-250 мм жауын-шашын түседі (Асанбеков, т.б., 2014).

Зерттеу нысаны болып отырған Оңтүстік Балқаш маңы топырақтарында далалық зерттеу жұмыстары жүргізіліп, белгіленген нысандарда топырақ кескіндері қазылып, топырақтардың морфологиялық сипаттамалары жасалды, сонымен қатар лабораториялық зерттеулерге топырақ үлгілері алынды (Методическое, 2014). Топырақтардың химиялық құрамдары және физикалық қасиеттері Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми зерттеу институтының лабораториясында талданды.

Топырақтың келесі физико - химиялық көрсеткіштері анықталды: жалпы азот - Кельдаль әдістемесімен (ГОСТ 26107-84); жалпы фосфор (ГОСТ 26261-84) мен жалпы калий (ГОСТ 26261-84) Мачигин әдістемесі бойынша; гумус – Тюрин әдісімен (ГОСТ 23740 – 79); рН – топырақтың су суспензиясынан патонциометрлік әдіспен (ГОСТ 26423-85); сіңірілген негіздер – ГОСТ 27821-88 арқылы, Са мен Mg Аринушкина әдістемесімен, Na мен К Каратаева және Маметова әдістемесімен анықталды. Топырақтың гранулометриялық құрамы ГОСТ 12536-2014 арқылы анықталып, топырақтың қаңқасы бойынша жіктеу Н.А. Качинский әдісі бойынша жүргізілді, тұздар мөлшері су сүзіндісінің толық құрамы бойынша, яғни, аниондар (CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) мен катиондар (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) ГОСТ 26425-85 арқылы анықталды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау. 1. Морфологиялық белгілері. Морфологиялық белгілердің талдауы бойынша бірінші кескін топырағы боз топырақ типтеріне жатады, екінші кескін топырағы сұрғылт сары құмды топырақ, үшінші топырақ кескіні құмды сарғыш топырақ типіне жататындығы анықталды.

Бірінші топырақ кескіні координаттары: N 44° 00.601' және E 077° 06.237'. Теңіз деңгейінен биіктігі H: 709 м. Өсімдік жамылғысының жобалық жабыны 50-60%. Кескіннің тереңдігі 100 см. (сурет 1).



A₁ 0-22 см. Құба түсті, тығыз, құрғақ, ұнтақты – шаңды, құмбалшықты, жіңішке саңылаулы, жіңішке тамырлар бар, тұз кристалдары бар, қоңыр түсті сұр және ақшыл реңкті дақтары бар.

22-40 см. Бозғылт түст, өте тығыз, призма тәрізді ұнтақты, құмбалшықты, жіңішке саңылаулы, тамырлар сирек кездеседі, тұз кристалдары бар.

40-65 см. Ашық бозғылт түсті, аздап тығыздалған, призматәрізді ұнтақты, құмбалшықты, ұсақ саңылаулы, тамырлар кездеспейді, тұз кристалдары жоқ.

65-100 см. Ашық бозғылт, аздап тығыздалған, жаңғақты шаңды құрылымды, құмбалшықты, ұсақ саңылаулы, тамырлар кездеспейді, тұз кристалдары жоқ. Қышқылдан өте қатты қайнайды.

Сурет 1 - Бірінші топырақ кескіні координаттары

Екінші топырақ кескіні координаттары: N: 44.07.363°; E: 077.35.351°. Теңіз деңгейінен биіктігі H: 694 м. Өсімдік жамылғысының жобалық жабыны 60-70%.

Кескіннің тереңдігі 100 см. (сурет 2).



0-6 см. Ашық құба, құрғақ, шашыраңқы сусылдақ құм, жіңішке тамырлар басым, тұз кристалдары бар, шаңды, ұнтақты, қышқылдан қатты қайнайды.

6-32 см. Бозғылт, өте тығыз, құрғақ, құмды, жіңішке саңылаулы, ұнтақты, тұз кристалдары бар, ұсақ тастар кездеседі, жіңішке тамырлар бар, қышқылдан өте қатты қайнайды.

32-100 см. Ашық бозғылт, аз тығыздалған, құрғақ, келесі қабатқа өтуі анық, құм, тамырлар сирек кездеседі, тұз кристалдары бар, қышқылдан өте қатты қайнайды.

Сурет 2 - Екінші топырақ кескіні координаттары

Үшінші топырақ кескіні координаттары: N: 44.06.04°; E: 77.03.48°. Теңіз деңгейінен биіктігі H: 670 м. Өсімдік жамылғысының жобалық жабыны 55-60%. Кескіннің тереңдігі 100 см (сурет 3).

	<p>0-4 см. Ашық құба, құрғақ, сусылдақ, ұнтақты – шаңды, құмбалшық, тұз кристалдары бар, өсімдік тамырлары кездеседі.</p> <p>4-25 см. Ақшыл сұр реңкті, құрғақ, тығыздалған, құмбалшық, жаңғақты-ұнтақты, өсімдік тамырлары бар, тұз кристалдары кездеседі.</p> <p>25-60 см. Ақшыл сұр реңкті, тығыздалған, құрғақ, жаңғақты-плиткатәрізді, құмбалшықты, тамырлар кездеседі, бунақ-денелілер іздері, тұз кристалдары бар.</p> <p>60-100 см. Ақшыл, құрғақ, аздап тығыздалған, қамбалшық, ұнтақты-шаңды, өсімдік тамырлары сирек кездеседі, тұз кристалдары бар.</p>
---	---

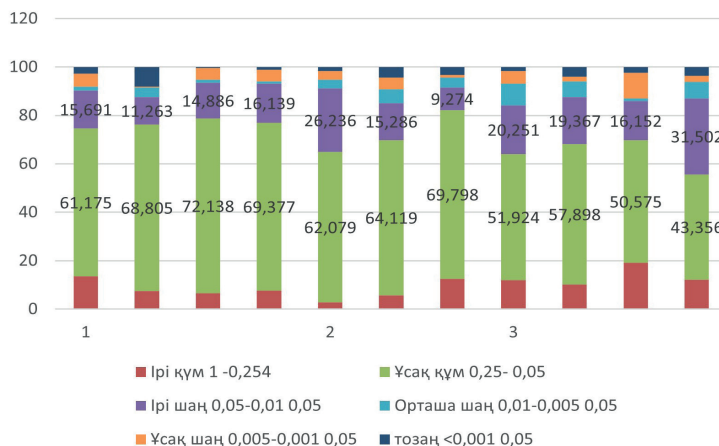
Сурет 3 - Үшінші топырақ кескіні координаттары

2. Гранулометриялық құрамы. Жер жамылғысы және топырақ құрылымы метеорологиялық модельдеуде маңызды роль атқарады, себебі олар жер беті мен атмосфера арасындағы энергия, ылғал және импульс алмасуына кедергі келтіретін өсімдік пен топырақтың құрылымын анықтайды. Сонымен қатар, топырақ құрылымы метеорологиялық модельдердегі тиісті кіріс деректер жиыны болып табылады, олардың нәтижелеріне және болашақта ауа райы зерттеулерінде және ауа сапасын модельдеуде қолданылуына әсер етеді (RizzieriPedruzzi, т.б., 2022). Топырақ құрылымы жерді пайдалану мен басқарудың мүмкіндіктері мен шектеулерін бағалау үшін топырақты зерттеудің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Ол көптеген топырақ процесстерінің маңызды болжаушысы ретінде бағаланады (Qing Xia, т.б., 2020).

Топырақтың механикалық құрамының топырақ түзуде, топырақты ауыл шаруашылығы және басқа мақсаттарға пайдалануда маңызы зор. Топырақтың механикалық құрамы мен оның кеуектілігі, су сыйымдылығы, ылғал өткізгіштігі, ылғалды жоғары көтеру қасиеті, қоректі заттарды жинау мүмкіншілігі, ауа – жылылық режимдері сияқты қасиеттері тығыз байланысты (Кауричев, т.б., 1989; Гнатенко, 1988). Топырақ құрылымы және минерологиясы сияқты табиғи қасиеттері көміртегінің сақталуына, қоректік заттардың мөлшеріне, табиғи рН, агрегация, су ұстау қабілетін жүзеге асыру, т.б. үлкен әсер етеді (Joseph, т.б., 2021).

Бірінші топырақ кескінінің гранулометриялық құрамында ұсақ құм (0,25-0,05мм) фракциясы басым болды (кескін тереңдігі бойынша 61,1

– 72,1 % аралығында), одан кейін ірі шаң фракциясы басымдылық көрсетті (11,26-16,6 % аралығында). Екінші топырақ кескінінде ұсақ құм (1,0-0,25мм) мен ірі шаң (0,25-0,05мм) фракциялары басымдылық көрсетті (62,07-69,7 және 15,2-26,2 %). Үшінші топырақ кескінінде ұсақ құм (0,25 – 0,05 мм) мен ірі шаң (0,005 – 0,001 мм) басым (50,57-57,8 және 16,1-31,5 %).



Сурет 4 - Оңтүстік Балқаш маңы топырақтарының механикалық құрамы, % (1,2,3 топырақ сынамалары алынған орын)

2. Химиялық құрамы. Жалпы топырақтың химиялық құрамы оның негізгі агрохимиялық қасиеттерінің бірі болып табылады. Ол топырақ түзілу процестерін және топырақтың ластануын зерттеу кезінде де маңызды роль атқарады (Vodyanitskii, 2018).

Топырақ ортасының негізгі қоректік элементтеріне азот, фосфор және калий жатады. Топырақ ортасында азот жетіспеген жағдайда өсімдік жапырақтары өңсіз жасыл болады, тіпті сарғайып, уақытынан бұрын түсіп қалады. Өсімдіктердің өсуі баяулайды, бүйір өркендері нашар түзіледі, тамырлардың тарамдануы азаяды. Әдетте топырақ ерітіндісіндегі фосфор концентрациясы өте төмен (0,1 –1 мг/л). Фосфор өсімдіктердің пісіп жетілуін тездетеді. Фосфорлы қорек жетіспеген жағдайда өсімдік жапырағында көмірсулардың мөлшері көбейеді. Өсімдіктердің өсуі баяулап, жемістердің пісіп жетілу мерзімі кешігуі осы фосфор жеткіліксіз болуынан байланысты. **Калий де** өсімдіктердің қалыпты өсіп-өюіне ең қажетті элементтердің бірі. Калийдің топырақтағы қоры фосфорға қарағанда 8-40есе, азоттан 5-50 есе артық. Калиймен жақсы қамтамасызданған өсімдіктер саңырауқұлақтық және бактериялық ауруларға төзімді келеді. Клеткада калий азайғанда натрий, магний, кальций, бос аммиак, сутегі иондарының, минералдық

фосфордың мөлшері көбейетіндігі байқалды. Калий тапшы жағдайда өскен өсімдіктердің жапырақтары төменнен жоғары қарай сарғая бастайды (Орлов, 1992), (Церлинг, 1966). Топырақ құрамындағы органикалық заттар экожүйеде маңызды роль атқарады (Jianfeng, 2019).

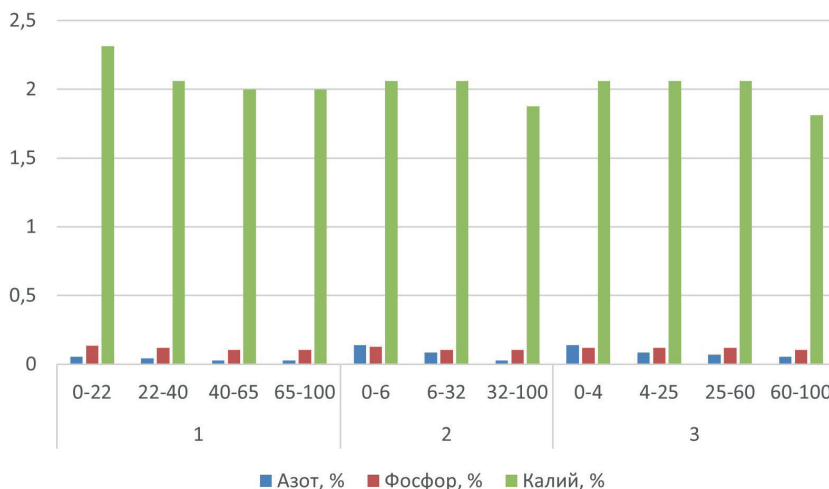
Топырақта атмосфера мен өсімдіктерді қосып алғандағыдан да көп көміртегі жиналады. Сондықтан топырақтың органикалық заттарындағы аздаған өзгерістің өзі жаһандық көміртегі цикліне әсер етеді, сол үшін климат пен қоршаған ортаның бұзылуының ормандардағы топырақтың органикалық заттарына әсерін мұқият бақылаған жөн (Shun , т.б., 2021).

Біздің зерттеуімізде топырақ кескіндерінің қоректік элементтермен қамтылуы әр түрлі болды. Бірінші топырақ кескінінде азот 0,028-0,056% төмен мөлшерде, фосфор 0,104-0,136% орташа мөлшерде, калий 2,000-2,312% аралықтарында болды жеткілікті мөлшерде болды.

Екінші топырақ кескінінде азот 0,028-0,140% - төмен, фосфор 0,104-0,028% - төмен және орташа мөлшерде, калий 1,875-2,062% аралықтарында, яғни жеткілікті мөлшерде болды.

Үшінші топырақ кескінінде азот 0,056-0,140% төмен, фосфор 0,104-0,020% орташа және төмен аралығында, калий 1,812-2,062% - жеткілікті мөлшерде болды.

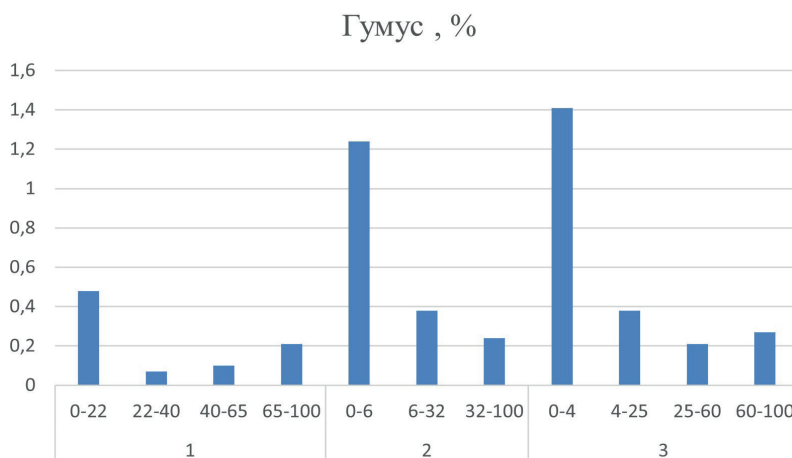
Қоректік элементтер мөлшерлері топырақтың беткі қабаттарында төменгі қабаттермен салыстырғанда жоғары болды. Қарастырылған барлық топырақ кескіндерінде азот төмен мөлшерде, фосфор орташа мөлшерде және калий жеткілікті мөлшерде қамтылған.



Сурет 5 - Оңтүстік Балқаш маңы топырақтарындағы қоректік элементтер, % (1,2,3 топырақ сынамалары алынған орын)

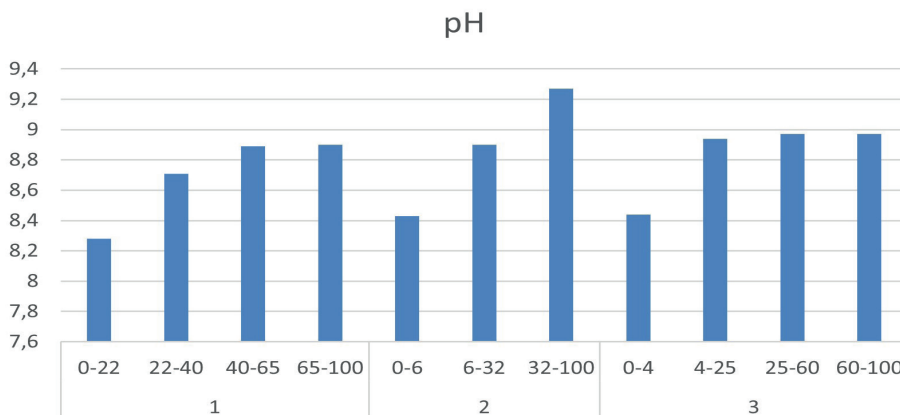
Топырақтың құнарлылығы дақылдардың өнімділігіне әсер ететін негізгі фактор болып табылады (Azembouh, т.б., 2021). Топырақ құнарлылығы дақылдардың өсуін, өнімділігін анықтайды, демек, жердің өнімділігі мен тұрақтылығын анықтайды. Үздіксіз өсімдік шаруашылығы топырақтағы өсімдік қоректік заттарын пайдаланады, бұл өсімдік қоректік заттардың теңгерімсіздігіне әкеледі, осылайша топырақ өнімділігіне әсер етеді (MarcoMng'ong'o, т.б., 2021).

Топырақ құнарлылығын анықтайтын негізгі көрсеткіштерінің бірі ондағы гумус мөлшері болып табылады. Гумустың түзілуімен топырақта бірқатар қоректік элементтер (көміртек, азот, фосфор, күкірт, калий т.б.) жинақталады. Гумус органикалық өмірдің қоры әрі стимуляторы болып табылады (Орлов, т.б., 1985; Гришина, 1986). Гумус мөлшері бірінші топырақ кескінінде 0,10-0,48%, екінші топырақ кескінінде 0,24-1,24%, үшінші топырақ кескінінде 0,21-1,41% аралығында болды. Барлық топырақ кескіндерінің гумуспен қамтылуы өте төмен дәрежеде болды.



Сурет 6 - Оңтүстік Балқаш маңы топырақтарындағы гумус мөлшері, %
(1,2,3 топырақ сынамалары алынған орын)

Топырақ ортасының реакциясы топырақ қасиеттеріне, ондағы өсетін өсімдіктер мен өмір сүретін микроорганизмдерге, жалпы топырақ құнарлылығына әсер ететін негізгі бір фактордың бірі. Топырақ ортасының реакциясы бірінші топырақ кескінінде 8,28-8,90 аралығында, яғни күшті сілтілі, екінші топырақ кескінінде рН көрсеткіші 8,43-9,27 аралығында күшті сілтілік көрсетті, үшінші топырақ кескінінде топырақ ортасы реакциясы 8,44 - 8,97 аралығында күшті сілтілік көрсетті. Топырақтардың сілтілігі топырақ тереңдігіне қарай артты.



Сурет 7 - Оңтүстік Балқаш маңы топырақтарның орта реакциясы
(1,2,3 топырақ сынамалары алынған орын)

Топырақтың тұздылығы әртүрлі жағдайларға байланысты қалыптасады. Ең алдымен ол топырақтың бастамасы болып есептелетін тау жыныстардың минералдық құрамына байланысты болады. Екіншіден, тұзды топырақтар негізінде қуаңшылық, шөлді дала аймақтарда көп орын алады. Бұл аймақтарда ауа райының ыстығынан, желдің күштілігінен, жер бетінен судың булануы өте қарқынды жүріп, жер қабаттарындағы топырақ ерітіндісі буланып жоғары көтерілген сайын құрамындағы еріген тұздар да жоғары көтеріліп, топырақтың үстіңгі бетіне келгенде іркіліп жиналып қалады (Базильевич, т.б., 1970; Вальков, т.б., 2004).

Топырақтың су сүзіндісіне келетін болсақ (мг-экв. 100 г топыраққа), бірінші топырақ кескінінде келесі кему қатарын құрады: HCO_3^- (0,52) > Ca^{++} (0,38-0,48) > Mg^{++} (0,19-0,29) > SO_4^{--} (0,06-0,27) > Cl' (0,04-0,07) = Na^+ (0,03-0,07) > CO_3 (0,04) > K^+ (0,02-0,04).

Екінші топырақ кескініндегі су сүзіндісіндегі катиондар мен аниондар келесі кему қатарында болды (мг-экв. 100 г топыраққа): HCO_3^- (0,52-0,72) > Ca^{++} (0,19-0,48) > Mg^{++} (0,19-0,38) > SO_4^{--} (0,12-0,21) > K^+ (0,02-0,19) > Na^+ (0,03-0,10) > Cl' (0,04) = CO_3 (0,04).

Үшінші топырақ кескініндегі су сүзіндісінің құрамы келесі кему қатарында болды (мг-экв. 100 г топыраққа): HCO_3^- (0,56-0,60) > Ca^{++} (0,38-0,48) > Mg^{++} (0,19-0,29) > SO_4^{--} (0,03-0,25) > K^+ (0,02-0,19) > Na^+ (0,03-0,05) > CO_3 (0,04) = Cl' (0,04).

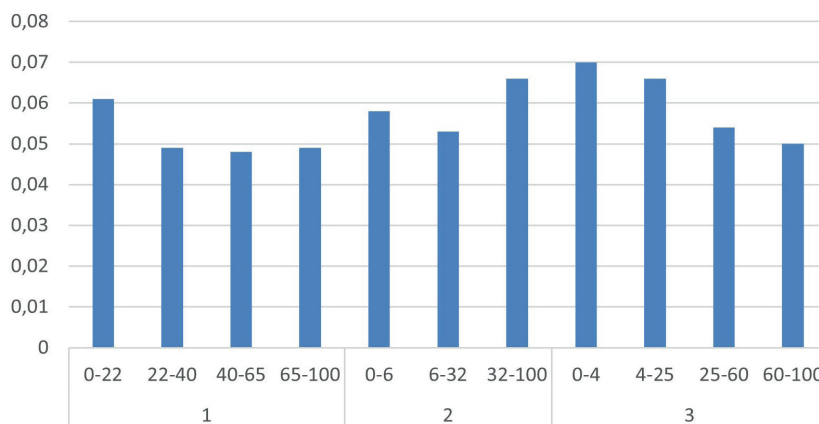
Зерттелген топырақ кескіндерінің барлығының құрамында гидрокарбонат иондарының (HCO_3^-) басым екендігі анықталды. Одан кейін барлық топырақ кескіндерінде Са мөлшері жоғары, ал ең төменгі мөлшерде CO_3 , Cl' сниондары және K^+ катионы болды.

Кесте 1 - Топырақтың су сүзіндісі

Кескін	Тереңдігі, см	HCO ₃ ⁻	CO ₃	Cl [']	SO ₄ ^{''}	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
1	0-22	0,52	0,04	0,04	0,27	0,48	0,29	0,03	0,04
	22-40	0,52	0,04	0,04	0,08	0,38	0,19	0,03	0,04
	40-65	0,52	0,04	0,00	0,10	0,38	0,19	0,03	0,02
	65-100	0,52	0,04	0,07	0,06	0,38	0,19	0,07	0,02
2	0-6	0,52	0,04	0,00	0,21	0,38	0,19	0,03	0,13
	6-32	0,52	0,04	0,04	0,15	0,19	0,38	0,03	0,10
	32-100	0,72	0,04	0,04	0,12	0,29	0,48	0,10	0,02
3	0-4	0,60	0,04	0,04	0,25	0,48	0,19	0,03	0,19
	4-25	0,60	0,04	0,04	0,21	0,38	0,29	0,03	0,16
	25-60	0,56	0,04	0,04	0,11	0,48	0,19	0,03	0,02
	60-100	0,60	0,04	0,00	0,03	0,38	0,19	0,05	0,02

Топырақ кескіндеріндегі тұздар жиынтығы бойынша барлық топырақ кескіндері тұзданбаған болып шықты, яғни тұздар жиынтығы барлық топырақ үлгілерінде 0,2 %-дан төмен болды.

Тұздар жиыны, %



Сурет 8 - Оңтүстік Балқаш маңы топырақтарындағы тұздар жиынтығы, % (1,2,3 топырақ сынамалары алынған орын)

Сіңірілген негіздер бойынша бірінші топырақ кескініндегі сіңірілген негіздер жиыны 7,06-10,27 мл-экв (100 г топыраққа) аралығында, екінші топырақ кескінінде 6,09- 9,08 мл-экв. (100 г топыраққа) мөлшерде, үшінші топырақ кескінінде 6,88-9,29 мл-экв (100 г топыраққа) аралығында болды. Бірінші топырақ кескініндегі сіңірілген негіздер жиыны орташа дәрежеде, екінші және үшінші топырақ кескіндерінде төмен деңгейде болды. Сіңірілген негіздер мөлшері бойынша үш

топырақ кескінінде де сіңірілген негіздер төмен дәрежеде болды (5 - 10 мл-экв/ 100 г топыраққа). Сіңірілген негіздер арасында сіңірілген Са басым, одан кейінгі орында Mg, ал Na мен K мөлшерлері мардымсыз мөлшерде.

Кесте 2 - Сіңірілген негіздер мл-экв.100 г топыраққа.

Кескін	Тереңдігі, см	Ca	Mg	Na	K	Сіңірілген негіздер жиыны
1	0-22	4,37	2,43	0,18	0,08	7,06
	22-40	4,37	5,82	0,18	0,07	10,27
	40-65	4,85	2,43	0,18	0,09	7,55
	65-100	3,88	1,94	0,18	0,09	6,09
2	0-6	7,28	1,46	0,18	0,16	9,08
	6-32	3,88	1,94	0,18	0,09	6,09
	32-100	3,40	5,34	0,09	0,09	8,92
3	0-4	7,76	0,97	0,18	0,38	9,29
	4-25	5,34	0,97	0,18	0,39	6,88
	25-60	4,37	2,91	0,18	0,09	7,55
	60-100	4,85	3,88	0,16	0,09	8,98

Қорытынды. Топырақтың морфологиялық сипаттамалары жасалды: бірінші кескін топырағы боз топырақ, екінші кескін топырағы сұрғылт сары құмды топырақ, үшінші топырақ кескіні құмды сарғыш топырақ типіне жататындығы анықталды.

Бірінші топырақ кескінінің механикалық құрамында ұсақ құм фракциясы басым болды, одан кейін ірі шаң фракциясы басымдылық көрсетті. Екінші топырақ кескінінде ұсақ құм мен ірі шаң фракциялары басымдылық көрсетті. Үшінші топырақ кескінінде ұсақ құм мен ірі шаң басым болды.

Химиялық құрамы анықталды. Зерттелген топырақтардың барлығында қоректік элементтер мөлшерлері ұқсас болды. Мәселен, азот мөлшері төмен, фосфор орташа, калий жеткілікті мөлшерде қамтылғандығы анықталды. Гумус мөлшері өте төмен дәрежеде. Топырақ ортасының реакциясы сілтілі және күшті сілтілі болды. Сіңірілген негіздер бойынша топырақ кескіндері төмен мөлшердегі (5 - 10 мл-экв/ 100 г топыраққа) сіңірілген негіздер жиынтығымен сипатталды.

Зерттелген топырақ кескіндерінің барлығының құрамында гидрокарбонат иондарының (HCO_3^-) басым екендігі анықталды. Катиондар арасында барлық топырақ кескіндерінде Са мөлшері жоғары болды. Тұздар мөлшерінің жиынтығы бойынша барлық топырақ кескіндері тұзданбаған санатқа жатады, яғни тұздар жиынтығы 0,2 % - дан төмен болды.

Information about authors:

N.M. Ibisheva – Kazakh National University named after Al-Farabi, <https://orcid.org/0000-0002-8410-6018>, e-mail: nazerke0714@gmail.com;

A.S. Nurmakhanova Akmaral – Kazakh National University named after Al-Farabi, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, <http://orcid.org/0000-0002-6925-9964>;

S.Zh., Atabayeva – Kazakh National University named after Al-Farabi, Doctor of Biological Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-4704-6909>;

B.M. Tynybekov – Kazakh National University named after Al-Farabi, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-5203-6713>;

E.S. Boribay – Narxoz University, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Kazakhstan, Almaty, <http://orcid.org/0000-0002-7058-414X>, e-mail: Eboribai_71@mail.ru.

ӘДЕБИЕТТЕР:

Aiman Imentai, Niels Thevs, Sebastian Schmidt, Sabir Nurtazin, Ruslan Salmurzauli. Vegetation, fauna, and biodiversity of the Ile Delta and southern Lake Balkhash. A review. - Journal of Great Lakes Research, Elsevier, September 2015. Vol.46. Pp. 688-69.

Azemboh Roshinus Tsufac, Nyong Princely Awazi, Bernard Palmer Kfuban Yerima. Characterization of agroforestry systems and their effectiveness in soil fertility enhancement in the south-west region of Cameroon. Elsevier, Current Research in Environmental Sustainability, 2021, Vol. 3, Pp.424.

Jianfeng Tang, Wendong Wang, Lei Yang, Changli Cao, Xinhua Li. Variation in quantity and chemical composition of soil dissolved organic matter in a peri-urban critical zone observatory watershed in Eastern China. Science of The Total Environment, Elsevier 2019, Vol.688, Pp. 622-63.

Joseph P. Amsili, Harold M. van Es, Robert R. Schindelbeck. Cropping system and soil texture shape soil health outcomes and scoring functions. Soil Security, 2021, Vol.4, Pp.112.

Kpade O.L., Hounkpatin, Aymar Y., Bossa, Yacouba Yira, Mouïnou A., Igue, Brice A., Sinsin. Assessment of the soil fertility status in Benin (West Africa) – Digital soil mapping using machine learning. Elsevier, Geoderma Regional, 2021. Vol. 28, Pp.444.

Marco Mng'ong'o Linus K. Munishi, Patrick A. Ndakidemi. Soil fertility and land sustainability in Usungu Basin-Tanzania. Heliyon, 2021, Vol.7, Issue 8, Pp.745.

Mengyao Wu, Danbo Pang, Lin Chen, Xuebin Li, Lizhen Liu, Bo Liu, Jingyao Li, Jifei Wang, Longlong Ma. Chemical composition of soil organic carbon and aggregate stability along an elevation gradient in Helan Mountains, northwest China. Ecological Indicators, 2021 Pp. 131.

Qing Xia, Thomas Ruffy, Wei Shi. Soil microbial diversity and composition: Links to soil texture and associated properties. Elsevier, Soil Biology and Biochemistry, 2020, Vol.149, Pp. 453.

Quoc Thinh Tran, Kiwako S. Araki, Motoki Kubo. An investigation of upland soil fertility from different soil types. Elsevier, *Annals of Agricultural Sciences*, 2021, Vol.66, Issue 2, Pp 101-108.

RizzieriPedrucci, Willian Lemker Andreão, Bok HaengBaek, Anderson PauloHudke, Timothy WilliamGlotfelty, EdmilsonDias de Freitas, Jorge AlbertoMartins, Jared H.Bowden, Janaina AntoninoPinto, Marcelo FelixAlonso, TacianaToledo de Almeida Albuquerque. Update of land use/land cover and soil texture for Brazil: Impact on WRF modeling results over São Paulo. *Atmospheric Environment* 2022, Vol.268, Pp.176.

Shun Hasegawa, John Marshall, Tobias Sparrman, Torgny Näsholm. Decadal nitrogen addition alters chemical composition of soil organic matter in a boreal forest. *Geoderma*, Elsevier, 2021, Vol. 386, Pp.106

Vodyanitskii Yu.N. Elements oxides as a source of errors in the gross chemical composition of soil and ways to eliminate the errors. *Annals of Agrarian Science*, Vol. 16, Issue 1, 2018, Pp.90-93

ZiguanWang, GuangcaiWang, TingyuRen, HaiboWang, QingyuXu, GuanghuiZhang. Assessment of soil fertility degradation affected by mining disturbance and land use in a coalfield via machine learning. Elsevier, *Ecological Indicators*, 2021, Vol.125, Pp.214.

Zulpykharov B.A., Assanbekov B.A., Rahman Sh., Yakovlev A.A., Kalybekova Y.M. Study of internal water exchange in lake Balkhash // *Biosciences Biotechnology Research Asia*.- 2015.- Vol. 12(1).- P.35-44.

Асанбеков Б.А., Зулпыхаров Б.А. Современная изученность внутреннего и внешнего водо-и солеобмена озера Балкаш // *Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития образования и науки в условиях глобализации», посвящённой 60-летию видного ученого-экономиста и педагога, заслуженного деятеля Казахстана, академика Национальной академии естественных наук Республики Казахстан, доктора экономических наук профессора Сапарбаева Абдижаппар Джумановича.*- Алматы, Вестник университета Кайнар.- 2014.- №4/2. - С.33-37.

Базильевич Н.И., Панкова Е.И. Методические указания по учету засоленных почв. М. Гипроводхоз.1970.С. 80-82.

Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Засоление почв. Вторичное засоление // *Почвоведение: учебник для вузов.* М.: ИКЦ МарТ, Ростов-на-Дону: Издательский центр Март, 2004. С. 364-384.

Веселов В.В., Бегалиев А.Г., Самоукова Г.М. Эколого-мелиоративные проблемы использования водных ресурсов озера Балхаш.- Алматы, 1996.-100 с.

Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусовое состояние почв. М., 1986. 242 с.

Джабаев Ж.М. Проблемы охраны и рационального использования земельных ресурсов Прибалхашья // *Научно-технические проблемы освоения природных ресурсов и комплексного развития производительных сил Прибалхашья.*- Алматы, 1989.- С.166 – 170.

Джусупбеков Д.К. Вероятностный прогноз колебаний уровня и минерализации воды оз. Балхаш: дис. ... кан. геог. наук: 25.00.27.-Алматы: КазНУ им.аль-Фараби, 2002.- 130 с.- Инв. №0402РК00249.

Дуденко В.П., Нурғалиев О.Н., Есипова З.Ф. Интенсификация производства риса на Акдалинском массиве и пути экономики оросительной воды// *Научно-технические проблемы освоения природных ресурсов и комплексного развития производительных сил Прибалхашья.*- Алма-Ата, 1989.- С.90 - 96.

Жамалбеков Е.У., Билдебаева Р.М Жалпы топырақтану және топырақ географиясы. -Алматы, 2000. ҚазҰУ.255б.

Кауричев И.С., Н.П. Панов, Н.Н. Розов, М.В. Стратонович, А.Д. Фокин. Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. 719 с.

Қазақстанның физикалық географиясы, Алматы: Атамұра, 2008. 325б.

Лаврентьев П.Ф., Голубцов В.В., Пакалн Э.В. Распределение годовых осадков в бассейнах озер Балхаш-Алакольской впадины // Труды КазНИГМИ, 1962.- вып. 17.- С.101 - 108.

Медаубеков К.У. т Пути повышения эффективности сельскохозяйственного производства Или-Балхашского бассейна// Научнотехнические проблемы освоения природных ресурсов и комплексного развития производительных сил Прибалхашья.- Алматы, 1989.- С.44 -56.

Методическое руководство по проведению комплексного агрохимического обследованию почв сельскохозяйственных угодий. - п. научный, 2004 г. стр. 95

Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1989.- серия 3, книга 1.- С.168 - 170.

Орлов Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов. – М. : Изд-во МГУ, 1992. – 400 с.

Орлов Д.С., Лозановская И.Н., Попов П.Д. Органическое вещество почвы и органические удобрения. М.: Изд-во Моск, Ун-та, 1985, 97с.

Почвоведение с основами геологии. Методика изучения почв в полевых условиях. / Гнатенко А.Ф. – Под ред. Т.И. Кудиновой. – Киев: Изд-во УСХА, 1988. 24 с.

Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур, 1966.

REFERENCES:

Aiman Imentai, Niels Thevs, Sebastian Schmidt, Sabir Nurtazin, Ruslan Salmurzauli. Vegetation, fauna, and biodiversity of the Ile Delta and southern Lake Balkhash. A review. - Journal of Great Lakes Research, Elsevier, September 2015. Vol.46. Pp. 688-696.

Asanbekov B.A., Zulpykharov B.A. Modern knowledge of the internal and external water and salt exchange of Lake Balkash // Proceedings of the international scientific-practical conference «Actual problems of the development of education and science in the context of globalization», dedicated to the 60th anniversary of the prominent scientist -Economist and teacher, Honored Worker of Kazakhstan, Academician of the National Academy of Natural Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Economic Sciences Professor Abdizhappar Dzhumanovich Saparbayev. - Almaty, Bulletin of the University of Kainar. - 2014. - No. 4/2. - P.33-37.

Azemboh Roshinus Tsufac, Nyong Princely Awazi, Bernard Palmer Kfuban Yerima. Characterization of agroforestry systems and their effectiveness in soil fertility enhancement in the south-west region of Cameroon. Elsevier, Current Research in Environmental Sustainability, 2021, Vol. 3, Pp.424.

Bazil'evich N.I., Pankova E.I. Methodical instructions for the accounting of saline soils. М. Giprovodkhoz.1970.S. 80-82.

Dudenko V.P., Nurgaliev O.N., Esipova 3.F. Intensification of rice production in the Akdala massif and the ways of the irrigation water economy // Scientific and technical problems of the development of natural resources and the integrated development of the productive forces of the Balkhash region. - Alma-Ata , 1989.- P.90 - 96.

Dzhabaev Zh.M. Problems of protection and rational use of land resources in the Balkhash region // Scientific and technical problems of the development of natural resources

and the integrated development of the productive forces of the Balkhash region. - Almaty, 1989. - P. 166 - 170.

Dzhusupbekov D.K. Probabilistic forecast of fluctuations in the level and salinity of the water of the lake. Balkhash: dis. ... can. geog. Sciences: 25.00.27.-Almaty: KazNU named after al-Farabi, 2002.- 130 p.- Inv. No. 0402RK00249.

Grishina L.A. Humus formation and humus state of soils. M., 1986. 242 p.

I.S. Kaurichev, N.P. Panov, N.N. Rozov, M.V. Stratonovich, A.D. Fokin. Soil science. Ed. I.S. Kaurichev. – M.: Agropromizdat, 1989. 719 p.

Jianfeng Tang, Wendong Wang, Lei Yang, Changli Cao, Xihu Li. Variation in quantity and chemical composition of soil dissolved organic matter in a peri-urban critical zone observatory watershed in Eastern China. *Science of The Total Environment*, Elsevier 2019, Vol.688, Pp. 622-631.

Joseph P. Amsili, Harold M. van Es, Robert R. Schindelbeck. Cropping system and soil texture shape soil health outcomes and scoring functions. *Soil Security*, 2021, Vol.4, Pp.112.

Kazakh physical geography, Almaty: Atamura, 2008. 325b.

Kpade O.L., Hounkpatin, Aymar Y., Bossa, Yacouba Yira, Mouïnou A., Igue, Brice A., Sinsin. Assessment of the soil fertility status in Benin (West Africa) – Digital soil mapping using machine learning. Elsevier, *Geoderma Regional*, 2021. Vol. 28, Pp.444.

Lavrentiev P.F., Golubtsov V.V., Pakaln E.V. Distribution of annual precipitation in the lake basins of the Balkhash-Alakol depression // *Proceedings of KazNIGMI*, 1962.- issue. 17.- P.101 - 108.

Marco Mng'ong'o Linus K. Munishi, Patrick A. Ndakidemi Soilfert William Blake, Sean Comber, Thomas H. Hutchinsonability and land sustainability in Usangu Basin-Tanzania. *Heliyon*, 2021, Vol.7, Issue 8, Pp.745.

Medaubekov K.U. Ways to improve the efficiency of agricultural production in the Ili-Balkhash basin// *Scientific and technical problems of the development of natural resources and the integrated development of the productive forces of the Balkhash region.- Almaty, 1989.- P.44-56.*

Mengyao Wu, Danbo Pang, Lin Chen, Xuebin Li, Lizhen Liu, Bo Liu, Jingyao Li, Jifei Wang, Longlong Ma. Chemical composition of soil organic carbon and aggregate stability along an elevation gradient in Helan Mountains, northwest China. *Ecological Indicators*, 2021 Pp. 131.

Methodological guide to conducting a comprehensive agrochemical survey of agricultural soils. - p. scientific, 2004 p. 95.

Orlov D.S. Soil Chemistry / D.S. Orlov. - M. : Publishing House of Moscow State University, 1992. - 400 p.

Orlov D.S., Lozanovskaya I.N., Popov P.D. Soil organic matter and organic fertilizers. M.: Publishing House of Moscow, Univ., 1985, 97p.

Qing Xia, Thomas Rufty, Wei Shi. Soil microbial diversity and composition: Links to soil texture and associated properties. Elsevier, *Soil Biology and Biochemistry*, 2020, Vol.149, Pp. 453.

Quoc Thinh Tran, Kiwako S. Araki, Motoki Kubo. An investigation of upland soil fertility from different soil types. Elsevier, *Annals of Agricultural Sciences*, 2021, Vol.66, Issue 2, Pp 101-108.

RizzieriPedrucci, Willian Lemker Andreão, Bok HaengBaek, Anderson PauloHudke, Timothy WilliamGlotfelty, EdmilsonDias de Freitas, Jorge AlbertoMartins, Jared H.Bowden, Janaina AntoninoPinto, Marcelo FelixAlonso, TacianaToledo de Almeida

Abuquerque. Update of land use/land cover and soil texture for Brazil: Impact on WRF modeling results over São Paulo. *Atmospheric Environment* 2022, Vol.268, Pp.176.

Scientific and applied reference book on the climate of the USSR. - L.: Gidrometeoizdat, 1989. - series 3, book 1. - P. 168 - 170.

Shun Hasegawa, John Marshall, Tobias Sparman, Torgny Näsholm. Decadal nitrogen addition alters chemical composition of soil organic matter in a boreal forest. *Geoderma*, Elsevier, 2021, Vol. 386, Pp.106.

Soil science with the basics of geology. Methods for studying soils in the field. / Gnatenko A.F. - Ed. T.I. Kudinova. - Kiev: USHA Publishing House, 1988. 24 p.

Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Soil salinization. Secondary salinization // *Soil science: a textbook for universities*. M.: IKTs Mart, Rostov-on-Don: March Publishing Center, 2004. S. 364-384.

Veselov V.V., Begaliev A.G., Samoukova G.M. Ecological and reclamation problems of the use of water resources of Lake Balkhash. - Almaty, 1996.-100 p.

Vodyanitskii Yu.N.. Elements oxides as a source of errors in the gross chemical composition of soil and ways to eliminate the errors. *Annals of Agrarian Science*, Vol. 16, Issue 1, 2018, Pp.90-93.

Zerling V.V. Diagnostics of nutrition of agricultural crops, 1966.

Zhamalbekov E.Y., Bildebaeva R.M. -Almaty, 2000. KazU.255b.

Ziguan Wang, Guangcai Wang, Tingyu Ren, Haibo Wang, Qingyu Xu, Guanghui Zhang. Assessment of soil fertility degradation affected by mining disturbance and land use in a coalfield via machine learning. *Elsevier, Ecological Indicators*, 2021, Vol.125, Pp.214.

Zulpykharov B.A., Assanbekov B.A., Rahman Sh., Yakovlev A.A., Kalybekova Y.M. Study of internal water exchange in lake Balkhash // *Biosciences Biotechnology Research Asia*.- 2015.- Vol. 12(1).-R.35-44.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 40-47

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.146>

UDC 669.223.153

IRSTI 61.35.09

**A.M. Kozhakhmetova^{1*}, K.T. Zhantasov¹, N.D. Torebay²,
M.T. Baizhanova¹, A.B. Seitkhanova¹**

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan;

²Miras University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: k_aidana_19@mail.ru

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING INTEGRATED FERTILIZER FROM SOLID WASTE OF PRODUCTION

Abstract. The article presents the results of chemical analyzes of carbonate-siliceous dolomitized phosphate raw materials from the Aksai deposit and the components of the charge to obtain a new environmentally safe nomenclature of fertilizer mixture. In order to improve the properties of the soil and increase fertility, a technological scheme is proposed, which is developed on the basis of the results of the research conducted to obtain a pulp mixture based on solid waste from various industries. As a component of the charge, enriched and fired vermiculite is used at a temperature of 850-950°C in order to increase the porosity of the material that retains soil moisture. As an additive containing humates and trace elements, internal overburden and screenings of fines formed during coal mining can serve. The simplicity of the hardware design of the technological process for obtaining such fertilizer mixtures makes it possible to switch to the preparation of new, non-traditional brands of mineral fertilizers.

The main purpose of this article is to develop a technology for restoring saline soils that have lost their fertility by adding a mixture of slag formed during solid waste incineration, it is possible to obtain an organo-mineral complex fertilizer enriched with macro- and microelements.

Key words: solid waste, charge, mineral fertilizers, fertilizer mixture, dolomitized siliceous-phosphate raw material.

**А.М. Қожахметова^{1*}, Қ.Т. Жантасов¹, Н.Д. Төребай²,
М.Т. Байжанова¹, А.Б. Сейтханова¹**

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
Шымкент, Қазақстан;

²Мирас Университеті, Шымкент, Қазақстан.
E-mail: k_aidana_19@mail.ru

ӨНДІРІСТІҢ ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН КЕШЕНДІ ТЫҢАЙТҚЫШТАР АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

Аннотация. Мақалада жаңа экологиялық қауіпсіз тыңайтқыш номенклатурасын алу үшін Ақсай кен орнындағы карбонатты-кремнийлі доломиттелген фосфат шикізатының және шихтаның құрамдас бөліктерінің химиялық талдауларының нәтижелері берілген. Топырақтың қасиеттерін жақсарту, арттыру және құнарлылығын арттыру мақсатында әртүрлі өндірістердің қатты қалдықтары негізінде тыңайтқыш қоспасын алу үшін жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша әзірленген негізгі технологиялық схема ұсынылды. Шихтаның құрамдас бөлігі ретінде топырақтың ылғалдылығын сақтайтын материалдың кеуектілігін арттыру үшін 850-950°C температурада байытылған және күйдірілген вермикулит қолданылады. Құрамында гуматтар мен микроэлементтер бар қоспа ретінде көмірді өндіру кезінде пайда болған ұсақ бөлшектердің ішкі қабаты мен скригілері қызмет ете алады. Мұндай тыңайтқыш қоспаларын алудың технологиялық процесінің аппараттық конструкциясының қарапайымдылығы минералды тыңайтқыштардың жаңа, дәстүрлі емес маркаларын дайындауға көшуге мүмкіндік береді.

Бұл мақаланың негізгі мақсаты қатты қалдықтарды жағу кезінде пайда болған қож қоспасын қосу арқылы құнарлылығын жоғалтқан, тұзды топырақты қалпына келтіру технологиясын жасау болып табылады, макро-және микроэлементтермен байытылған органо - минералды кешенді тыңайтқыш алуға болады.

Түйін сөздер: қатты қалдықтар, шихта, минералды тыңайтқыштар, тыңайтқыш қоспасы, доломиттелген кремний-фосфатты шикізат.

**А.М. Кожаметова^{1*}, К.Т. Жантасов¹, Н.Д. Торейбай²,
М.Т. Байжанова¹, А.Б. Сейтханова¹**

¹ Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Казахстан;

² Университет Мирас, Шымкент, Казахстан.
E-mail: k_aidana_19@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ ИЗ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В статье приведены результаты химических анализов карбонатно-кремнистого доломитизированного фосфатного сырья месторождения Аксай и компонентов шихты для получения новой экологической безопасной номенклатуры тукосмеси. С целью улучшения свойств почвы и повышения и плодородия предлагается технологическая схема, которая разработана на основании результатов проведенных исследований для получения тукосмеси на основе твердых отходов различных производств. В качестве компоненты шихты применяют обогащенный и обожженный вермикулит при температуре 850-950°C с целью повышения пористости материала, удерживающего влагу почвы. В качестве добавки содержащей гуматы и микроэлементы, могут служить внутренние вскрышные породы и отсева мелочи, образующиеся при добыче углей. Простота аппаратного оформления технологического процесса получения таких тукосмесей дает возможность перехода к приготовлению новых, не традиционных марок минеральных удобрений.

Основная цель данной статьи заключается в разработке технологии восстановления, потерявших свою плодородность, засоленных почв, путем добавления смеси шлака, образующегося в ходе сжигания твердых отходов, возможно получение органо-минерального комплексного удобрения, обогащенного макро- и микроэлементами.

Ключевые слова: твердые отходы, шихта, минеральные удобрения, тукосмесь, доломитизированное кремнисто-фосфатное сырьё.

Introduction. At present, in the Republic of Kazakhstan, 60% of arable land is infertile and contains less than 4% of humus, which negatively affects the quantity and quality of plant yield. The depletion of the soil negatively affected the quality of the grain, as the gluten content in

it significantly decreased. Therefore, in order to increase the yield of agricultural products, it is necessary to increase the amount of applied mineral fertilizers 3-4 times (Zhantasov, 1986; Zhantasov, 2013).

Instead of using various types of mineral fertilizers, it is possible to introduce their complex analogues. Complex dressings include several useful substances, are distinguished by a balanced composition, relatively easy transportation and storage. Manufacturers also offer complexes with various mineral supplements, including plant growth and development stimulants.

In general, their use is recommended on relatively balanced soils, where there is no acute shortage of a specific chemical element (Ferreira, 2003; Chaikina, 2002).

The most effective, quick and safe (if used correctly) way to increase soil productivity is mineral fertilizers (Tsykina et al., 1974). They exist in various forms and are divided into types depending on the main substance. The choice of fertilizer should be based on the lack of a particular chemical element and soil parameters. By correctly determining the amount and application period, it is possible to restore the chemical balance of the soil in 1-2 years and increase the yield (Marulis et al., 1968; Utegulov et al., 2014).

Materials and methods. Phosphorite raw materials used in the production of NPK-fertilizers and fertilizers are generally obtained by grinding lump and small-sized natural phosphorite.

The average chemical compositions of the charge components used in the process of obtaining fertilizers with prolonged action are shown in Table 1-4.

Table 1. Chemical composition of phosphate rock.

Content, %							
P_2O_5	K_2O	F_2O	SiO_2	CaO	MgO	H_2O	MnO
6,32	1,49	0,003	38	29,85	1,72	5,0	0,014

Table 2. Chemical composition of coal ash by the main components of the Bogatyr and Maikube open-pit mines of the Ekibastuz and Karaganda basins deposits

Deposits of ashes of coals	Content of components, %						
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	TiO_2	Na_2O+K_2O	CaO
Bogatyr	59,7	24,3	5,2	1,03	1,13	0,79	4,9
Maikube	56,5	24,6	5,9	0,83	1,26	0,61	3,7

In order to increase the porosity of the material that retains soil moisture, enriched and fired vermiculite is used at a temperature of 850-9500C. The chemical composition of vermiculite is shown in table 3.

Table 3. Chemical composition of vermiculite

Content, %									
Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	H ₂ O	MnO
6,5	6,5	6,0	2,0	13,5	38	3,0	19,5	5,0	0,8-1,1

Coal waste is stored in two types of dumps - formed by the dry method (dry dumps of mining, sorting and gravitational concentration of coal) and hydraulic (hydraulic dumps - tailings storage).

According to the sources of formation, coal waste, as well as waste from the extraction and processing of other solid minerals, is divided into two groups: mining waste (overburden and coal-bearing rocks) and dressing waste (a mixture of coal-bearing rocks and coal).

Table 4. Chemical composition of internal overburden (GDP)

Content, %								
Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Mgo	MnO
0,5	0,5	0,1	9,3	8,3	49,9	1,8	1,8	0,1-0,6

It should be noted that the metal oxides contained in the charge serve as microelements and increase the technological properties of the mineral fertilizer.

The chemical composition of brown coal is presented: organic constituent, mineral (inorganic) mass, water, gases.

Mineral impurities are concentrated in the ash. Ash analysis showed that coal belongs to unsalted coals, the content of water-soluble Na₂O is 0.09 - 0.69%; The resin content is low - 3.0-7.5%, bitumen - 0.3-1.3%.

The content of toxic impurities does not go beyond the limits typical for power-generating coals.

Results and discussions. On the basis of the results of the research carried out, a conceptual technological scheme for producing a fertilizer mixture based on solid waste from various industries has been developed. As a component of the charge, enriched and fired vermiculite is used at a temperature of 850-9500 in order to increase the porosity of the material that retains soil moisture. As an additive containing humates and trace elements, internal overburden and screenings of fines formed during coal mining can serve.

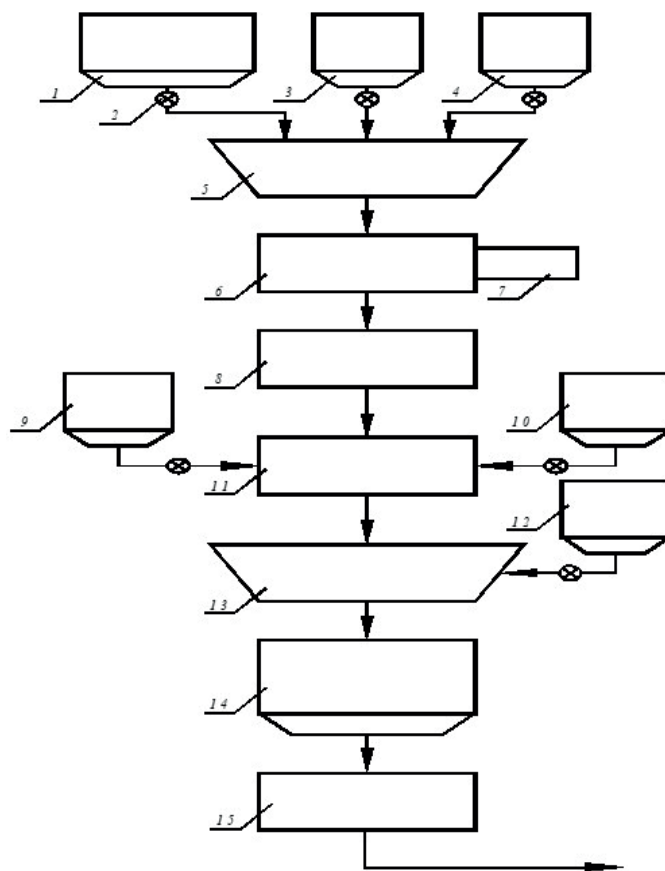


Figure 1. Principal hardware-technological scheme for producing fertilizer mixture containing microelements.

1,3,4,9,10,12,14 bins; 2 - dispenser-feeder; 5, 13 - mixers; 6-drum oven; 7-burner; 8 refrigerator; 11-mill; 15 filling machine.

According to the developed technology for the production of fertilizer, from solid waste of various industries, fines of the 0-5mm class formed in the process of phosphorite agglomeration from the bunker position 1, through the feeder-feeder position 2, are fed into the mixer position 5, where they also come from the bunker position 3 GDP (internal overburden) and from the bunker pos. 4 dolomite torn phosphorite of the Aksai deposit. All components are thoroughly mixed in the mixer pos 5, then the charge is fed by the feeder to the rotary drum furnace pos 6, where it is dried at a temperature of 150 - 350⁰C and heat treatment at 850 – 950⁰C. Then the product enters the refrigeration unit, pos. 8, cooled to 20-40⁰C and sent to an elliptical ball mill of the drum type and crushed to a fraction of less than 0.1 mm, ash and slag from the bunker pos. 9 and brown coal from

the bunker, pos. 10, are supplied there. into the mixer pos. 13, which also receives fired vermiculite 0.1 mm from the hopper pos. 12, by means of a dispenser-feeder. Next, they are thoroughly mixed in the mixer, pos. 13. Then, the charge material is sent to the central hopper, pos. 14, and then fed into the filling machine, pos. 15, where the fertilizer mixture is packed into packing bags. The finished product, the fertilizer mixture, packed in bags, is sent to consumers.

Conclusion. The study of the composition of coal ash from the Bogatyr and Maikube cuts and the chemical composition of dolomitized siliceous-phosphate raw materials from the Aksai deposit determines the possibility of their use in the production of fertilizer mixtures for the agro-industrial complex. A technology and a technological scheme for the production of a fertilizer mixture based on off-balance dolomitized siliceous-phosphate raw materials and vermiculite have been developed, with the introduction of internal coal mining overburden and an aqueous solution of molasses, a binder before the stage of drying and granulation as additives. The developed technology is flexible and allows you to modify the composition of the complex fertilizer components, to widely attract substandard phosphorite raw materials in the production of fertilizers.

Information about authors:

Kozhakhmetova Aidana Maratovna – PhD doctoral student, M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan. E-mail: k_aidana_19@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8758-5969>;

Zhantasov Kurmanbek Tazhmakhanbetovich – Doctor of technical sciences, professor, laureate of the State Prize in the field of science, technology and education of the Republic of Kazakhstan, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: k_zhantasov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6867-1204>;

Torebay Nursaule Dusenbaikyzy – Candidate of Pedagogy, Senior Lecturer, Miras University, Shymkent, Kazakhstan, **E-mail:** ntorebay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6941-5023>;

Baizhanova Madina Tursunbekovna – Teacher, Master, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, **E-mail:** madyana_bayzhanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6022-1820>;

Seitkhanova Aigerim Baubekkyzy – Teacher, Master, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, **E-mail:** aigera_1993a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8156-7188>.

REFERENCES:

Barmenkov D.V. (2009), The influence of the global financial crisis on the production of mineral fertilizers in the Russian Federation // Environmental Economics. Issue 3/ ed. Yu.M. Arsky - Moscow: VINITI Publishing House.

Chaikina M.V. (2002), Mechanochemistry of natural and synthetic apatites. Novosibirsk.

Dadahodzhaev A.T. (2015), Development and implementation of technological processes for processing dolomite. Part 2 // Uzbek chemical. Zh.

Ferreira C. (2003), Possible applications for solid fly ash and slag waste. J. Danger. Mother.

Marulis F.G., Unanyants T.M. (1968) Complex fertilizers production. Ed. Chemistry Moscow.

Panin P.S., Kovalev R.V. (1970), Chemical and water-physical properties of ash dumps at Novosibirskaya TPP. On Sat. "Reclamation in Siberia and the Urals". Novosibirsk, "Science".

Tsykina E.I., Zabeleminsky Yu.A. Unanyants T.P. (1974), The economics of the production of mineral fertilizers. Moscow: Chemistry.

Utegulov N.I., Oshakbaev M.T., Olshansky A.P., Sadykova Zh.A. (2014), The concept of creating a technology for obtaining phosphorus fertilizers with a high content of P₂O₅ assimilated by plants // VIII International Beremzha, nov Congress on Chemistry and Chemical Technology: Collection of reports. Ust-Kamenogorsk.

Zhantasov K.T. (1986). Obtaining pellets from phosphate-siliceous ores of Karatau for electrothermal processing. Shymkent.

Zhantasov K.T. (2013), Technological equipment for the production of yellow phosphorus: textbook. - Shymkent: SKSU them. M. Auezov.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 48-60
<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.147>

UDC: 632.42: 633:576.3/7.086.83:581.4
IRSTI 68.37.31; 34.23.37; 34.15.23

A. Kokhmetova*, **A. Malysheva**, **M. Kumarbayeva**, **A. Bolatbekova**,
A. Kokhmetova

Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: gen_kalma@mail.ru

EVALUATION OF THE WHEAT RECOMBINANT INBRED LINES FOR RESISTANCE TO LEAF RUST

Abstract. Wheat leaf rust, caused by *Puccinia triticina* Erikss., is one of the major diseases in major wheat-growing regions of the world. It is one of the major diseases of wheat in Kazakhstan. The aim of study was to phenotype and genotype the Kazakh mapping population of recombinant inbred wheat lines (RIL) Almaly/Anza for resistance to *Puccinia triticina*. The evaluation of the adult plant resistance of the RIL Almaly/Anza wheat population in the field to *P. recondita* made it possible to rank the studied genotypes according to the level of resistance. It was found that the frequency of occurrence of resistant wheat samples was 50.8%, and those susceptible to leaf rust – 49.2%, i.e., the ratio of the group of disease-resistant to susceptible genotypes was approximately the same number. Genotyping the most resistant in the field lines Almaly/Anza with three Lr genes linked molecular markers showed that the most frequent Lr gene, identified individually or in combination, was Lr1. The expected marker fragment associated with Lr1 was found in five of the lines studied. The marker linked to Lr28 was found in two lines. The marker linked to Lr34 was found four RIL. These identified wheat lines also showed a moderate and high level of adult plant resistance to leaf rust. This study identified some wheat genotypes highly resistant to leaf rust that may contribute to the improvement resistance to the pathogen. Obtained in this research data of the Kazakh mapping population of RIL Almaly/Anza for resistance

to leaf rust will become the basis for subsequent genotyping and QTL mapping of this wheat population.

Key words: wheat, leaf rust, *Puccinia triticina*, resistance genes, molecular markers.

**А. Кохметова*, А. Малышева, М. Кумарбаева, А. Болатбекова,
А. Кохметова**

Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты,
Алматы, Қазақстан.

E-mail: gen_kalma@mail.ru

БИДАЙДЫҢ РЕКОМБИНАНТТЫ ИНБРИДТІ ЛИНИЯЛАРЫНЫҢ ҚОҢЫР ТАТҚА ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

Аннотация. *Puccinia triticina* Erikss қоздыратын бидай жапырағы таты әлемнің негізгі бидай өсіретін аймақтарындағы негізгі аурулардың бірі болып табылады. Бұл Қазақстандағы негізгі бидай ауруларының бірі. Зерттеудің мақсаты: Алмалы/Анза рекомбинантты инбредтік бидай линияларының (RIL) қазақстандық карталанған популяциясының *P. triticina*-ға төзімділігіне фенотиптеу және генотиптеу жүргізу. Алқаптағы RIL бидай популяциясының *P. triticina*-ға төзімділігін бағалау төзімділік деңгейі бойынша зерттелетін генотиптерді ранжирлеуге мүмкіндік берді. Бидайдың төзімді үлгілерінің пайда болу жиілігі 50,8%, ал жапырақ татына сезімталдары 49,2%, яғни, ауруға төзімді генотиптердің ауруға төзімді тобының арақатынасы шамамен бірдей болды. Lr гендерімен байланысқан үш молекулалық маркерлерді пайдалана отырып, өріске ең төзімді Almaly/Anza линияларын генотиптеу жалғыз немесе басқа гендермен біріктірілген ең көп таралған геннің Lr1 екенін анықталды. Күтілетін маркер фрагменті Lr1-мен ассоциацияланған бес зерттелген линияда табылды. Lr28-бен тіркескен маркер екі линияда табылды. Lr34-пен тіркескен маркер төрт RIL-де табылды. Бұл таңдалған бидай линиялары да ересек өсімдіктердің жапырақ татына төзімділігінің орташа және жоғары деңгейін көрсетті. Зерттеу нәтижесінде, бидайдың патогенге төзімділігін арттыруға ықпал ете алатын, жапырақ татына төзімділігі жоғары бидай генотиптері анықталды. Осы зерттеуде алынған қазақстандық карталанатын RIL Алмалы/Анза бидай популяциясының

қоңыр татқа төзімділігіне фенотиптік деректері, осы популяцияның кейінгі генотиптеуіне және QTL карталауына негіз болады.

Түйін сөздер: бидай, қоңыр тат, *Puccinia triticina*, төзімділік гендері, молекулалық маркерлер.

**А. Кохметова*, А. Малышева, М. Кумарбаева, Болатбекова,
А. Кохметова**

Институт биологии и биотехнологии растений,
Алматы, Казахстан.
E-mail: gen_kalma@mail.ru

ОЦЕНКА РЕКОМБИНАНТНЫХ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ

Аннотация. Листовая ржавчина пшеницы, вызываемая *Puccinia triticina* Erikss., является одним из основных заболеваний в основных регионах мира, возделывающих пшеницу. Это одна из основных болезней пшеницы в Казахстане. Целью исследования было фенотипирование и генотипирование казахстанской картированной популяции рекомбинантных инбредных линий пшеницы (RIL) Almaly/Anza на устойчивость к *P. triticina*. Оценка устойчивости популяции пшеницы RIL в полевых условиях к *P. triticina* позволила ранжировать изучаемые генотипы по уровню устойчивости. Выявлено, что частота встречаемости устойчивых образцов пшеницы составила 50,8%, а восприимчивых к бурой ржавчине - 49,2%, т.е. соотношение группы устойчивых к восприимчивым к болезням генотипов было примерно одинаково. Генотипирование наиболее устойчивых в полевых условиях линий Almaly/Anza с использованием трех молекулярных маркеров, сцепленных с Lr генами, показало, что наиболее часто встречающимся геном, идентифицированным индивидуально или в комбинации с другими генами, был Lr1. Ожидаемый маркерный фрагмент, ассоциированный с Lr1, обнаружен у пяти исследованных линий. Маркер, сцепленный с Lr28, обнаружен у двух линий. Маркер, сцепленный с Lr34, выявлен у четырех RIL. Эти отобранные линии пшеницы также показали средний и высокий уровень устойчивости взрослых растений к бурой ржавчине. В результате исследования идентифицированы генотипы пшеницы, обладающие высокой устойчивостью к бурой ржавчине, что может способствовать повышению устойчивости пшеницы к патогену. Данные фенотипирования казах-

станской картирующей популяции пшеницы RIL Almaly/Anza на устойчивость к бурой ржавчине, полученные в данном исследовании, станут основой для последующего генотипирования и QTL-картирования этой популяции.

Ключевые слова: пшеница, бурая ржавчина, *Puccinia triticina*, гены устойчивости, молекулярные маркеры.

Introduction. According to FAO experts, the world's population will double by 2050. World grain production has been increasing in recent years, but the loss of wheat in the world from disease is about 10% of the potential yield (FAOSTAT data, 2016). Wheat leaf rust, caused by *Puccinia triticina* Erikss. (Ptr), is one of the major diseases in major wheat-growing regions of the world. It is one of the major diseases of wheat in Kazakhstan. Annual losses of yield in Kazakhstan from leaf rust are from 10 to 30%, and in the years of epiphytotic – up to 50%. In the period from 2001 to 2009, LR epidemics occurred in Northern Kazakhstan five times (2002, 2003, 2005, 2007 and 2009), and the loss of wheat yield on susceptible varieties reached 20-30% (Koishibayev, 2018; Morgounov et al, 2015). Resistance to Ptr helps to reduce production costs and protect the environment. Production of wheat in Kazakhstan and Russia is being constrained also by tan spot (Kokhmetova et al, 2018a, 2019a, 2019b, 2020, 2021a, 2021b; Kremneva et al, 2019, 2021), Septoria (Babkenova et al, 2020) and common bunt (Madenova et al, 2021). Dominant position, as a part of the pathogenic complex of wheat in Kazakhstan, is taken by rusts (yellow, stem, and leaf rust) (Sharma et al, 2013; Kokhmetova et al, 2018b, 2011, 2021c; Rsaliyev et al, 2018).

The diversity of Lr genes in wheat varieties is of great importance for the fight against epidemics of leaf rust in the region. However, resistance to leaf rust can be overcome by changing the virulence of new pathogen races (Kolmer et al, 2016). Therefore, the search and development of new donors of resistance is an important task for effective disease control.

Symptom-based phytopathological methods are not always effective for the development of varieties with resistance genes. Field evaluation is expensive, time-consuming and highly affected by environmental conditions. Incorporation of the resistance genes is an eco-friendly system that does not place any cost burden on the growers. Molecular markers associated with disease resistance will be a more effective way to identify disease resistance factors. The advent of relatively inexpensive, high throughput molecular marker platforms makes marker-assisted selection

(MAS) a viable approach to tracking resistance genes (Sharma-Poudyal et al., 2013).

The development of mapping wheat populations to map genes and quantitative trait loci (QTLs) that control disease resistance is an important step in breeding programs. The aim of this study is to phenotype and genotype the Kazakh mapping population of recombinant inbred wheat lines (RIL) Almaly/Anza for resistance to *Puccinia triticina*. Phenotyping data of the Kazakh mapping population of RIL Almaly/Anza wheat for resistance to leaf rust in this research will become the basis for subsequent genotyping and QTL mapping of the wheat RIL population.

In connection with the above, the aim of the research is to phenotype and genotype the population of recombinant inbred wheat lines Almaly/Anza for resistance to *Puccinia triticina*.

Research materials and methods. Objects of research is a collection of 205 recombinant inbred lines of wheat Almaly/Anza (RIL). This material was developed from crossing the winter wheat cultivar Almaly from Kazakhstan and Anza spring wheat cultivar from the United States based on of single-seed descent approach (SSD). This is the first mapping population developed in Kazakhstan. Parental forms are contrasted in terms of resistance to Ptr and productivity traits. This study assessed 205 RIL, which were evaluated for Ptr resistance in the field tests. Evaluation of field resistance to leaf rust was carried out under conditions of the Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing (KazNIIZiR), (Almalybak, 43°13'09" N, 76°36'17" E, Almaty region) in Southeast Kazakhstan, Almaty region, during 2020 cropping seasons. Experiments were conducted with a completely randomized design with two replicates in 1 m². The Ptr-susceptible cultivar Morocco was planted in every 10th row and as a spreader border around the nursery to ensure uniform infection. The growing conditions were favorable for the development of rust. Infection type and severity data were recorded according to the method developed at the CIMMYT (Roelfs et al., 1992). Five types of infection were evaluated, IT, including immune, resistant, moderately resistant, moderately susceptible and susceptible reactions. Field resistance was assessed at boot and milk stages, respectively (Peterson et al., 1948).

Genomic DNA was extracted from wheat at the two-leaf seedling stage for each genotype using the CTAB method (Riede et al., 1996). The presence of molecular markers to resistance genes Lr1 (pTAG), Lr28 (Wmc313) and Lr34/Sr57/Yr18 (csLV34) was determined as described by Feuillet et al. (1995), Vikal et al. (2004), and Lagudah et al. (2006) (Feuillet et al.,

1995; Vikal et al., 2004; Lagudah et al., 2006). Polymerase chain reaction (PCR) was carried out in accordance with the protocols described for each Lr gene in the references. PCR reactions were carried out in a Bio-Rad T100™ Thermal Cycler (Bio-RAD, Hercules, California, USA). The PCR mixture (25 µL) contained 2.5 µL of genomic DNA (30 ng), 1 µL of each primer (1 pM/ µL) (SigmaAldrich, St. Louis, MI, USA), 2.5 µL of dNTP mixture (2.5 mM, dCTP, dGTP, dTTP and dATP aqueous solution) (ZAO Sileks, Russia), 2.5 µL MgCl₂ (25 mM), 0.2 µL Taq polymerase (5 units µL) (ZAO Sileks, Russia), 2.5 µL 10X PCR buffer and 12.8 µL ddH₂O. PCR amplification was done using a Mastercycler (Eppendorf, Hamburg, Germany) with initial denaturation at 94°C for 3 min, 45 cycles: 94°C for 1 min, annealing at 60°C for 1 min, 72°C for 2 min, and final elongation at 72°C for 10 min. The PCR products were separated on 2% agarose gel in TBE buffer (45 mM Tris-borate, 1 mM EDTA, pH 8) with the addition of ethidium bromide. To determine the length of the amplification fragment, a 100-bp DNA ladder (Fermentas, Vilnius, Lithuania) was included. Results were visualized using the Gel Documentation System (Gel Doc XR+, BIO-RAD, Hercules, California, USA).

Results. A study of the Kazakhstan population of recombinant inbred lines of wheat Almaly/Anza for adult plant resistance to the *P. recondita* was carried out. The Almaly variety is a Kazakh variety of common winter wheat, developed by the KazNIIZiR in 2002, with a pedigree (R6862 x 50431) x Bezostaya1. It is widely used as a parent in breeding programs in Kazakhstan and Central Asian countries and cultivated as a commercial wheat variety. Almaly has a high yield potential and moderately high resistance to leaf, stripe and stem rust. It is a carrier of the Lr1, Lr28 and Lr34 genes (Table 1). The pedigree of the variety contains Bezostaya1, a carrier of the Lr34, Lr3a and Lr13 resistance genes (WheatCAP <https://maswheat.ucdavis.edu>). The Lr34 gene is also present in the second parent of recombinant inbred lines population, Anza (spring wheat), which is widely used in commercial breeding around the world. Anza, developed by the University of California (USA) in 1971, has high yield potential and is moderately resistant to a number of diseases, including leaf rust (WheatCAP <https://maswheat.ucdavis.edu>).

Table 1. Characterization of the resistance of parental cultivars of RIL Almaly/Anza to the *Puccinia triticina* and presence of Lr-genes.

Parental entries	Adult plant resistance	Presence of Lr-genes
♀ Almaly (winter wheat)	10MR-20MR	Lr1, Lr28, Lr34
♂ Anza (spring wheat)	30MR-30MS	Lr34

Evaluation of the adult plant resistance resistance of the wheat population RIL Almaly/Anza to Puccinia triticina in field conditions showed the following. A high level of resistance with infectious type IT – 0 was found in 84 lines of RIL Almaly/Anza, which amounted to 44.92%. Among them are the lines: 331-670, 332-671, 333-672, 334-673, 335-674, etc. (Table 2, Fig. 1). With a percentage of defeat 1-20%, i.e., 11 wheat genotypes (5.88%) were identified as moderately resistant to leaf rust with an assessment of “MR”: RIL Almaly/Anza-450-793, RIL Almaly/Anza-453-796, RIL Almaly/Anza-454-797, etc.

Table 2. Evaluation to leaf rust of the RIL Almaly/Anza (Almalybak, 2021).

Leaf rust resistant entries rated "0-R"	Moderately resistant to leaf rust entries rated "MR"	Moderately susceptible to leaf rust entries rated "MS"	Susceptible to leaf rust entries rated "S"
RIL Almaly/Anza-332-671, 333-672, 334-673, 335-674, 342-681, 344-683, 345-684, 355-694, 356-695, 357-696, 358-697, 360-699, 361-700, 363-702, 364-703, 368-707, 383-723, 387-728, 397-738, 398-739, 399-740, 400-742, 401-743, 402-744, 405-747, 408-750, 409-751, 410-752, 411-753, 412-755, 414-757, 415-758, 416-759, 417-760, 418-761, 422-765, 425-768, 426-769, 427-770, 428-771, 430-773, 432-775, 441-784, 442-785, 451-794, 455-798, 456-799, 457-800, 463-806, 464-807, 465-808, 466-809, 467-810, 475-819	RIL Almaly/Anza-331-670, 340-679, 341-680, 362-701, 367-706, 370-709, 381-721, 404-746, 469-812, 470-813, 483-827	RIL Almaly/Anza-337-676, 343-682, 346-685, 347-686, 348-687, 349-688, 350-689, 351-690, 352-691, 353-692, 359-698, 365-704, 366-705, 369-708, 371-710, 372-711, 373-712, 374-713, 375-714, 384-724, 385-726, 386-727, 388-729, 389-730, 390-731, 391-732, 392-733, 393-734, 394-735, 395-736, 396-737, 403-745, 406-748, 407-749, 419-762, 421-764, 423-766, 433-776, 437-780, 438-781, 439-782, 440-783, 443-786, 447-790, 450-793, 452-795,	RIL Almaly/Anza-376-715, 377-717, 378-718, 379-719, 380-720, 382-722, 424-767, 434-777, 435-778, 436-779, 444-787, 446-789, 448-791, 459-802, 460-803, 461-804, 481-825, 482-826

Table 2 continue

RIL Almaly/Anza- 477-821, 478-822, 484-828, 485-829, 486-830, 488-832, 489-833, 490-834, 491-835, 493-837, 494-838, 496-840, 497-841, 499-843, 502-846, 504-848, 508-852, 509-853, 511-855, 513-857, 514-859, 515-860, 519-865, 520-866, 521-867, 524-870, 528-874, 530-876, 531-877, 535-881	RIL Almaly/Anza 453-796, 458-801, 462-805, 468-811, 471-814, 472-815, 474-818, 476-820, 479-823, 480-824, 487-831, 500-844, 501-845, 503-847, 505-849, 506-850, 507-851, 510-854, 512-856, 516-862, 517-863, 518-864, 522-868, 523-869, 525-871, 526-872, 532-878, 533-879
---	--

Figure 1. Frequency of occurrence of wheat genotypes by reaction to leaf rust in the field

Thus, the carried out phytopathological screening in the population of recombinant inbred lines Almaly/Anza for resistance to leaf rust made it possible to rank the studied genotypes according to the level of adult plant resistance. It was found that the frequency of occurrence of resistant wheat entries (groups R, MR) was 50.8% (95 genotypes), and susceptible to leaf rust (groups MS, S) - 49.2% (92 genotypes). The ratio of the number of genotypes in the groups of resistant versus susceptible to the disease was approximately the same.

Genotyping of parental entries and the most resistant in the field RIL Almaly/Anza with three leaf rust resistance genes linked markers is shown in Table 3. The most frequent Lr gene, identified in the material studied individually or in combination, was Lr1. The expected marker fragment associated with Lr1 was found in 5 (45,4%) of the lines, including 398-739, 496-840, 515-860, 528-874 and 450-793. The marker linked to Lr28 was found in two (18,2%) lines (451-794 and 474-818). The marker linked to Lr34 was found in four (36,4%) RIL, including 513-857, 511-855, 510-854 and 501-845.

Table 3. Molecular screening for the Lr genes in recombinant inbred lines Almaly/Anza.

Entries	Molecular marker test			
	Lr1 (pTAG)	Lr28 (Wmc313)	Lr34 (csLV34)	Lr genes detected based on linked marker
♀ Almaly (winter wheat)	1	1	1	Lr1, Lr28, Lr34
♂ Anza (spring wheat)	0	0	1	Lr34

Table 3 continue

RIL Almaly/Anza				
398-739	1	0	0	Lr1
451-794	0	1	0	Lr28
513-857	0	0	1	Lr34
496-840	1	0	0	Lr1
511-855	0	0	1	Lr34
515-860	1	0	0	Lr1
528-874	1	0	0	Lr1
474-818	0	1	0	Lr28
510-854	0	0	1	Lr34
450-793	1	0	0	Lr1
501-845	1	0	1	Lr1, Lr34
AVOCET'S' (negative control)	0	0	0	0

Note: “1”, “0” – indicate the presence and absence allele of corresponding gene, respectively

The expected marker fragment associated with Lr1 was found in 5 (45,4%) of the 14 lines, including 398-739, 496-840, 515-860, 528-874 and 450-793. The marker linked to Lr28 was found in two (18,2%) lines (451-794 and 474-818). The marker linked to Lr34 was found in four (36,4%) RIL, including 513-857, 511-855, 510-854 and 501-845.

Discussion. As a result of the studies, leaf rust resistance in recombinant inbred wheat lines and their diversity in Lr genes were characterized. Leaf rust is one of the major problems for spring and winter wheat in Russia and Central Asia, including Kazakhstan (Morgounov et al, 2007; Rsaliev et al, 2011; Gulyaeva et al, 2018; Morgounov et al, 2020), and Ptr populations are diverse and highly virulent (Kokhmetova et al, 2021d). The evaluation of the adult plant resistance of the RIL Almaly/Anza in the field to leaf rust made it possible to rank the studied genotypes according to the level of resistance. It was found that the frequency of occurrence of resistant wheat samples (groups R, MR) was 50.8% (104 genotypes), and those susceptible to leaf rust (groups MS, S) - 49.2% (101 genotypes), i.e., the ratio of the group of disease-resistant to susceptible genotypes was approximately the same number.

In previous studies, the sources of Lr resistance genes (Lr19, Lr26, Lr37, Lr34, Lr1, Lr26, Lr34, Lr10, Lr37, Lr19, and Lr68 genes) were identified in winter wheat breeding material (Kokhmetova et al, 2021d; Yessenbekova et al, 2014). In this research, molecular screening of wheat entries showed differences in the frequencies of three important Lr genes.

In this study among the 11 entries, 5 carried resistance gene Lr1, 2 had Lr28 and Lr34 was found in 4 wheat lines.

Recent studies in Kazakhstan have shown that with the advent of new virulent races of the pathogen, many Lr genes have become ineffective (Kokhmetova et al, 2021d). Therefore, new knowledge about the mechanisms and genetic bases of resistance to this dangerous disease for Kazakhstan is needed. This study identified some wheat genotypes highly resistant to leaf rust that may contribute to the improvement of leaf rust resistance. Phenotyping data of the Kazakh mapping population of RIL Almaly/Anza for resistance to leaf rust obtained in this research will become the basis for subsequent genotyping and QTL mapping of the wheat RIL population.

Conclusion. The results of field phytopathological screening of 205 RIL Almaly/Anza to *Puccinia triticina* in field conditions allowed ranking the studied material according to the level of resistance. It was found that the frequency of occurrence of resistant wheat samples was 50.8% and those susceptible to leaf rust 49.2%, i.e., the ratio of the group of disease-resistant to susceptible genotypes was approximately the same number. Based on the results of molecular screening among the entries studied, 5 carried Lr1, 2 had Lr28 and Lr34 resistance gene was found in 4 wheat lines. Phenotyping data of the Kazakh mapping population of RIL Almaly/Anza for resistance to leaf rust will become the basis for subsequent genotyping and QTL mapping of this population.

Funding: *This work is supported by the Project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Grant №AP09258991 “Mapping of loci of quantitative traits associated with resistance to leaf rust in the population of recombinant inbred wheat lines from Kazakhstan” (2021-2023).*

Conflict of interest. *The authors declare no conflict of interest.*

Information about authors:

Alma Kokhmetova – Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; gen_kalma@mail.ru; Orchid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0186-7832>; Scopus Author ID: 36010765900; ResearcherID: M-6618-2015;

Angelina Malysheva – Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; malysheva_angelina@list.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9840-9570>;

Madina Kumarbayeva – Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; madina_kumar90@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5588-6772>;

Ardak Bolatbekova – Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; ardashka1984@mail.ru;

Asia Kokhmetova – Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; asia.k68@mail.ru.

REFERENCES

Babkenova S.A., Babkenov A.T., Pakholkova E.V., Kanafin B.K. (2020). Pathogenic complexity of septoria spot disease of wheat in northern Kazakhstan, *Plant Science Today*, 7(4):601–606. DOI:10.14719/pst.2020.7.4.798 (in Eng.).

Feuillet C., Messmer M., Schachermayr G., Keller B. (1995) Genetic and physical characterization of the Lr1 leaf rust resistance locus in wheat (*Triticum aestivum* L.), *Molecular Genetics and Genomics*, 248:553–562. DOI:10.1007/BF02423451 (in Eng.).

Gulyaeva E.I., Shaydayuk E.L., Shamanin V.P., Akhmetova A.K., Tyunin V.A., Shreyder E.R., Kashina I.V., Eroshenko L.A., Sereda G.A., Morgunov A.I. (2018) Genetic structure of Russian and Kazakhstani leaf rust causative agent *Puccinia triticina* Erikss. populations as assessed by virulence profiles and SSR markers, *Agricultural Biology*, 5:85–95. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.85eng (in Eng.).

Koishibaev M.K. (2018) *Wheat diseases*. FAO, Ankara. ISBN:978-92-5-130142-5

Kokhmetova A., Ali S., Sapahova Z., Atishova M.N. (2018a) Identification of genotypes – carriers of resistance to toxins Ptr ToxA and Ptr ToxB *Pyrenophora tritici-repentis* in collection of common wheat, *Vavilov journal of genetics and breeding*, 22(8):978-986. DOI 10.18699/VJ18.440. (in Russ).

Kokhmetova A., Atishova M., Kumarbayeva M., Leonova I. (2019a) Phytopathological screening and molecular marker analysis of wheat germplasm from Kazakhstan and CIMMYT for resistance to tan spot, *Vavilov journal of genetics and breeding*, 23(7):879-886. DOI 10.18699/VJ19.562 (in Russ).

Kokhmetova A., Atishova M., Madenova A., Kumarbayeva M. (2019b) Genotyping of wheat germplasm for resistance to toxins of tan spot *Pyrenophora tritici-repentis*, *Journal of Biotechnology*, 305:53. DOI:10.1016/j.jbiotec.2019.05.188 (in Eng.).

Kokhmetova A., Kovalenko N.M., Kumarbaeva M.T. (2020) *Pyrenophora tritici-repentis* population structure in the Republic of Kazakhstan and identification of wheat germplasm resistant to tan spot, *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 24:722–729. DOI:10.18699/VJ20.666 (in Russ.).

Kokhmetova A., Sehgal D., Ali S., Atishova M., Kumarbayeva M., Leonova I., Dreisigacker S. (2021a) Genome-wide association study of tan spot resistance in a hexaploid wheat collection from Kazakhstan, *Frontiers in Genetics*, 11:581214. DOI:10.3389/fgene.2020.581214 (in Eng.).

Kokhmetova A., Kumarbayeva M., Atishova M., Nehe A., Riley I.T., Morgounov A. (2021b) Identification of high-yielding wheat genotypes resistant to *Pyrenophora tritici-repentis* (tan spot), *Euphytica*, 217:97. DOI:10.1007/s10681-021-02822-y (in Eng.).

Kokhmetova A., Sharma R., Rsaliyev S., Galymbek K., Baymagambetova K., Ziyaev Z., Morgounov A. (2018b) Evaluation of Central Asian wheat germplasm for stripe rust resistance, *Plant Genetic Resources*, 16(2):178-184. DOI:10.1017/S1479262117000132 (in Eng.).

Kokhmetova A.M., Morgounov A., Rsaliyev Sh., Yessenbekova G., Tyupina L. (2011) Wheat germplasm screening for stem rust resistance using conventional and molecular techniques, *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 47: 146-154 (in Eng.).

Kokhmetova A., Rsaliyev A., Malysheva A., Atishova M., Kumarbayeva M., Keishilov Z. (2021c) Identification of stripe rust resistance genes in common wheat cultivars and breeding lines from Kazakhstan, *Plants*, 10:2303. DOI:10.3390/plants10112303 (in Eng.).

Kokhmetova A., Rsaliyev S., Atishova M., Kumarbayeva M., Malysheva A., Keishilov Z., Zhanuzak D., Bolatbekova A. (2021d) Evaluation of wheat germplasm for resistance to leaf rust (*Puccinia triticina*) and Identification of the Sources of Lr Resistance Genes Using Molecular Markers, *Plants*, 10(7):1484. DOI:10.3390/plants10071484 (in Eng.).

Kolmer J.A., Hughes M.E. (2016) Physiologic specialization of *Puccinia triticina* on wheat in the United States in 2014, *Plant Disease*, 100:1768-1773. DOI:10.1094/PDIS-12-15-1461-SR (in Eng.).

Kremneva O.Yu., Mironenko N.V., Volkova G.V., Baranova O.A., Kim Y.S., Kovalenko N. M. (2021) Resistance of winter wheat varieties to tan spot in the North Caucasus region of Russia, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(3):1787-1794. DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.12.021 (in Eng.).

Kremneva O.Yu., Volkova G.V., Kovalenko N.M. (2019) The Dynamics of the race structure of *Pyrenophora tritici-repentis* in the North Caucasus Region, *Mycology and phytopathology*, 53(4):246-253. DOI:10.1134/S0026364819040056 (in Russ.).

Lagudah E.S., McFadden H., Singh R.P., Huerta-Espino J., Bariana H.S., Spielmeier W. (2006) Molecular genetic characterization of the Lr34/Yr18 slow rusting resistance gene region in wheat, *Theoretical and Applied Genetics*, 114:21–30. DOI:10.1007/s00122-006-0406-z (in Eng.).

Madenova A., Sapakhova Z., Bakirov S., Galymbek K., Yernazarova G., Kokhmetova A., Keishilov Z. (2021) Screening of wheat genotypes for the presence of common bunt resistance genes, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(5):2816-2823 (in Eng.).

Morgounov A., Akin B., Demir L., Keser M., Kokhmetova A., Martynov S., Orhan Ş., Özdemir F., Özseven İ., Sapakhova Z., Yessimbekova M. (2015) Yield gain due to fungicide application in varieties of winter wheat (*Triticum aestivum*) resistant and susceptible to leaf rust, *Crop and Pasture Science*, 66:649-659. DOI:10.1071/CP14158(in Eng.).

Morgounov A., Pozherukova V., Kolmer J., Gulyaeva E., Abugalieva A., Chudinov V., Kuzmin O., Rasheed A., Rsymbetov A., Shepelev S. (2020) Genetic basis of spring wheat resistance to leaf rust (*Puccinia triticina*) in Kazakhstan and Russia, *Euphytica*, 216:170. DOI:10.1007/s10681-020-02701-y (in Eng.).

Morgounov A., Rosseeva L., Koyshebayev M. (2007) Leaf rust of spring wheat in Northern Kazakhstan and Siberia: Incidence, virulence, and breeding for resistance, *Australian Journal of Agricultural Research*, 58:847–853. DOI:10.1071/AR07086 (in Eng.).

Peterson R.F., Champbell A.B., Hannah A.E. (1948) A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals, *Canadian Journal of Research*, 26:496–500 (in Eng.).

Riede C.R., Anderson J.A. (1996) Linkage of RFLP markers to an aluminum tolerance gene in wheat, *Crop Science*, 36:905–909 (in Eng.).

Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E. (1992) Rust diseases of wheat: concept and methods of disease management. CIMMYT, Mexico, DF, USA. ISBN: 968-6127-47-X.

Rsaliev S., Kokhmetova A.M., Sedlovsky A., Rsaliev A., Tileubaeva Z.S., Tyupina, L.N., Esenbekova G.T., Atishova M.N., Agabaeva A.C. (2011) Catalog of varieties and samples of wheat with genes for resistance to leaf rust. Guidelines: Almaty, Kazakhstan.

Rsaliyev A.S., Rsaliyev Sh.S. (2018) Principal approaches and achievements

in studying race composition of wheat stem rust, Vavilov journal of genetics and breeding,22(8):967-977. DOI:10.18699/VJ18.439 (in Russ.).

Sharma R.C., Rajaram S., Alikulov S., Ziayev Z., Hazaratkulova S., Khordarahami M., Nazeri S.M., Belen S., Khalikulov Z., Mosaad M., Kaya Y., Keser M., Eshonova Z., Kokhmetova A., Ahmedov M.G., Jlal Kamali M.R., Morgounov A.I. (2013) Improved winter wheat genotypes for Central and West Asia, Euphytica, 190(1): 19-31. DOI 10, 1007/s10681-012-0732-y (in Eng.).

Sharma-Poudyal D., Chen X.M., Wan A.M., Zhan G.M., Kang Z.S., Cao S.Q., Jin S.L., Morgounov A., Akin B., Mert Z. (2013) Virulence characterization of international collections of the wheat stripe rust pathogen, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, Plant Disease, 97:379–386. DOI:10.1094/PDIS-01-12-0078-RE (in Eng.).

Vikal Y., Chhuneja P., Singh R., Dhaliwal H.S. (2004) Tagging of an *Aegilops speltoides* derived leaf rust resistance gene Lr28 with a microsatellite marker in wheat, Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology, 13:47–49. DOI:10.1007/BF03263190 (in Eng.).

Yessenbekova G., Kokhmetova A., Madenova A., Amanov O., Dutbayev Y., Kampitova G. (2014) Identification of Lr34/Yr18 gene in wheat germplasm in Kazakhstan. Proceedings of the 2014 APS-CPS Joint meeting, Minneapolis, MN, USA, P. 9–13.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 61-74

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.148>

ӘОК 663.5

ҒТАМР 55.63.47

А. Нурдаулетова*, Г.И. Байгазиева, Н.Б. Батырбаева

Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: arailym.nurdauletova@mail.ru

ГИДРОБИОНТ ТҰНБАЛАРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АРАҚТЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН АРТТЫРУ

Аннотация. Қазіргі заманауи қоғамда ликер – арақ сусындар, әсіресе арақ, спирттік сусындар сияқты өте танымал және сұранысқа ие. Сондықтан жақсы спирттік сусындарды өндіру денсаулық қауіпсіздігінің маңызды және өзекті аспектілерінің бірі болып тұр. Қатты бәсекелестік жағдайында өндірушілер технологиялық процестерді жақсартудың әр түрлі нұсқаларын пайдалана отырып, өз өнімдерінің сапасын жақсартуға ұмтылады, өйткені өнімнің жоғары сапасы мен қауіпсіздігі кәсіпорынның тиімді жұмыс істеуінің негізгі критерийлері болып табылады. Осыған байланысты ликер – арақ өндірісі алдында өнімдердің биологиялық белсенділікті арттыру, улылығын төмендету, қауіпсіздігін арттыру, спирттік сусындардың тұрақтылығын жоғарлату мәселесі тұр. Ұсынылған зерттеулерде гидробионттардың тұнбаларын қолдану арқылы арақтың функционалдық қасиеттерін арттыру мүмкіндігі зерттелді. Тұнбалар, теңіз шөбі – зостера; мидиядан алынған қышқыл гидролизаты; жасыл балдырлар – ульва; қызыл балдырлар – филофорлардан дайындалған. Тұнбалар сұрыптауға келесі сандық қатынаста енгізілді: балдырлар, теңіз шөптері – 2%, мидия гидролизаты – 0,5%. Арақ өнімдерінің сапасы зерттелетін ерітіндідегі альдегидтердің, сивуш майларының, күрделі эфирлердің және метил спиртінің мөлшеріне байланысты анықталады. Талдау нәтижелері алынған сусындардың барлық түрлерінің химиялық көрсеткіштері қалыпты және арнайы арақтардың қолданыстағы мемлекеттік стандартқа сәйкес келетінін көрсетті. Әрі

қарай дайындалған өнімдерде биологиялық қасиеттерін анықтау үшін кальцийдің, темірдің құрамын, дәрумендердің, полисахаридтердің болуын, пектин мен ақуыздық заттардың құрамы зерттелді. Алынған нәтижелер гидробионттардан тұнбаларды қолдану жоғары биологиялық белсенділігі бар арақ алуға мүмкіндік береді деген қорытынды жасауға болады.

Түйін сөздер: арақ, гидробионт, тұрақтылық, тұнба, биологиялық белсенді қоспалар.

А. Нурдаулетова*, Г.И. Байгазиева, Н.Б. Батырбаева

Алматынський технологический университет, Алматы, Қазақстан.

E-mail: arailym.nurdauletova@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВОДКИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НАСТОЕВ ГИДРОБИОНТОВ

Аннотация. В современном обществе спиртные напитки, такие как водка, ликеро-водочные изделия являются достаточно популярными и востребованными продуктами. Поэтому производство доброкачественных спиртных напитков относится к числу актуальных и важнейших аспектов безопасности здоровья. В условиях жесткой конкуренции производители стремятся к повышению качества выпускаемой продукции, используя различные варианты совершенствования технологических процессов, так как высокое качество и безопасность производимой продукции являются основными критериями эффективной работы предприятия. В связи с этим перед производством стоит вопрос о повышении биологической активности, снижения токсичности, повышения безопасности, увеличения стабильности спиртных напитков. В представленных исследованиях изучена возможность повышения функциональных свойств водки с применением настоев гидробионтов: травы морской - зостеры; кислотного гидролизата из мидий; зеленой водоросли - ульвы; красной водоросли - филлофоры. Настои вводились в сортировку в следующем количественном соотношении: водоросли, морская трава —2%, гидролизат мидийный - 0,5%. Качество водочных изделий определяется относительно содержания альдегидов, сивушных масел, сложных эфиров и метилового спирта в исследуемом растворе. Результаты анализа свидетельствуют о том, что химические показатели всех видов полученных напитков находятся в норме и соответствуют

действующему ГОСТу для водок особых. Далее в разработанных изделиях для установления биологических свойств изучали содержание кальция, железа, наличие витаминов, полисахаридов, содержание пектиновых и белковых веществ. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что использование настоев из гидробионтов, позволяет получить водку с высокой биологической активностью.

Ключевые слова: водка, гидробионт, стабильность, настои, биологически активные добавки.

A. Nurdauletova*, G.I. Baigaziev, N.B. Baturbaeva

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: arailym.nurdauletova@mail.ru

INCREASING THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF VODKA WITH THE APPLICATION OF HYDROBIONTS INFUSIONS

Abstract. In modern society, alcoholic beverages such as vodka, alcoholic beverages, are quite popular and in demand products. Therefore, the production of benign alcoholic beverages is one of the most important and relevant aspects of health safety. In the conditions of fierce competition, manufacturers strive to improve the quality of their products, using various options for improving technological processes, since the high quality and safety of products are the main criteria for the effective operation of the enterprise. In this regard, the production is faced with the issue of increasing biological activity, reducing toxicity, increasing safety, and increasing the stability of alcoholic beverages. In the presented studies, the possibility of increasing the functional properties of vodka with the use of infusions of hydrobionts was studied: sea grass - zosteria; acid hydrolyzate from mussels; green algae - ulva; red algae - phyllophores. Infusions were introduced into sorting in the following quantitative ratio: algae, sea grass - 2%, mussel hydrolyzate - 0.5%. The quality of vodka products is determined in relation to the content of aldehydes, fusel oils, esters and methyl alcohol in the test solution. The results of the analysis indicate that the chemical indicators of all types of drinks obtained are normal and correspond to the current document for special vodkas. Further, in the developed products, to establish the biological properties, we studied the content of calcium, iron, the presence of vitamins, polysaccharides, the content of pectin and protein substances. The results obtained allow

us to conclude that the use of infusions from aquatic organisms makes it possible to obtain vodka with high biological activity.

Key words: vodka, hydrobiont, stability, infusions, biologically active additives.

Кіріспе. Ішкі тұтыну нарығында ұсынылатын өнімдердің кең ассортиментін ескере отырып, алкогольдік ішімдіктерді өндірудің заманауи жағдайында жеке технологиялық операциялармен қоса жалпы барлық процесті жетілдірудің маңызды рөлі бар (Вагабов, 2001; Prentice, 2016).

Дәстүрлі технологиялық әдістерді қолдану барлық кезде де физикалық-химиялық және органолептикалық көрсеткіштерге, қолданыстағы нормативтік құжаттарға сәйкес дайын өнім алуға мүмкіндік бере бермейді.

Алкогольдік ішімдік өнімдерінің сапасын жоғарылатуда қабылданған шаралардың тенденциясы сулы-спиртті қоспаларды өңдеудің жаңа әдістерін, әртүрлі ингердиенттерден дайындалған сусындардың органолептикалық сапасын жақсарту үшін қолдану, сусынға кристал тазалық, мөлдірлік және т.б. беру үшін жаңа сүзгілерді қолдануға бағытталған (Абрамова, 2016; Nose, 2021).

Соңғы уақытта арақ дайындау үшін биологиялық белсенді қасиеттері бар әртүрлі компоненттерді пайдалану даму үстінде. Ликер-арақ өнімдерін өндіруге ұсынылатын тағамдық қоспалардың ассортименті тұрақты дамуда болғандықтан, ғалымдар жоғары сапалы арақ жасау технологиясында жаңа компоненттерді пайдалану мүмкіндіктері туралы жүйелі түрде зерттеулер жүргізуде (Поляков, 2017; Абрамова, 2018; Поляков, 2018). Өкінішке орай, кеңінен қолданылатын белсендірілген көмірмен өңдеу сорбенттің сорбциялық қабілетінің жеткіліксіздігіне байланысты көрсетілген компоненттерді шағын концентрацияда қосуға мүмкіндік береді. Нәтижесінде сусынның биологиялық белсенді заттармен байытылуына қол жеткізілмейді (Поляков, 2014).

Жоғарыда айтылғандардың негізінде бүгінгі күні қолданылатын технологиялық әдістердің жетілдірілмегендігін және қолданыстағы МемСТ-қа сәйкес келетін, сондай-ақ қазіргі заманғы бағыттағы арақ алуда дайын сусын алуға мүмкіндік беретін жаңа әдістерді әзірлеу қажеттілігі туралы болжам жасауға болады. Бұл мақала арақ өндірісінде сусынның сапасына әсер ететін факторлар, жүретін процесстерді зерттеу, сонымен қатар биологиялық белсенділігі жоғары алкогольдік сусындардың ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік беретін жаңа шикізаттың түрін қолданып арақ технологиясын жасауға арналған.

Белсенді сорбентпен өңделген немесе өңделмегеніне қарамастан, таза сулы-спирт қоспасын жиі қолдану адам ағзасы үшін жағымсыз салдарға әкелуі мүмкін екендігі даусыз. Осыған байланысты бүгінгі күні өндірушінің міндеті биологиялық белсенді қоспаларды (ББК) пайдалана отырып, этил спиртінің метаболизмі өнімдерінің улы әсерін төмендететін технологияны дайындау болып табылады. ББК – дайын арақтың сапасын негіздейтін заттарды қоса алғанда, бірнеше жүздеген әртүрлі қосылыстарды қамтитын көп компонентті қоспалар. Тағамдық қоспалар ретінде органикалық қышқылдарды, көмірсу кешендерін, қышқылдарды, өсімдік шикізатын қолдануға болады.

Қоспалар белсендірілген көмірмен өңдеуге дейін де, одан кейін де енгізіледі. Қоспаларды енгізу қолданылатын шикізаттардың тұнбалары немесе сірінді түрінде іске асырылады. Арақтардың құрамдас бөліктерін мұқият таңдау - бұл арақтардың сапасына да, қауіпсіздігіне де әсер ететін күрделі мәселе (Поляков, 2018; Шинтасова, 2015).

Арақ өндіру технологиясының жаңа бағыты – олардың сапасын жақсарту үшін гидробионттарды қолдану. Гидробионттардың бірегей құрамы мен биологиялық белсенді заттардың болуы оларды қолданудың кең ауқымын анықтайды. Бұл тағам өнімдерін физиологиялық белсенді заттармен байыту үшін перспективалы шикізат болып табылады. Құрамында дәрумендердің, макро және микро элементтердің бүкіл кешені бар табиғи шикізат, экологиялық тұрғыдан қауіпсіз және қасиеттерін өзгертпестен тағаммен үйлесімді болады (Потишук, 2007; Averina, 2011).

Зерттеудің нысандары мен әдістері. Жұмыста зерттеу нысаны ретінде қолданылды:

- «Вымпел Group» ликер арақ зауытынан алынған жас коньяк спирті;
- «Талғар спирті» ЖШС өндіретін ең жоғары тазалықтағы (астық) тағамдық этил спирті;
- «Тараз спирті» ЖШС өндіретін ең жоғары тазартылған (меласса) тағамдық этил спирті;
- Техникалық спирт.

Эксперимент жүргізуде жұмсартылған су; клиноптилолит; БАУ маркалы белсендірілген көмір; бентонит; палыгорскит; балдырлар-ульва; балдырлар-филлофоралар; теңіз шөптері - зостер; мидия гидролизаты қолданылады.

Эксперименттік зерттеулер ЖШС «Вымпел Group» ликер арақ зауытының базасында «Технохимиялық бақылау» зертханасында жүргізілді.

Кальцийдің құрамын анықтау. Әдіс қаныққан аммоний оксалатының әсерінен зерттелетін ерітіндіден кальций иондарын тұнбаға түсіріп, кейін тұнбаны сульфат қышқылында ерітуге негізделген. Алынған ерітінді калий перманганатымен титрленеді.

Қос валентті темірдің құрамын анықтау. Темірді анықтау әдісі Fe-ның қызыл қан тұзымен (калий гексацианоферратымен) қышқыл ортада әрекеттесуіне негізделген, нәтижесінде ашық көк түсті (турбулева синь) күрделі тұз түзіледі. Түс қарқындылығы темірдің құрамына қарағанда пропорционалды.

Зерттеу нәтижелері. Белгілі технологиялар үшін бейімделген және қосымша құрылғыларды әзірлеуді қажет етпейтін рецепт жасау мақсатында келесі әдістер ұсынылады.

Гибриобионт тұнбаларын алу 14 күн бойы 20-22°C температурада құрғақ шикізатты 65 кол.% күші бар сулы-спирт ерітіндісімен 6% концентрацияда бір реттік экстракциялау арқылы жүзеге асырылды.

Шикізат ретінде келесі гидробионттар пайдаланылды: теңіз шөптері - зостер; мидиядан алынған қышқыл гидролизаты; жасыл балдырлар - ульва; қызыл теңіз балдыры - филлофора.

Тұндырудан кейін сулы-спирттік фракцияны және экстракцияланған шикізатты бөліп шығарады, олар кәдеге жаратуға жіберіледі. Алынған тұнба технологиялық қажеттіліктерге пайдаланылады.

ББҚ пайдалану арқылы арақ өндірісіндегі негізгі кемшілік дәстүрлі технологиямен қамтамасыз етілген белсендірілген көмірді өңдеу дайын өнімнің сапалық сипаттамаларын төмендететін ингредиенттермен енгізілген барлық жағымсыз компоненттерді алып тастамайды. Өндірушіге тағамдық қоспаларды аз мөлшерде және этанолдың ыдырау өнімдерінің адам ағзасына теріс әсерін жұмсартатын заттардың төмен концентрациясының нәтижесінде қолдануға не мәжбүрлейді. Осыған байланысты ингредиенттерді алдын ала енгізіп, сұрыптауды клиноптилолитпен толтырылған колонка арқылы тазарту ұсынылды.

Осының негізінде арнайы арақтар класына жатқызуға болатын күшті сусын алынды және ол осы өнім түріне қолданылатын МемСТ-тың барлық талаптарына сәйкес келеді.

Жоғары дәмдік рейтингі бар сусын алу үшін енгізілген ингредиенттердің мөлшерлік қатынасын таңдау органолептикалық жолмен жүргізілді.

Тұнба сұрыптауға келесі мөлшерлік қатынаста енгізілді:

Балдырлар, теңіз шөптері - 2%.

Мидия гидролизаты - 0,5%.

Алынған ерітінділердің түсі жеңіл сабаннан ақшыл шамға дейін өзгерді. Су-спирт қоспасын клиноптилолитпен толтырылған колонкада өңдеу түссіз дайын өнімді алуға мүмкіндік береді.

Арақ өнімдерінің сапасы зерттелетін ерітіндідегі альдегидтердің, сивуш майларының, күрделі эфирлердің және метил спиртінің мөлшеріне байланысты анықталады (1 кесте).

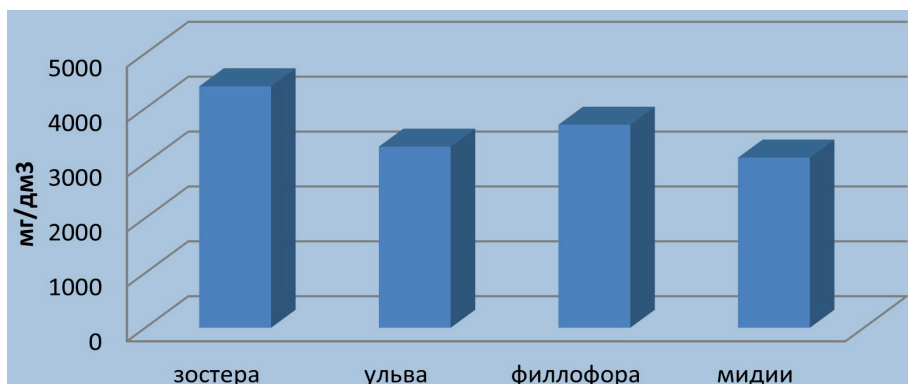
1 кесте – Арақтардың физикалық-химиялық көрсеткіштері

Гидробионт түрі	Массалық концентрация, мг/дм			Метил спиртінің көлем үлесі, көл. %
	Альдегидтер	Сивуш майлары	Күрделі эфирлер	
Зостера	4,96	5,51	11,02	0,01
Ульва	7,68	6,32	12,71	0,015
Филлофора	5,74	4,89	12,62	0,015
Мидия гидролизаты	5,03	5,25	12,92	0,01

Зерттеудің келесі кезеңінде ұсынылған арақтардың тағамдық құндылығына гидробионт ерітінділерінің әсері зерттелді.

Кальций мөлшері. Гидробионттің, соның ішінде балдырлардың құрамында кальций, екі және үш валентті темір және т.б. сол ияқты әртүрлі микроэлементтер болатыны белгілі.

Кальций әртүрлі процестерде түзілу процестеріне қатысады: бірқатар ферменттердің белсендірілуі, жасуша мембранасының өткізгіштігін реттеуде және т.б. маңызды рөл атқарады. Сондай-ақ ол жүрек жұмысын реттеуге және жүйке импульстарын беруге қатысады, қан қысымының төмендеуге көмектеседі. Кальций құрамы бойынша арақтардың талдауы 1-суретте көрсетілген.



1 сурет. Гидробионт зостер мен ульва тұнбалары қосылған арақтардағы кальцийдің мөлшері (мг/дм³)

Темір мөлшері. Әдеби деректерді талдауда, темір-сусынның тұрақтылығына, оның түсі мен мөлдірлігіне жауапты болумен қатар, адам ағзасында маңызды қызметтерді де атқаратыны белгілі болды. Атап айтқанда, иммундық жүйені қолдайтын көптеген ферменттердің белсенділігіне жауап береді.

Екі және үш валентті темірді анықтау- қызығушылық тудырады. Жүргізілген химиялық талдаулардың нәтижесінде алынған мәліметтер өңделіп, 2-кестеде көрсетілген.

2 кесте – Арақтағы екі және үш валентті темірдің (мг/дм³) мөлшері

Минерал	Гидробионт түрі, мг/дм ³			
	Зостер	Ульва	Филлофора	Мидия
Екі валентті темір	6.0	2.5	4.7	,1
Үш валентті темір	2.2	бір	2.9	0,9

Дәрумендердің мөлшері. Дәрумендер – адам ағзасының барлық мүшелері мен жүйелерінің қалыпты жұмыс істеуі үшін қажетті заттар. Ферменттер, коферменттермен қатар, дәрумендер метоболизм мен биохимиялық процестерді реттеуге қатысады. Дәрумендер тамақтың микро өнімдері ретінде қарастырылады, өйткені ақуыз, май, көмірсу және су сияқты заттармен салыстырғанда адам ағзасы салыстырмалы түрде аз мөлшерде пайдаланады.

Бұл жұмыста С дәрумендерінің мөлшеріне және А, Е, Р, В₂, В₆ дәрумендерінің сапасына анықтау жүргізілді.

С дәрумені – стресске қарсы гормондар мен интерферон өндірісіне ықпал ететін күшті антиоксидант.

Соңғы деректерге сәйкес С дәрумені Е дәруменімен синергизмге ие. Е дәрумені жасуша мембраналарындағы қауіпті бос радикалдар үшін «тұзақ» болып табылады, ал С дәрумені сияқты, биологиялық сұйықтықтардағы бос радикалдарға С дәрумені шабуыл жасайды. Бұл дәрумендер антиоксиданттық белсенділік спектрін өзара арттырады.

Гидробионт сығындылары қосылған арақтардың құрамында дәрумендердің болуына жүргізілген зерттеу жұмыстарынан алынған нәтижелер 3-кестеде келтірілді.

3 кесте – Арақтардың құрамындағы дәрумендердің мөлшері

Дәрумендердің атауы, мг / 100 мл	Зостер	Ульва	Филлофора	Мидия
С дәрумені, (аскорбин қышқылы)	2.56	1.21	3.12	0,9
А дәрумені (ретинол)	-	-	0,51	3.72
Е дәрумені (токоферол)	3.70	1.26	2.02	1.76
Р дәрумені (цитрин)	2.05	1.79	1.25	2.58

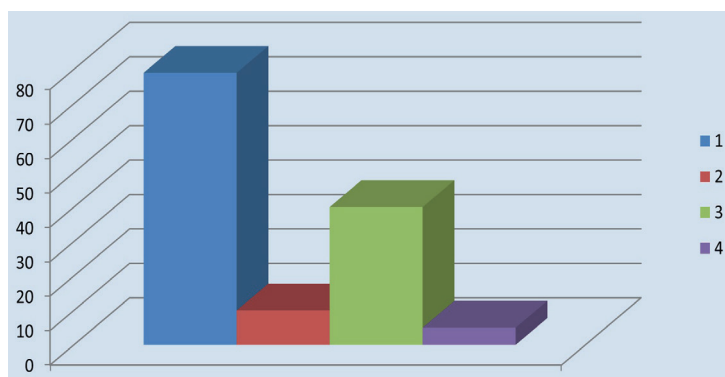
B_2 дәрумені (рибофлавин)	2.36	0,46	0,39	1.82
B_6 дәрумені (пиридоксин)	4.19	1.98	0,89	1.55

Пектинді заттардың құрамы. Әдеби деректерден гидробионттың пектин тектес заттарға бай екендігі белгілі, олар өз кезегінде пектин сияқты қасиеттерге ие, яғни қоректік заттардың, соның ішінде көмірсулардың сіңуін баяулатады. Сондай-ақ металдар мен токсиндерді жоюға ықпал етеді, сәулелік терапияның жанама әсерлерін аз айтады және холестерин деңгейін төмендетеді.

Гидробионттар – пектин тәрізді заттар негізінен проуреанидтер немесе гетерополисахаридтер болып табылатын альгин қышқылдарымен ұсынылған.

Пектингә ұқсас заттардың пектингә қарағанда артықшылығы-олар гидролизде метил спиртіне дейін ыдырамайды, бұл олардың құрылымына байланысты.

Арақтардың құрамындағы пектинді заттарды анықтауға жүргізілген химиялық талдаулардың нәтижелері олардың бар екендігін көрсетеді, ол мәліметтерді 2-суретте байқауға болады.

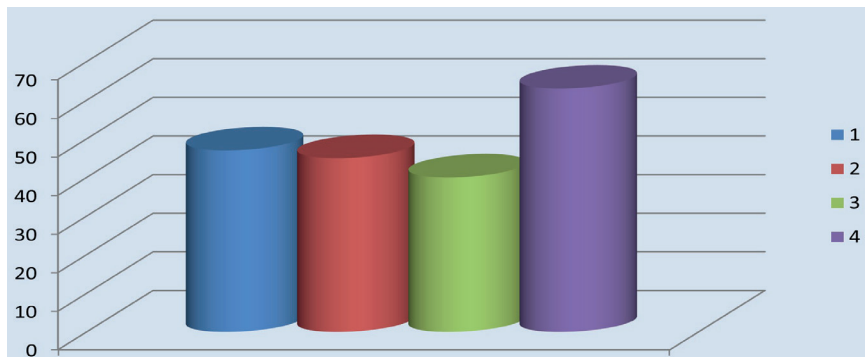


1-зостера, 2-ульва, 3-филлофора, 4- мидиялар

Сурет 2. Гидробионт тұнбасын қосу арқылы алынған арақтардағы пектиндік заттардың мөлшері (мг/дм³)

Ақуыздық заттардың құрамы. Ең ірі жануарлардан ең кішкентай микробқа дейінгі кез келген тірі организм ақуыздардан тұрады. Ақуыздар құрылымдық химиялық бірліктер немесе «құрылыс кірпіштері» болып табылатын аминқышқылдарын құрайды. Ағза үшін аминқышқылдарының маңыздылығы ақуыздардың барлық өмірлік процестерде атқаратын орасан зор рөлімен анықталады. Ақуыздардың әртүрлі түрлері тірі микроорганизмдердегі барлық процестерге қатысады.

Біз гидробионттардың құрамында ақуыз заттар бар деп есептейміз, осы болжамға байланысты бізді қызықтыратын заттар тобын анықтау үшін арақ үлгілеріне талдау жүргізілді. Зерттеу нәтижелері өңделіп 3 суретте көрсетілген.

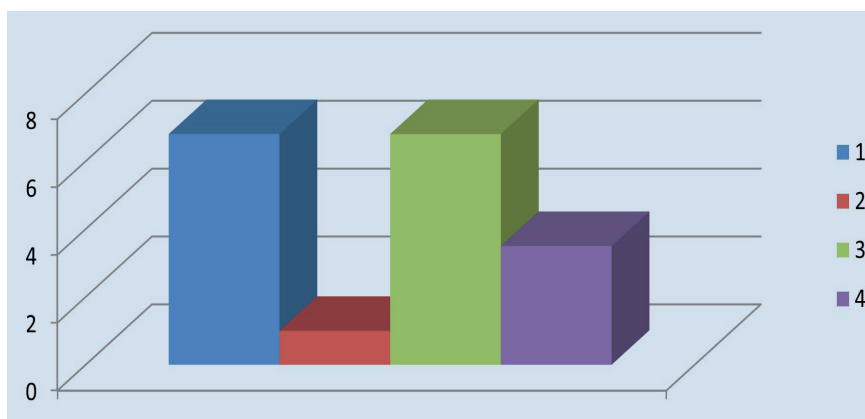


1-зостера, 2-ульва, 3-филлофора, 4- мидия

Сурет 3. Зерттелетін үлгілердегі ақуыздық заттардың мөлшері (мг/дм³)

Полисахаридтердің құрамы. Гидробионт полисахаридтерінің құрамы айтарлықтай әртүрлі болып келеді. Полисахаридтер гидрофильдік қасиеттерге ие және биологиялық белсенділіктің жеткілікті кең спектрімен сипатталады. Каррагинин тұмау вирустарын тежейді. Агар, агароид, каррагин және сульфатталған ламинарин қанның ұю уақытын азайтатын антикоагулянттық фактор көрсетеді.

Бұл жұмыста полисахаридтердің жалпы мөлшері анықталды. Алынған нәтижелер 4-суретте көрсетілген.



1-зостера, 2-ульва, 3-филлофора, 4-мидия

4 сурет. Гидробионт тұнбасы қосылған арақ үлгілеріндегі полисахаридтердің мөлшері (мг/дм³)

Талқылау. 1 кестеде келтірілген талдау нәтижелері алынған сусындардың барлық түрлерінің химиялық көрсеткіштері қалыпты және арнайы арақтар үшін қолданыстағы МемСТ-қа сәйкес келетінін көрсетеді.

1-суретте кальцийдің ең жоғары мөлшері зостера және филлофлора тұнбалары қосылған арақта табылғанын көрсетеді, қалған екеуінде зерттелетін заттың мөлшері аздап төмен. Зерттелген 2 кесте нәтижелері екі және үш валентті темірдің ең көп мөлшері зостера және филлофора тұнбалары қосылған сусындардың құрамында екендігі анықталды.

3-кестеде филлофорадан тұнба жасау арқылы алынған арақтың дәрумендерге бай екендігі көруге болады. 2-суретте арақтарда пектиндік заттардың бар екендігі көрсетілген, атап айтқанда, ең көп мөлшерде зостер тұнбасында ($87,1 \text{ мг/дм}^3$), мидия гидролизатын қосқан өнімде ең аз мөлшері ($12,2 \text{ мг/дм}^3$) табылған.

3-суретте зерттелген үлгілердің ақуыздық заттарға бай екендігі көрсетілген және мидия гидролизаты қосылған нұсқада ең жоғары көрсеткіш тіркелген. 4-суреттен полисахаридтердің ең көп мөлшері зостер және филлофор тұнбасы қосылған үлгілерде, ал ең азы ульва тұнбасы бар үлгіде болатынын көруге болады.

Алынған мәліметтерді талдау барысында гидробионт тұнбаларын қолданып, сондай-ақ клиноптилолитпен сұрыптауды өңдеу биологиялық белсенділігі жоғары арақ алуға мүмкіндік беретінін айтуға болады.

Қорытынды. Арақ – суды спиртпен араластырып, әрі қарай оларды белсенді сорбент қабатымен өңдеу арқылы алынатын өнім.

Арақтың физикалық-химиялық көрсеткіштерінің өзгеруі сусынды өндірудің барлық кезеңінде болады.

Алынған мәліметтер негізінде шикізаттың перспективалық түрі – гидробионттарды пайдалана отырып, арақ алудың технологиялық процесінің схемасы ұсынылды. Гидробионттар биологиялық белсенді заттардың тасымалдаушысы болып табылады. Дайын сусынның құрамында дәрумендер, микроэлементтер, ақуыз, пектин заттары және полисахаридтердің мөлшері анықталды.

Ұсынылып отырған технология гидробионт тұнбаларын алып оларды технологиялық процесте қолдануды қарастырады. Технологиялық процестің нәтижесінде алынған схема метаболизм өнімдерінің адам ағзасына кері әсерін азайтуға мүмкіндік беретін биологиялық белсенді қасиеттері бар арақ өндіруді қарастырады.

Information about authors:

Nurdauletova Arailym – master’s degree student at the Almaty Technological University, e-mail: zhanerke.b@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4846-1530>;

Baigaziyeva Gulgaisha – PhD, associate professor, Department of Technology of bread products and processing industries, Almaty Technological University, e-mail: bgulgaishailias@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9163-4767>;

Batyrbayeva Nurgul – PhD, associate professor, Department of Technology of bread products and processing industries, Almaty Technological University, e-mail: alua_01.02.03@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8258-5353>.

ӘДЕБИЕТТЕР:

Абрамова И.М., Медриш М.Э., Гаврилова Д.А., Павленко С.В. Роль ионной хроматографии в контроле качества спиртных напитков//Тамақ өнеркәсібі. 2016. №3.- Б. 54-57.

Абрамова И.М. Оценка возможности применения комплексных пищевых добавок при конструировании рецептур новых видов водок с целью снижения их токсичности // “Биотехнология: жағдайы және даму перспективалары” халықаралық форумы, Мәскеу, 23-25 мамыр, 2018.- Б.33-36.

Вагабов М.-З.В., Ибрагимова Н.У., Аминов М.С., Вагабова З.М.-З., Рамазанов А.Ш., Селимханова С.Г., Ибрагимов Р.А. Использование дикорастущего плодового-ягодного сырья Дагестана в ликеро-водочном производстве // Известия вузов. Тамақ технологиясы. 2001. №2-3.

МЕМСТ Р 51821-2001. Водки и водки особые. Метод определения массовой концентрации катионов калия, натрия, аммония, кальция, магния, стронция и анионов фторидов, хлоридов, нитратов, нитритов, фосфатов и сульфатов с применением ионной хроматографии // М.: Стандартиформ, 2001.- 21 б.

МЕМСТ13195-73. Вина, виноматериалы, коньяки и коньячные спирты. соки плодово-ягодные спиртованные. Метод определения железа//М.: Стандартиформ, 2008.- 8 б.

Поляков В.А. К вопросу о влиянии комплексных пищевых добавок на ионный состав водок и их органолептические показатели// Ауыл шаруашылығы шикізатын сақтау және қайта өңдеу.-2017.-№8.-Б.21-26.

Поляков В.И. Перспективные пищевые ингредиенты в технологии высокосортных водок// Сыра және сусындар.- 2017.- №4.- Б. 56-59.

Поляков В.А., Абрамова И.М. Исследование влияния новых комплексных пищевых добавок на ионный состав водок и их органолептические показатели // Тамақ өнеркәсібі.- 2018. -№9.-Б. 35-41.

Поляков В.А., Абрамова И.М. Применение новых активных углей на основе растительного сырья в производстве высокосортных водок // Сыра және сусындар.-2014. -№4.-Б. 22-30.

Поляков В.А., Головачёва Н.Е. Влияние новых комплексных пищевых добавок на качество водок и их безопасность // Тамақ өнеркәсібі.-. 2018. -№2. – Б. 45-51.

Потишук Л.Н., Каленик Т.К., Елисеева Т.И., Сафина И.Н. Технология использования экстрактов бурых водорослей в производстве водок особых // Известия вузов. Тамақ технологиясы.- 2007. -№4. – Б. 22-30.

Шинтасова С.М., Байгазиева Г.И.. Пищевые и биологически активные добавки, используемые при производстве водки особой// Том 48 № 2 (2011): Қазуу Хабаршысы. Биологиялық Серия, 2015.- Б.274-277.

Averina E.S., Kutuyev I.A.. Perspectives on the use of marine and freshwater hydrobiont oils for development of drug delivery systems//Biotechnology Advances, Volume 29, Issue 5, 2011,P. 548-557. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.01.009>.

Nose A., Murata T., Shoji H. Effects of solutes on the alcohol-stimulative taste of vodkas // Food Chemistry,Volume 340,2021.-P. 87-95.<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128160>.

Prentice C., Handsjuk N. Insights into Vodka consumer attitude and purchasing behaviors // Journal of Retailing and Consumer Services, Volume 32, 2016, P. 7-14. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.05.009>.

REFERENCES:

Abramova I.M., Medrish M.E., Gavrilova D.A., Pavlenko S.V. The role of ion chromatography in quality control of alcoholic beverages // Food industry. 2016. No. 3.- p.54-57).

Abramova I.M. Evaluation of the possibility of using complex food additives in the formulation of formulations of new types of vodkas in order to reduce their toxicity// International Forum “Biotechnology: State and Prospects of Development”, Moscow, May 23-25, 2018.- pp. 33-36.

Vagabov M.-Z.V., Ibragimova N.U., Aminov M.S., Vagabova Z.M.-Z., Ramazanov A.Sh., Selimkhanova S.G., Ibragimov R.A. The use of wild fruit and berry raw materials of Dagestan in distillery production // Izvestiya vuzov. Food technology. 2001. No.2-3.

GOST R 51821-2001. Vodka and vodka are special. Method for determining the mass concentration of potassium, sodium, ammonium, calcium, magnesium, strontium cations and fluoride anions, chlorides, nitrates, nitrites, phosphates and sulfates using ion chromatography // Moscow: Standartinform, 2001.- + 21 degrees.

GOST 13195-73. Wines, wine materials, cognacs and cognac spirits. alcoholic fruit and berry juices. Method of iron determination // Moscow: Standartinform, 2008.- 8 p.

Polyakov V.A. On the effect of complex food additives on the ionic composition of vodkas and their organoleptic parameters//Storage and processing of agricultural raw materials.-2017.-No. 8.-pp.21-26.

Polyakov V.I. Promising food ingredients in the technology of high-grade vodkas// Beer and beverages.- 2017.- No. 4.- pp. 56-59.

Polyakov V.A., Abramova I.M. Investigation of the effect of new complex food additives on the ionic composition of vodkas and their organoleptic indicators // Food industry. 2018. №9.

Polyakov V.A., Abramova I.M. The use of new active coals based on vegetable raw materials in the production of high-grade vodkas // Beer and beverages. 2014. No. 4.

Polyakov V.A., Golovacheva N.E. The influence of new complex food additives on the quality of vodkas and their safety // Food industry. 2018. №2.

Potishuk L.N., Kalenik T.K., Eliseeva T.I., Safina I.N. Technology of using extracts of brown algae in the production of special vodkas // *Izvestiya vuzov. Food technology*. 2007. No. 4.

Shintasova S.M., Baigazieva G.I. Food and biologically active additives used in the production of special vodka// Volume 48 No. 2 (2011): *Bulletin of KazNU. Biological series*, 2015.- pp.274-277.

Averina E.S., Kutyrev I.A. Prospects for the use of marine and freshwater hydrobiont oils for the development of drug delivery systems // *Advances in Biotechnology*, Volume 29, Issue 5, 2011, pp. 548-557. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.01.009>.

Nos A., Murata N., Shoji N. The effect of dissolved substances on the alcohol-stimulating taste of vodka // *Food Chemistry*, volume 340,2021.-p. 87-95.<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128160>.

Disciple S., Khandsiuk N. Understanding consumer attitudes to vodka and consumer behavior // *Journal of Retail Trade and Consumer Services*, Volume 32, 2016, pp. 7-14. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.05.009>.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 75-87

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.149>

УДК 579.67: 637.146.1:641.56

**K.Zh.Tleuova^{1*}, A.U. Shingisov¹, S.S. Vetokhin², A.K. Tulekbayeva¹,
A.E. Otunshieva¹**

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan;

²Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus.

E-mail: kalamkas-tleuova@mail.ru

SELECTION OF THE OPTIMAL RATIO OF COMBINATION OF MILK RAW MATERIALS DESIGNED FOR OBTAINING A SOUR MILK PRODUCT

Abstract. By its unique composition, mare's milk can be considered as a promising source of raw materials for the production of specialized dairy products intended for baby food, the elderly, sick, pregnant and lactating women. Until recently, the expansion of the range of dairy products from mare's milk was restrained by such factors as a lower protein content and at the same time a higher albumin content in comparison with other types of milk, which influenced the rheological properties of its processing products.

One of the ways to improve these properties is to combine mare's milk, for example, with cow's milk, which will allow, on the one hand, to produce processed products on an industrial scale, on the other hand, to increase their biological and nutritional value by enriching them in the process of their manufacture with various herbal and mineral additives that increase viscosity and thickening of combined milk raw materials.

This article presents the results of combining mare's milk in ratios of 5, 10, 15 and 20% to the amount of milk of a cow farm SPK "Otyrar sut-et" of the Otyrar district of the Turkestan region, which were examined for physical, chemical and organoleptic indicators according to the current regulatory documents in accredited testing laboratories with a comparative analysis of all indicators that determine the quality of dairy raw materials.

Evaluation of the organoleptic and physicochemical composition of the combined samples showed that the most optimal is the ratio of 15% mixing

of mare's milk (sample No. 3) with cow's milk, which makes it possible in the future to use it to obtain a fermented milk product with the planned nutritional and taste properties.

Key words: mare's milk, cow's milk, dairy raw materials, combination, ratio, evaluation, quality indicators, nutritional and biological value, fermented milk product, dairy products.

**К.Ж. Тлеуова^{1*}, А.У. Шингисов¹, С.С. Ветохин²,
А.К. Тулекбаева¹, А.Е. Отуншиева¹**

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті КЕАҚ,
Шымкент, Қазақстан;

²Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті,
Минск, Беларусь.

E-mail: kalamkas-tleuova@mail.ru

ҚЫШҚЫЛ СҮТ ӨНІМДЕРІН АЛУ ҮШІН ТАҒАЙЫНДАЛҒАН СҮТ ШИКІЗАТЫН ҚҰРАМДАСТЫРУДЫҢ ТИІМДІ ҚАТЫНАСЫН ТАҢДАУ

Аннотация. Бие сүтінің бірегей құрамының арқасында сүтті балалар тамағына, қарттарға, науқастарға, жүкті және бала емізетін әйелдерге арналған мамандандырылған сүт өнімдерін өндіру үшін шикізаттың перспективалы көзі ретінде қарастыруға болады. Соңғы уақытқа дейін бие сүтінен сүт өнімдерінің асортиментінің кеңеюі ақуыздың төмен мөлшері және сонымен бірге сүттің басқа түрлерімен салыстырғанда альбуминнің жоғары мөлшері сияқты факторлармен шектелді, бұл оны қайта өңдеу өнімдерінің реологиялық қасиеттеріне әсер етті.

Бұл қасиеттерді жақсартудың бір әдісі – бие сүтін, мысалы, сиыр сүтімен біріктіру, бұл бір жағынан өнеркәсіптік көлемде өңделген өнімдерді өндіруге, екінші жағынан, байыту арқылы олардың биологиялық және тағамдық құндылығын арттыруға мүмкіндік береді. оларды өндіру кезінде тұтқырлық пен қалыңдауды арттыратын түрлі өсімдік және минералды қоспалар қолданылады аралас сүт шикізаты.

Бұл мақалада Түркістан облысы Отырар ауданы «Отырар Сүт-ет» ӘКК сиыр фермасы сүтінің мөлшеріне 5, 10, 15 және 20% арақатынасындағы бие сүтін біріктіру нәтижелері ұсынылған, олар барлық көрсеткіштерді салыстырмалы талдаумен аккредиттелген сынақ зертханаларындағы қолданыстағы нормативтік құжаттарға сәй-

кес физикалық-химиялық және органолептикалық көрсеткіштерге зерттелген, сүт шикізатының сапасын анықтайды.

Аралас үлгілердің органолептикалық және физика-химиялық құрамын бағалау бие сүтін (№3 үлгі) сиыр сүтімен араластырудың 15% қатынасы ең оңтайлы болып табылатындығын көрсетті, бұл оны болашақта жоспарланған қоректік және дәмдік қасиеттері бар қышқыл сүт өнімін алу үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: бие сүті, сиыр сүті, сүт шикізаты, үйлесімі, қатынасы, бағасы, сапа көрсеткіштері, тағамдық және биологиялық құндылығы, қышқыл сүт өнімі, сүт өнімдері.

**К.Ж. Тлеуова^{1*}, А.У. Шингисов¹, С.С. Ветохин²,
А.К. Тулекбаева¹, А.Е. Отуншиева¹**

¹НАО «Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова,
Шымкент, Казахстан;

²Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Белоруссия.

E-mail: kalamkas-tleuova@mail.ru

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ КОМБИНИРОВАНИЯ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

Аннотация. Кобылье молоко по своему уникальному составу может рассматриваться в качестве перспективного сырьевого источника для производства специализированных молочных продуктов, предназначенных для детского питания, лиц пожилого возраста, больных, беременных и кормящих женщин. Расширение ассортимента молочных продуктов из кобыльего молока до последнего времени сдерживалось такими факторами, как более низкое содержание белка и в тоже время повышенное содержание альбумина по сравнению с другими видами молока, что оказывало влияние на реологические свойства продуктов его переработки.

Одним из путей улучшения этих свойств является комбинирование кобыльего молока, например с коровьим молоком, что позволит с одной стороны производить продукты переработки в промышленных масштабах, с другой, увеличить их биологическую и пищевую ценность путем обогащения в процессе их изготовления различными

растительными и минеральными добавками, повышающих вязкость и загустение комбинированного молочного сыря.

В данной статье приведены результаты комбинирования кобыльего молока в соотношениях 5,10,15 и 20% к количеству молока коровьего фермерского хозяйства СПК «Отырар сүт-ет» Отырарского района Туркестанской области, которые были исследованы на физико-химические и органолептические показатели по действующим нормативным документам в аккредитованных испытательных лабораториях с проведением сопоставительного анализа всех показателей, которые определяют качество молочного сыря.

Оценка органолептического и физико-химического состава комбинированных образцов показала, что наиболее оптимальным является соотношение 15% смешения кобыльего молока (образец №3) с коровьим, что позволяет в перспективе использовать его для получения кисломолочного продукта с запланированными пищевыми и вкусовыми свойствами.

Ключевые слова: молоко кобылье, молоко коровье, молочное сырье, комбинирование, соотношение, оценка, показатели качества, пищевая и биологическая ценность, кисломолочный продукт, молочные продукты.

Введение. Повышение качества жизни населения Казахстана напрямую связаны с вопросами сохранения здоровья и продления жизни людей, которые обеспечиваются путем адекватного, биологически полноценного питания для всех возрастных и социальных групп граждан. Важнейшим условием решения этой актуальной задачи является создание продуктов специализированного назначения, которые помогут не только удовлетворять физиологические потребности человека в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные функции (Амброзевич, 2005:30. Асенова, 2013:313). В состав группы пищевых продуктов функционального питания входят и лечебно-профилактические продукты вида кисломолочных, обогащенные молочнокислыми микроорганизмами, которые восстанавливают баланс микрофлоры в кишечнике, помогают переваривать молочный сахар, оказывают антагонистическое действие на патогенную микрофлору и нейтрализуют токсины, а также вырабатывают важнейшие для организма человека витамины, например, группы В, в том числе фолиевую кислоту (Альхамова, 2014:65, Шамбулова, 2018:82).

Кисломолочные продукты играют важную роль в питании людей,

особенно детей, лиц пожилого возраста и больных. Диетические свойства кисломолочных продуктов заключаются в том, что они улучшают обмен веществ, стимулируют выделение желудочного сока и возбуждают аппетит. Наличие в их составе микроорганизмов, способных прижиться в кишечнике и подавлять гнилостную микрофлору, приводит к торможению гнилостных процессов и прекращению образования ядовитых продуктов распада белка, поступающих в кровь человека (Горбатова, 2021:336). К одному из основных видов молока, применяемого в качестве сырья для производства кисломолочных продуктов, отнесено молоко коровье, однако в его состав входит лактоза, которая для некоторых людей в процессе употребления создает определенные трудности в связи с отсутствием у них пищеварительного фермента лактазы, роль которого, заключается в переваривании молочного сахара (лактозы), содержащегося в цельном молоке (Вишнева, 2012:67). Для снижения рисков возникновения непереносимости некоторыми людьми лактозы, в настоящее время существуют молочные продукты, в которых отсутствует лактоза, или ее содержание снижено до минимальных количеств, либо использовать молочное сырье, например, кобылье молоко, в котором, несмотря на достаточно высокое содержание лактозы, она находится в легко расщепляемой форме, благодаря наличию сопутствующих ферментов. Также отсутствие лактозы (молочного сахара) в молоке, которое в качестве сырья применяется для изготовления ряда молочных продуктов, отрицательно скажется на самой технологии их получения, так как биохимические процессы брожения, которые должны вызывать микроорганизмы бактериальных заквасок без наличия или небольшого количества молочного сахара не могут происходить, либо качество кисломолочных продуктов не будет соответствовать требуемым нормам и характеристиками пищевого продукта по таким параметрам как, консистенция, вкус и запах. Для этого применяется способ снижения лактозы в исходном молоке путем комбинирования нескольких видов молока, снижая весовые соотношения между ними с выбором наиболее оптимального состава, как по содержанию молочного сахара, так и содержания жира, кислотности, белка и др. (Якунин, 2017:235).

Необходимо отметить, что в Республике Казахстан, кроме традиционных источников сырья для производства молочных продуктов, такие как коровье молоко, имеется сырьевая база, связанная с национальными видами молочного сырья – овечьё, кобылье и верблюжье молоко, которые по своим лечебным свойствам намного превосходят

молочные продукты, вырабатываемые из коровьего молока (Аналитическая служба Рейтингового Агентства, 2011: 41). В связи с этим наши исследования направлены на комбинирование молока от различных сельскохозяйственных животных, в частности молока коровьего и кобыльего для повышения лечебных и профилактических свойств исходного сырья, используемого в дальнейшем для получения кисломолочного продукта и биотехнологических показателей процессов его изготовления.

Использование кобыльего молока обусловлено его составом как источника природных биологически активных веществ. Имеются результаты исследований казахстанских ученых кобыльего молока фермерских хозяйств Алматинской области, которые показали высокое содержание полинасыщенных жирных кислот и витамина С, присутствуют в достаточно высоком количестве витамины А, Д, Е, В₁, В₂, микроэлементы кальций, фосфор, магний (Якунин, 2017:238, Канарейкин, 2015:467). Эти результаты свидетельствуют о том, что применение кобыльего молока для комбинирования с молоком коровьим, позволит повысить биологическую и пищевую ценность продуктов переработки такого молочного сырья.

Материалы и методы. Для исследования были взяты 2 вида молока – коровье и кобылье, фермерского хозяйства СПК «Отырар сүт-ет», расположенного в Отырарском районе Туркестанской области. Исходные образцы были исследованы на физико-химические и органолептические показатели. Органолептические – вкус, цвет, запах и консистенция. Физико-химические – белок, жир, сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО), плотность, кислотность, вязкость, рН среды, температура, активность воды.

Органолептические и физико-химические показатели определялись для молока коровьего по ГОСТ 31449-2013 *Молоко коровье сырое*. Технические условия, молоко кобылье по СТ РК 1005-98. Молоко кобылье. Требования при закупках (ГОСТ 31449, 2013:17, СТ РК 1005, 98: 9).

Комбинирование (смешивание) проводили в соотношении 5, 10,15, 20% от исходного объема каждого образца молочного сырья, в котором, основой, служило молоко коровье, к которому добавлялось молоко кобылье. Объем образцов комбинированного молока:

Проба №1 5 % - 950 мл молока коровьего и 50 мл кобыльего

Проба №2 10% - 900 мл молока коровьего и 100 мл кобыльего

Проба № 3 15% - 850мл молока коровьего и 150 мл кобыльего

Проба № 4 20% - 800мл молока коровьего и 200 мл кобыльего

Метод органолептической оценки запаха и вкуса проводился по ГОСТ 28283-89: были привлечены 3 человека, которые сравнивали исследуемые образцы комбинированных проб с пробами молока без пороков запаха и вкуса (ГОСТ 28283-89). Оценка проводилась по 5 балльной схеме, которая представлена в таблице 1 (ГОСТ 28283-89).

Таблица 1. Оценочные баллы органолептических показателей

Запах и вкус	Оценка молока	Баллы
Чистый, приятный, слегка сладковатый	Отлично	5
Недостаточно выраженный, пустой	Хорошее	4
Слабый кормовой, слабый окисленный, слабый хлевный, слабый липолизный, слабый нечистый	Удовлетворительно	3
Выраженный кормовой, в т.ч. лука, чеснока, полыни и др. трав, придающих молоку горький вкус, хлевный, соленый, окисленный, липолизный, затхлый	Плохое	2
Горький, прогорклый, плесневелый, гнилостный; запах и вкус нефтепродуктов, лекарственных, моющих, дезинфицирующих средств и др. химикатов	Плохое	1

Экспертами на основании балльной оценки оформлялся экспертный лист, форма которого представлена ниже:

ЭКСПЕРТНЫЙ ЛИСТ

Дата оценки _____

Фамилия эксперта _____

Номер пробы	Запах и вкус молока	Оценка в баллах (по пятибалльной шкале)

По физико-химическим показателям в исследуемых комбинированных образцах определены содержание жира по ГОСТ 5867-90, содержание массовой доли белка по ГОСТ 25179-2014, массовая доля СОМО по ГОСТ 3626-73, плотность по ГОСТ 3625-84, титруемая кислотность по ГОСТ 3624-92, температура замерзания по ГОСТ 25101-2015 (ГОСТ 31449, 2013:5).

Также была определена вязкость исследуемых образцов, которая зависит от массовой доли сухих веществ, а также содержания белков, жиров и их агрегатных фаз.

В исследуемых образцах была определена активность воды A_w как фактор, влияющий на метаболизм микроорганизмов, которые присутствуют в молочном сырье и от порогового значения которого, замедляются или прекращаются процессы их роста (Фатьянов, 2011: 61).

В таблице 2 приведены результаты анализов физических и химических показателей состава коровьего и кобыльего молока по отдельности и их комбинаций.

Таблица 2. Результаты анализов физических и химических показателей состава коровьего, кобыльего молока и их комбинаций

Показатели	Вид молока					
	Коровье	Кобылье	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Массовая доля белка, %	2,76	3,01	2,61	2,70	2,68	2,79
Массовая доля жира, %	3,27	0,93	2,90	2,80	2,63	2,26
СОМО, %	7,68	8,37	7,22	7,45	7,42	7,73
Плотность, кг/м ³	1027,47	1031,27	1025,87	1026,80	1026,79	1028,16
Температура замерзания, °С	-0,428	-0,529	-0,469	-0,483	-0,482	-0,500
Титруемая кислотность, °Т	16	17	16	15	16	16
pН	6,69	6,41	6,43	6,39	6,40	6,37
Вязкость	0,00156	0,00159	0,00162	0,00165	0,00168	0,00171
Активность воды, Aw	0,998	0,996	0,994	0,993	0,992	0,973

Результаты и обсуждение. Комбинация двух видов молочного сырья позволяет по органолептическим показателям выбрать наиболее приятный вкус молочного сырья, из которого будет производиться готовый кисломолочный продукт. Наиболее подходящими по результатам экспертной оценки выбраны образцы № 2 и № 3.

На основе результатов испытаний физико-химических показателей состава коровьего и кобыльего молока, а также их комбинаций – образцы №1,2,3 и 4, был проведен их сравнительный анализ по показателям, приведенных в таблице 2.

На рисунке 1 – сравнительный анализ по массовой доле белка и жира.

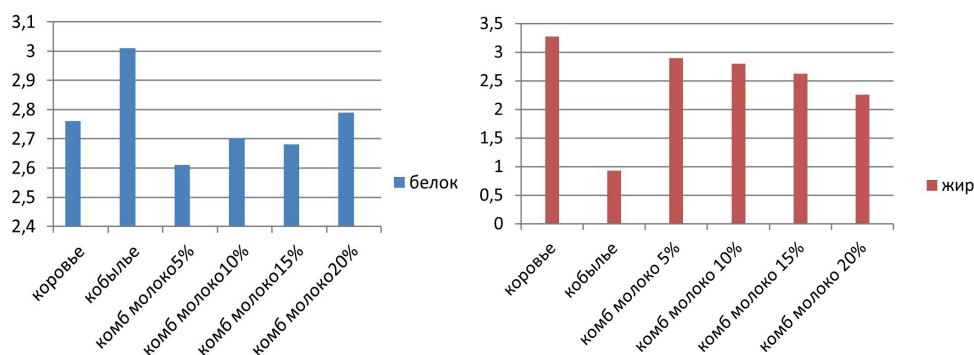


Рис. 1. Сравнительный анализ массовой доли белка и жира

Содержание массовой доли белка в кобыльем молоке выше, чем в коровьем, наиболее высокое содержание белка среди образцов комбинирования двух видов молока у образца № 4. По содержанию массовой доли жира в коровьем молоке выше, чем у кобыльего практически в 3 раза. В образцах комбинированного молочного сырья наиболее высокое содержание у образца №1, немного уступает образец 3 и 2, наименее низкое содержание у образца №4.

На рисунке 2 приведен сравнительный анализ по показателям СОМО и плотности.

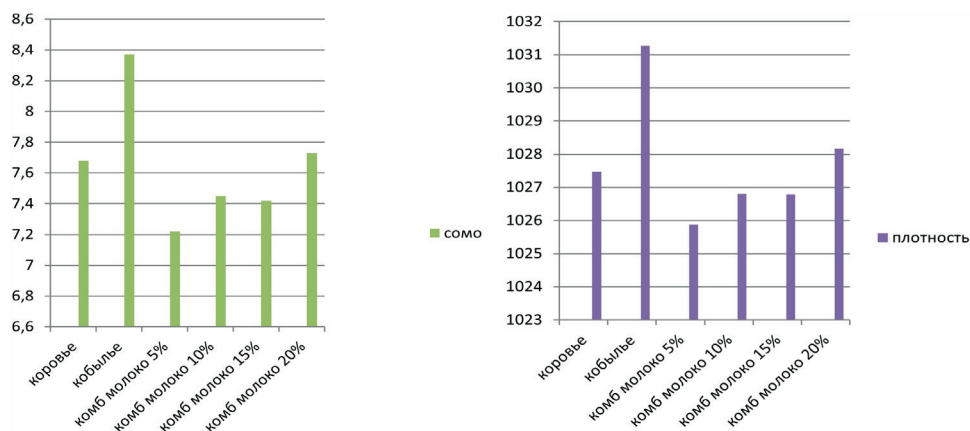


Рис.2. Сравнительный анализ по показателям СОМО и плотности

Как видно из рисунка 2, показатель СОМО в кобыльем молоке выше, чем в коровьем почти в 2 раза, наиболее высокое содержание СОМО в образце №4, почти одинаковое СОМО в образцах №3 и 4 и наименее низкий показатель СОМО у образца №1.

Показатель плотности у кобыльего молока в 2 раза выше, чем у коровьего, наиболее высокая плотность у образца №4, одинаковая плотность у образцов № 2 и 3. Наименее низкая плотность у образца № 1.

На рисунке 3, приведен сравнительный анализ по температуре замерзания и титруемости

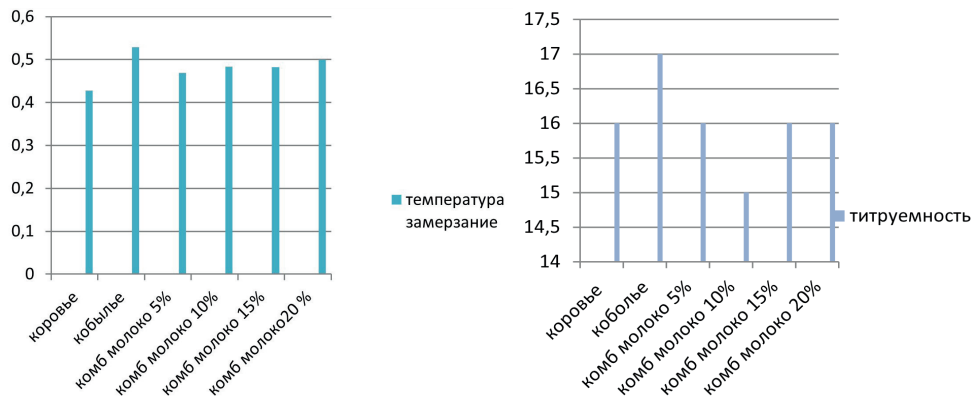


Рис. 3. Сравнительный анализ по показателям температуры заморзання и титруємості

Температура заморзання у кобыльего молока выше, чем у коровьего. Все образцы комбинирования по температуре заморзання лежат практически в одинаковых пределах.

Показатель титруємості у кобыльего молока выше, чем у коровьего, одинаковые значения у образцов № 1,3 и 4. Наименее низкий у образца № 2.

На рисунке 4, приведены результаты сравнительного анализа показателей рН среды и вязкости. Как видно из рисунка 4, показатель рН среды выше в 2 раза у коровьего молока, чем у кобыльего, и практически одинаковы для всех образцов комбинирования молочного сырья. Вязкость наиболее высока у образца №4.

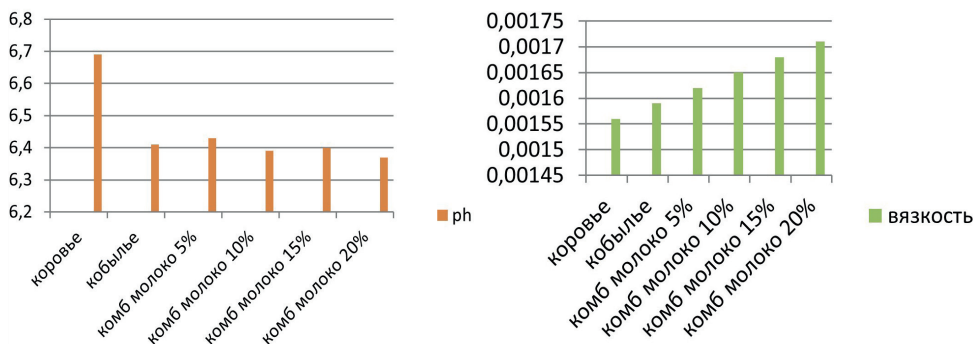


Рис.4. Сравнительный анализ по показателям рН среды и вязкости

На рисунке 5 приведены результаты сравнительного анализа по показателю активности воды.

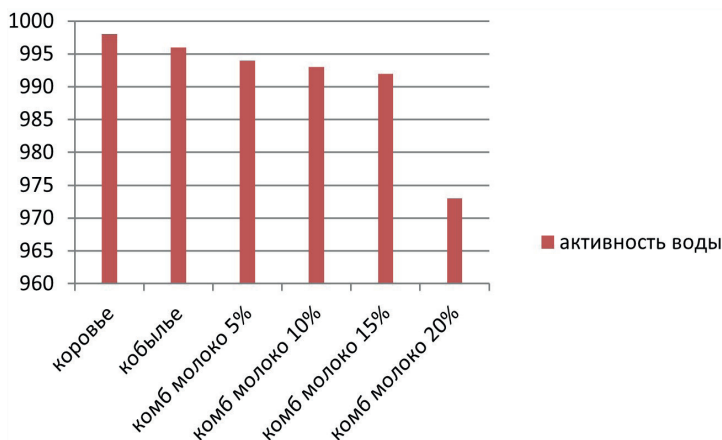


Рис. 5. Сравнительный анализ по показателю активности воды

Активность воды снижается в зависимости от процентного содержания комбинирования молочного сыря. Наименее низкая активность воды у образца №4.

Заключение. Результаты исследований по комбинированию коровьего молока с кобыльим с оценкой органолептического и физико-химического состава показали, что наиболее оптимальным является соотношение 15% смешения кобыльего молока (образец №3) с коровьим, что позволяет в перспективе использовать его для получения кисломолочного продукта с запланированными пищевыми и вкусовыми свойствами.

Information about the authors:

Tleuova Kalamkas Zhumabekovna – Doctoral student of the educational program on biotechnological aspects in the agro-industrial complex, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: kalamkas-tleuova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-00022864-2668>;

Shingisov Azret Utebayevich – doctor of technical Sciences, Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: azret_utebai@mail.ru, 0000-0002-0726-8232;

Vetokhin Sergey Sergevich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department “Physical and Chemical Methods of Product Certification” of the Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: serega49@mail.ru, 0000-0002-8613-731X;

Tulekbayeva Aizhamal Konisbayevna – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of the M. Auekhov South Kazakhstan

University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: tulekbaeva@mail.ru, 0000-0002-4680-6216;

Otunshieva Aitolkyn Erkinovna – Master, Senior Lecturer, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: 03.08.1990.43@mail.ru, 0000-0002-5446-0227.

ЛИТЕРАТУРА:

Альхамова Г.К., Мазаев А.Н., Шель И.А. [и др.]. Функциональные ингредиенты в молочных продуктах // Молодой ученый. - 2014. - № 12 (71). - С. 65-67.

Амброзевич Е.Г. Особенности европейских и восточных подходов к ингредиентам для продуктов здорового питания // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. - №1. - 2005. - С. 30-31.

Аналитическая служба Рейтингового Агентства РФЦА Республики Казахстан/ Анализ отрасли животноводства, Алматы, 2011. -41 с. <https://www.twirpx.org/file/657512/>

Асенова Б.К., Амирханов К.Ж., Ребезов М.Б. Технология производства функциональных продуктов питания для экологически неблагоприятных регионов. Торгово-экономические проблемы регионального бизнес-пространства. 2013. №1.-С.313–316.

Вишнева Е.А., Намазова-Баранова Л.С., Турти Т.В., Торшхоева Р.М., Алексева А.А., Левина Ю.Г. Аллергия к белкам коровьего молока. Подходы и алгоритмы лечения // Вопросы современной педиатрии. -2012. Том 11.- № 3. -С.65-69.

Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов: учебник, 5-е изд., испр. и доп. Изд-во «ГИОРД»: 2021. -336с. ISBN 976-5-98879-219-2

ГОСТ 31449-2013 *Молоко коровье сырое*. Технические условия. <https://docs.cntd.ru/document/1200102731>.

ГОСТ 28283-89 Молоко коровье. Метод органолептической оценки запаха и вкуса. <https://docs.cntd.ru/document/1200124738>.

Канарейкин В.И., Канарейкина С.Г. Разработка йогурта из кобыльего молока для работников с вредными условиями труда. http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2015/ogbus_6_2015_p467-480_KanareykinVI_ru.pdf

СТ РК 1005-98. Молоко кобылье. Требования при закупках. <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293740/4293740201.htm>.

Фатьянов Е.В. Активность воды молочных продуктов // Молочная промышленность. -2011.-№2. -С.61-62. <http://moloprom.ru/2017/05/aktivnost-vody-molochnyh-produktov/>

Шамбулова Г.Д., Орымбетова Г.Э., Жаксылыкова Г.Н., Шамбулов Е.Д. Кисломолочные продукты с функциональными ингредиентами // Вестник Алматинского технологического университета, 2018. -№2 (119). -С.77-83.

Якунин А.В., Синявский Ю.А., Ибраимов Ы.С. Оценка пищевой ценности кобыльего молока и кисломолочных продуктов на его основе и возможности их использования в детском питании // Вопросы современной педиатрии. 2017. № 16 (3). –С. 235–240. DOI: 10.15690.

REFERENCES:

- Alhamova G.K., Mazaev A.N., Shel I.A. [et al.]. Functional ingredients in dairy products // Young scientist. - 2014. -№ 12 (71). - Pp. 65-67.
- Ambrozevich E.G. Features of European and Eastern approaches to ingredients for healthy food products// Food ingredients. Raw materials and additives. - No. 1. - 2005. - pp. 30-31.
- Analytical Service of the Rating Agency RFCA of the Republic of Kazakhstan/Analysis of the livestock industry, Almaty, 2011. -41 p. <https://www.twirpx.org/file/657512/>
- Asenova B.K., Amirkhanov K.Zh., Rebezov M.B. Technology of production of functional food products for ecologically unfavorable regions. Trade and economic problems of the regional business space. 2013. No. 1.-pp.313–316.
- Vishneva E.A., Namazova-Baranova L.S., Turti T.V., Torshkhoeva R.M., Alekseeva A.A., Levina Yu.G. Allergy to cow's milk proteins. Treatment approaches and algorithms// Issues of modern pediatrics. -2012. Volume 11.- No. 3. -pp.65-69.
- Gorbatova K.K. Biochemistry of milk and dairy products: textbook, 5th ed., ispr. and add. GIORP Publishing House: 2021. -336c. ISBN 976-5-98879-219-2.
- GOST 31449-2013 Raw cow's milk. Technical conditions. <https://docs.cntd.ru/document/1200102731>.
- GOST 28283-89 Cow's milk. Method of organoleptic evaluation of smell and taste. <https://docs.cntd.ru/document/1200124738>.
- Kanarekin V.I., Kanarekina S.G. Development of yogurt from mare's milk for workers with harmful working conditions. http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2015/ogbus_6_2015_p467-480_KanareykinVI_ru.pdf.
- ST RK 1005-98. Mare's milk. Requirements for purchases. <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293740/4293740201.htm>.
- Fatyanov E.V. Water activity of dairy products//Dairy industry. -2011.-No.2. - pp.61-62. <http://moloprom.ru/2017/05/aktivnost-vody-molochny-h-produktov/>
- Shambulova G.D., Orymbetova G.E., Zhaksylykova G.N., Shambulov E.D. Fermented milk products with functional ingredients//Bulletin of the Almaty Technological University, 2018. -№2 (119). - Pp.77-83.
- Yakunin A.V., Sinyavsky Yu.A., Ibraimov Y.S. Assessment of the nutritional value of mare's milk and fermented milk products based on it and the possibility of their use in baby food//Issues of modern pediatrics. 2017. No. 16 (3). – pp. 235-240. DOI: 10.15690.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 88-98

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.150>

УДК 663.43

НТАМР 65.43.31

Ш.Г. Чильманбетов*, А.К. Кекибаева

Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан.

E-mail: shalkarr777@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СОКА-САМОТЕКА ОБЛЕПИХИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ НАПИТКОВ

Аннотация. Производство безалкогольных напитков в настоящее время является одной из лидирующих отраслей пищевой промышленности. Напитки – неотъемлемая часть рациона питания человека, позволяющие поддерживать не только водно-солевой баланс в организме, но и дополнять организм незаменимыми аминокислотами, витаминами, макро- и микроэлементами. Заводы по производству безалкогольных напитков постоянно расширяют ассортимент выпускаемой продукции применяя натуральное сырье, совершенствуя технологический процесс производства, используя нетрадиционные виды сырья, обладающие повышенной пищевой ценностью.

В данной статье рассмотрена возможность применения сока-самотека дикорастущей облепихи в технологии производства фруктовых напитков. Сок-самотек образуется в процессе сбора и транспортировки ягод облепихи, обладает функциональными свойствами. Исследовано влияние тепловой обработки на кислотность и содержание сухих веществ в полученном полупродукте. Установлено, что эффективным является обработка при температуре 90°C в течении 20 мин, при этом титруемая кислотность сока-самотека стабилизируется, а содержание растворимых сухих веществ в процессе хранения меняются не значительно, органолептические характеристики остаются без изменения. Тем самым доказана возможность применения сока-самотека как полупродукта для производства безалкогольных напитков. На следующем этапе исследования изучена пищевая ценность сока-

самотека для установления функциональных свойств полупродукта. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в соке облепихи содержатся макро-, микроэлементы, в преобладающем количестве имеются витамины С и D₂. Все результаты указывают на то, что сок-самотек из облепихи богат биологически активными веществами и является хорошим сырьем для производства напитков профилактического назначения.

Ключевые слова: безалкогольные напитки, облепиха, сок-самотек, тепловая обработка, кислотность, сухие вещества, функциональные свойства.

Ш.Г. Чильманбетов*, А.К. Кекибаева

Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: shalkarr777@mail.ru

СУСЫНДАР ӨНДІРІСІНДЕ ҚОЛДАНУ ҮШІН ШЫРҒАНАҚТАН ӨЗДІГІНЕН АҚҚАН ШЫРЫННЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Алкогольсіз сусындар өндірісі қазіргі уақытта тамақ өнеркәсібінің жетекші салаларының бірі болып табылады. Сусындар адам ағзасының құрамдас бөлігі болып табылады, ол су-тұз теңгерімін сақтауға ғана емес, сонымен бірге ағзаны маңызды аминқышқылдарымен, витаминдермен, макро және микроэлементтермен толықтыруға мүмкіндік береді. Алкогольсіз сусындар шығаратын зауыттар табиғи шикізатты пайдалана отырып, өнім ассортиментін ұдайы кеңейтуде, өндіріс процесін жетілдіруде, тағамдық құндылығы жоғары шикізаттың дәстүрлі емес түрлерін пайдалануда.

Бұл мақалада жабайы өсетін шырғанақтың өздігінен аққан шырынын жеміс сусындарын өндіру технологиясында пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. Өздігінен аққан шырын шырғанақ жидектерін жинау және тасымалдау кезінде пайда болады және функционалдық қасиеттерге ие. Алынған аралық өнімдегі қышқылдық пен құрғақ заттың мөлшеріне термиялық өңдеудің әсері зерттелді. 90°C температурада 20 минут ішінде өңдеу тиімді екені анықталды, бұл ретте өздігінен аққан шырынның титрленетін қышқылдығы тұрақталады, ал еритін құрғақ заттардың мөлшері сақтау кезінде айтарлықтай өзгермейді, органолептикалық көрсеткіштері өзгеріссіз қалады. Осылайша, алкогольсіз сусындарды өндіру үшін аралық өнім ретінде өздігінен

аққан шырынды пайдалану мүмкіндігі дәлелденді. Зерттеудің келесі кезеңінде аралық өнімнің функционалдық қасиеттерін орнату үшін өздігінен аққан шырынның тағамдық құндылығы зерттелді. Алынған нәтижелерде шырғанақ шырынында макро, микроэлементтер бар, басым мөлшерде С және D₂ витаминдері бар деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Барлық нәтижелер шырғанағынан алынған өздігінен аққан шырынның биологиялық белсенді заттарға бай екендігін және профилактикалық сусындарды өндіру үшін жақсы шикізат екенін көрсетеді.

Түйін сөздер: алкогольсіз сусындар, шырғанақ, өздігінен аққан шырын, жылумен өңдеу, қышқылдылық, құрғақ заттар, функционалды қасиеттер.

Sh.G. Chilmanbetov*, A.K. Kekilbaeva

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: shalkarr777@mail.ru

RESEARCH OF THE QUALITY OF SEA BUCKTHORN JUICE FOR APPLICATION IN THE PRODUCTION OF BEVERAGES

Abstract. The production of soft drinks is currently one of the leading sectors of the food industry. Drinks are an integral part of the human diet, allowing to maintain not only the water-salt balance in the body, but also to supplement the body with essential amino acids, vitamins, macro- and microelements. Plants for the production of soft drinks are constantly expanding the range of products by using natural raw materials, improving the technological process of production, using non-traditional types of raw materials with increased nutritional value.

This article discusses the possibility of using gravity-flowing wild-growing sea buckthorn juice in the technology of production of fruit drinks. Gravity juice is formed during the collection and transportation of sea buckthorn berries and has functional properties. The effect of heat treatment on acidity and dry matter content in the obtained intermediate product has been investigated. It was found that treatment at a temperature of 90°C for 20 minutes is effective, while the titratable acidity of the gravity juice is stabilized, and the content of soluble solids during storage does not change significantly, the organoleptic characteristics remain unchanged. Thus, the possibility of using self-brew juice as an intermediate product for the production of non-alcoholic beverages has been proved. At the next

stage of the study, the nutritional value of the gravity juice was studied to establish the functional properties of the intermediate product. The results obtained allow us to conclude that sea buckthorn juice contains macro-, microelements, in the predominant amount there are vitamins C and D2. All the results indicate that the gravity juice from sea buckthorn is rich in biologically active substances and is a good raw material for the production of preventive drinks.

Key words: soft drinks, sea buckthorn, gravity juice, heat treatment, acidity, dry substances, functional properties.

Введение. Для стабильно поступательного развития отечественного производства высококачественных безалкогольных напитков необходимо постоянное развитие и совершенствование технологий по созданию напитков на натуральной основе (Филонова, 2003).

Исторически выявлены приоритетные направления, активно влияющие на данный процесс: формирование сырьевой базы путем расширения ассортимента растительного сырья, проведение исследований, направленных на возможность комплексного его применения, использование нетрадиционных его видов (Филонова, 2007; Пехтерева, 2005; Vicente et al, 2022). Исследования, направленные на разработку эффективных технологий по переработке растительного сырья, обеспечивающих максимальное обогащение получаемых напитков природными экстрактивными веществами; разработка технологий по созданию концентратов на основе экстрактов различных форм (Скороспелова, 2021).

Традиционно для создания напитков с присущим им национальным колоритом в регионах применяют местное растительное сырье. Оно рассматривается как носитель биологически активных соединений, которые даже в минимальном количестве оказывают определенное воздействие на организм человека. К биологически активным веществам относят витамины, полифенольные соединения, аминокислоты, белки, макро- и микроэлементы, эфирные масла, каротиноиды и др. (Мариненко, 2019).

Растительное сырье, используемое в безалкогольной отрасли, должно удовлетворять следующим требованиям: быть доступным для использования, не обладать токсичностью, иметь приятные органолептические характеристики. Согласно проведенному литературному обзору, таким требованиям отвечают ягоды облепихи, произрастающие в разных регионах нашей республики. Облепиха – ценное поливитаминное растение, однако недостаточное изученное

в качестве сырья для переработки. В последние годы появились комплексные разработки по использованию плодов облепихи, но до сих пор облепиховый сок, в силу своей специфичности, на используется в полной мере, хотя является основным продуктом при переработке плодов (Салина, 2013; Ahmed M. Saad, 2021; Tkacz, 2021; Markkinen, 2019).

Предприятия перерабатывающие плоды облепихи специализируются в основном на получении облепихового масла. Сок-самотек, на долю которого приходится 70% массы урожая служит в основном отходом производства, хотя содержит значительное количество яблочной кислоты, сахаров, витаминов и других биологически активных веществ и может быть переработан в полупродукт для безалкогольной промышленности (Чумичев, 2009; Карлюк, 2012).

В связи с вышесказанным, целью исследования является изучение основных показателей качества свободно выделившегося сока облепихи в процессе хранения, изучение его химического состава, для установления функциональных свойств и использования как основного полупродукта для производства фруктовых соков на его основе.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись ягоды дикорастущей облепихи сорта Алтайская и сок-самотек на его основе. Исследования влияния тепловой обработки на титруемую кислотность и изменения содержания сухих веществ проводились в учебной лаборатории «Технология бродильных производств и виноделия» кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств» Алматинского технологического университета. Изучение пищевой ценности сока-самотека проводились в аккредитованной научно-исследовательской лаборатории «Пищевая безопасность» методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Содержание витаминов исследовали по М-04-41-2005 [2006]. Определение минерального состава проведены согласно СТ РК ГОСТ Р 51309-2003 на атомно- абсорбционном спектрометре модели pov AA 350 (Германия) [2003].

Результаты исследования. Сок-самотек представляет собой сок, вытекающий из плодов с механически травмированной кожицей в период ручного сбора, транспортирования к месту переработки и краткосрочного хранения (2 суток). В данном соке имеется мякоть ягоды, в состав которой входят каротиноиды и водорастворимые вещества. Сок богат минеральными веществами, кислотами, полифенольными соединениями. Одним из факторов, влияющим на выделение такого сока, является физический фактор - транспортирование плодового

сырья до пункта первичной переработки. Чем длиннее плечо доставки собранных плодов, тем больше потери свободно выделившегося сока.

На первом этапе исследовано влияние тепловой обработки на качество сока и его сохранность. Качество сока в процессе хранения изучалось по содержанию в нем экстрактивных веществ и кислотности, оценивались органолептические показатели: цвет, вкус, аромат.

Сок исследовали в период технической зрелости плодов облепихи.

Эффективность тепловой обработки сока-самотека, с целью предотвращения сбраживания, оценивали в процессе хранения. Исследования основаны на изучении изменения кислотности и сухих водорастворимых веществ в соке-самотеке в процессе хранения.

Тепловую обработку сока-самотека облепихи проводили при температуре 90 °С, время обработки - 5, 10, 15 и 20 мин. Измерения титруемой кислотности проводились на 1, 2, 4, 6, 8, 10, 30, 50, 70 и 90 сутки (рис. 1).

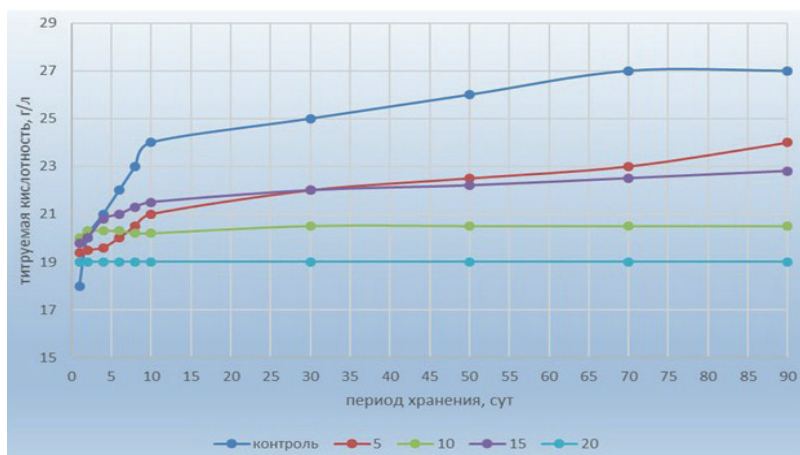


Рисунок 1. Влияние тепловой обработки при температуре 90°С на титруемую кислотность сока в процессе хранения

Изменение содержания сухих водорастворимых веществ проводилось на 1, 2, 4, 6, 8, 10, 30, 50, 70 и 90 сутки (рис. 2).

Сухие водорастворимые вещества сока представлены в основном углеводами, которые в присутствии органических кислот и под действием температур подвергаются кислотному гидролизу. Сахароза в водных растворах под влиянием кислот присоединяет молекулу воды и расщепляется на равные количества глюкозы и фруктозы (инверсия сахарозы). Этим, на наш взгляд, объясняется снижение содержания сухих веществ при нагревании.

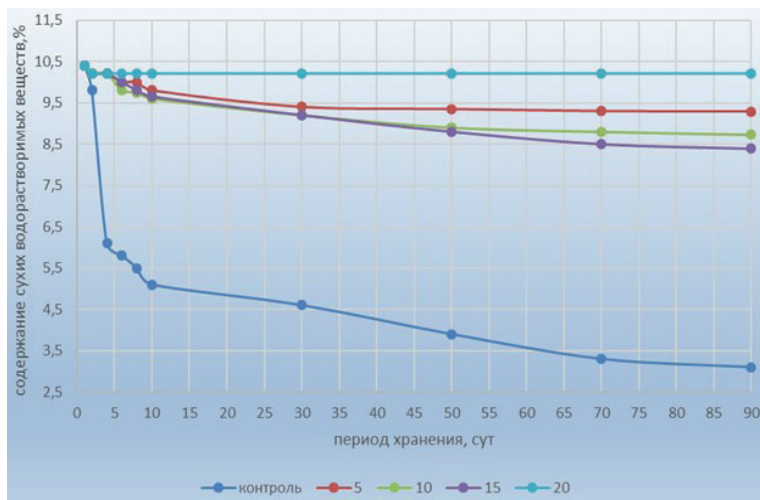


Рисунок 2. Влияние тепловой обработки при температуре 90°С на содержание сухих водорастворимых веществ в свободно выделившемся соке в процессе хранения

На следующем этапе проводились исследования биохимического сока-самотека, подвергнутом тепловой обработке при температуре 90°С в течение 20 мин и в не обработанном соке.

Обзор литературных данных показывает, что облепиха является сырьем высокой пищевой ценности, обладающим профилактическими и лечебными свойствами. В ней содержится значительное количество веществ, обладающих консервирующими и фитонцидными свойствами: органические кислоты (яблочная, сорбиновая, аскорбиновая), полифенолы (катехины, лейкоантоцианы, антоцианы), аминокислоты, витамины. В этой связи свободно выделившийся сок из плодов облепихи является перспективным объектом биохимических исследований, имеющим значение для производства напитков на его основе.

Результаты проведенных исследований по изучению изменения содержания микроэлементов в обработанном соке приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Пищевая ценность сока из плодов облепихи

Наименование показателя	Сок, не подвергнутый тепловой обработке	Сок, обработанный при температуре 90 0С в течение 20 мин
Макроэлементы		
Кальций	13,05	13,05
Фосфор	6,62	15,86
Магний	26,33	103,7
Калий	0,55	0,46
Натрий	0,24	16,88

Микроэлементы		
Железо	2,63	7,13
Медь	2,70	5,66
Цинк	5,60	6,19
Марганец	1,20	2,26
Кобальт	1,11	0,003
витамины		
Е	0,5	0,5
D2	57,4	63,4
С	112,2	135,1
В2	1,0	0,9
В1	2,44	3,88
РР	33,1	27,1
В9	22,3	12,3

Обсуждение. Содержание органических кислот в образцах, описанных на рисунке 1, нагреваемых в течение 5, 10 и 15 мин в процессе хранения, возросло в среднем на 4,9 г/л по отношению к исходному содержанию. Рост кислотности свидетельствует о том, что процесс брожения в соке не остановлен, за исключением образца, нагреваемого в течение 20 мин, в котором рост кислотности в течение всего срока хранения - 90 суток - составил 0,1 г/л.

В образцах сока, подвергнутых тепловой обработке при температуре 90°C в течение 5, 10 и 15 мин, титруемая кислотность увеличилась в среднем на 18% по сравнению с образцом, обработанном при той же температуре в течение 20 мин. Сок имел оранжевый цвет и вкус, соответствующий плодам облепихи.

Из рисунка 2 видно, что в соке, обработанном в течение 20 мин при температуре 90°C, содержание сухих водорастворимых веществ снизилось лишь на 0,2% по сравнению с необработанным соком. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что тепловая обработка свободно выделившегося сока при температуре 90°C в течение 20 мин, позволяет стабилизировать титруемую кислотность сока и содержание сухих водорастворимых веществ в процессе хранения без ухудшения органолептических показателей.

Полученные в результате проведенных исследований данные, отраженные в таблице 1 позволяют сделать вывод о том, что сок из плодов облепихи богат магнием, витаминами С, D₂ и каротином. В значительных количествах содержится медь, цинк, натрий, кальций, фосфор, витамины РР и В₉, что позволяет использовать такой сок в качестве сырья, богатого биологически активными веществами для производства напитков профилактического назначения.

Заключение. Плоды облепихи - источник биологически активных веществ, особенно макро- и микроэлементов, которые содержатся в легкоусвояемой форме и в оптимальных для человеческого организма соотношениях. Они могут обеспечить половину суточной потребности человека в витаминах и микроэлементах, а также являются прекрасным сырьем для пищевой промышленности.

В результате исследовательской работы можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что тепловая обработка сока при температурах 90°C в течение 20 мин позволяет снизить ферментативную активность сока-самотека при хранении. Сок, обработанный таким способом, сохраняет свои физико-химические и органолептические показатели практически неизменными в течение 90 суток.

2. Установлено, что сок-самотек из плодов облепихи богат магнием, витаминами С, D₂ и каротином. В значительных количествах содержится медь, цинк, натрий, кальций, фосфор, витамины РР и В₉, что позволяет использовать его в качестве сырья, богатого биологически активными веществами для производства фруктовых напитков профилактического назначения.

Information about authors:

Chilmanbetov Shalkar – master’s degree student at the Almaty Technological University, e-mail: shalkarr777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1758-4765>;

Kekibaeva Anara – PhD, associate professor, Department of Technology of bread products and processing industries, Almaty Technological University, e-mail: anara_06061983@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3639-1341>.

ЛИТЕРАТУРА:

Карлюк А.В., Севодина К.В., Верещагин А.Л., Севодин В.П. Низкокалорийные напитки на основе облепихового сока // Пиво и напитки. 2012. №2.- С. 37-40 (in Russ.).

Мариненко О.В., Бойко И.Е. Интенсификация процесса производства напитков из сухого плодово-ягодного сырья республики Адыгея // Новые технологии. 2019. №3.- С. 61-69. (in Russ.).

Методика М 04-44-2006. Методика выполнения измерений массовых долей витаминов А (в форме ретинолацетата), Е (в форме атокоферолацетата) и D (в форме холекальциферола) в премиксах и витаминных концентратах методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром». Санкт-Петербург, 2006.-31с (in Russ.).

Пехтерева Н.Т., Хорольская О.А. Функциональные безалкогольные напитки на натуральной основе // Пиво и напитки. 2005. №5.- С.55-59. (in Russ.).

Скороспелова Е.В., Михайлова О.Ю. Совершенствование технологии приготовления концентрированных соков из плодов и ягод алтайских сортов // Ползуновский вестник. 2021. №2.- С. 22-26. (inR uss.).

Салина Е.С., Сидорова И.А. Пригодность некоторых сортов облепихи для сокового производства // Современное садоводство. 2013. №1 (5).-С. 36-41. (in Russ.).

СТ РК ГОСТ Р 51309-2003. Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии. 2003.- 24 с. (inRuss.).

Филонова Г.Л., Стрелков В.Н. Безалкогольные напитки на натуральной основе // Пиво и напитки. 2003. №1.-С.48-50. (in Russ.).

Филонова Г.Л., Литвинова Е.А., Комракова Н.А., Соболева О.А., Никифорова Е.В., Косыгина Л.И. Биотехнология концентрированных форм для напитков // Пиво и напитки. 2007. №1. – С. 33-36. (in Russ.).

Чумичев А.И., Баташов Е.С., Кошелев Ю.А., Севодин В.П. Осветленный сок - продукт комплексной переработки облепихи // Пиво и напитки. 2009. №4. –С. 22-25 (in Russ.).

Ahmed M. Saad, Alaa S. Mohamed, Mohamed T. El-Saadony, Mahmoud Z. Sitohy. Palatable functional cucumber juices supplemented with polyphenols-rich herbal extracts// LWT, Volume 148, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111668>. (in Eng.).

Markkinen N., Laaksonen O., R. Nahku, R. Kuldjärv, B. Yang. Impact of lactic acid fermentation on acids, sugars, and phenolic compounds in black chokeberry and sea buckthorn juices//Food Chemistry, Volume 286, 2019, Pages 204-215. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.189>. (in Eng.).

Tkacz K., Wojdyło A. Triterpenoids, phenolic compounds, macro- and microelements in anatomical parts of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries, branches and leaves// Journal of Food Composition and Analysis, Volume 103, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104107>. (in Eng.).

Vicente Agulló, Cristina García-Viguera. The use of alternative sweeteners (sucralose and stevia) in healthy soft-drink beverages, enhances the bioavailability of polyphenols relative to the classical caloric sucrose//Food Chemistry, Volume 370, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131051>. (in Eng.).

REFERENCES:

Karlyuk A.V., Sevodina K.V., Vereshchagin A.L., Sevodin V.P. Low-calorie drinks based on sea buckthorn juice // Beer and drinks. 2012. No. 2.- P. 37-40 (in Russ.).

Marinenko O.V., Boyko I.E. Intensification of the production process of drinks from dry fruit and berry raw materials of the Republic of Adygea // New Technologies. 2019. No. 3.- S. 61-69. (in Russ.).

Methodology M 04-44-2006. Method for measuring the mass fractions of vitamins A (in the form of retinol acetate), E (in the form of atocopherol acetate) and D (in the form of cholecalciferol) in premixes and vitamin concentrates by reverse-phase HPLC using a Lumachrome liquid chromatograph. St. Petersburg, 2006.-31s (in Russ.).

Pekhtereva N.T., Khorolskaya O.A. Functional soft drinks on a natural basis // Beer and drinks. 2005. No. 5.- P.55-59. (in Russ.).

Skorospelova E.V., Mikhailova O.Yu. Improving the technology of preparation of concentrated juices from fruits and berries of Altai varieties // Polzunovskiy vestnik. 2021. No. 2.- S. 22-26. (in Russ.).

Salina E.S., Sidorova I.A. Suitability of some varieties of sea buckthorn for juice production // Modern gardening. 2013. No. 1 (5).-S. 36-41. (in Russ.).

ST RK GOST R 51309-2003. Drinking water. Determination of the content of elements by methods of atomic spectrometry. 2003.- 24 p. (in Russ.).

Filonova G.L., Strelkov V.N. Soft drinks on a natural basis // Beer and drinks. 2003. No. 1.-S.48-50. (in Russ.).

Filonova G.L., Litvinova E.A., Komrakova N.A., Soboleva O.A., Nikiforova E.V., Kosygina L.I. Biotechnology of concentrated forms for drinks // Beer and drinks. 2007. No. 1. - S. 33-36. (in Russ.).

Chumichev A.I., Batashov E.S., Koshelev Yu.A., Sevodin V.P. Clarified juice - a product of complex processing of sea buckthorn // Beer and drinks. 2009. No. 4. -WITH. 22-25 (in Russ.).

Ahmed M. Saad, Alaa S. Mohamed, Mohamed T. El-Saadony, Mahmoud Z. Sitohy. Palatable functional cucumber juices supplemented with polyphenols-rich herbal extracts// LWT, Volume 148, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111668>. (in Eng.).

Markkinen N., Laaksonen O. Impact of lactic acid fermentation on acids, sugars, and phenolic compounds in black chokeberry and sea buckthorn juices//Food Chemistry, Volume 286 , 2019, Pages 204-215. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.189>. (in Eng.).

Tkacz K., Wojdyło A., Igor Piotr Turkiewicz, Paulina Nowicka. Triterpenoids, phenolic compounds, macro- and microelements in anatomical parts of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries, branches and leaves//Journal of Food Composition and Analysis, Volume 103, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104107>. (in Eng.).

Vicente Agulló, Cristina Garcia-Viguera. The use of alternative sweeteners (sucralose and stevia) in healthy soft-drink beverages, enhances the bioavailability of polyphenols relative to the classical caloric sucrose//Food Chemistry, Volume 370, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131051>. (in Eng.).

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 99-107

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.151>

УДК 535.37+539.2:548.571

**N. Zhanturina¹, Z. Aimaganbetova¹, W. Drozdowski²,
L.Taimuratova^{3*} A. Seitmuratov⁴**

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

²Nicolaus Copernicus University in Torun, Torun;

³Caspian University of technology and engineering named after
Sh. Esenov, Aktau, Kazakhstan;

⁴Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan.

E-mail: taimuratova@mail.ru

DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF CAPTURE CENTERS OF THERMALLY STIMULATED LUMINESCENCE IN KBr AND KCl CRYSTALS

Abstract. Thermoluminescence (TL) spectroscopy is the most appropriate method to determine trap levels in the band gaps of crystals. The trap levels have a significant influence on the durability of luminescence. The trap levels contain charge carriers and prevent their recombination to luminescence center; as a result, luminescence is delayed. The depth of the traps can be determined by using the temperature corresponding to the TL curves.

The article presents the results of registration of thermally stimulated luminescence of KCl, KBr crystals and calculation of the activation energy of thermally stimulated luminescence. The measurements were carried out at temperatures from 10 to 325 K. As a result, the temperature dependences of the intensity were obtained. The calculations were carried out according to the Lushchik method using the MathCad computer program. In the spectra of KBr crystal there are two main bands, the first band at a temperature of about 40 K, corresponding to the luminescence of self-trapped excitons, and second band - 170 K, corresponds to the freezing of radiation staining

in the temperature range, when the holes lose mobility. In the curved thermostimulated luminescence of KCl crystal, the basic maximums are 33 K, 50 K, 65 K, 230 K, that correspond to the recombination of tunneling electrons and spatially separated F- and H-centers.

Key words: alkali halide crystals, crystal KBr, crystal KCl, activation energy, Lushchik equation, luminescence.

**Н.Н. Жантурина¹, З.К. Аймаганбетова¹, В. Дроздовски²,
Л. Таймуратова^{3*}, А.Сейтмуратов⁴**

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

²Торуньдегі Николай Коперник университеті, Торунь, Польша;

³Ш. Есенов атындағы Каспий инжиниринг және технологиялар университеті, Ақтау, Қазақстан;

⁴Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан.

E-mail: taimuratova@mail.ru

КВr ЖӘНЕ КСl КРИСТАЛДАРЫНДАҒЫ ТЕРМОСТИМУЛЬДЕНГЕН ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯНЫҢ ҚАРМАУ ОРТАЛЫҚТАРЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ

Аннотация. Термолюминесцентті (TL) спектроскопия – бұл кристалдардың тыйым салынған аймақтарындағы тұзақтардың деңгейін анықтаудың ең қолайлы әдісі. Тұзақтың деңгейі люминесценция ұзақтығына айтарлықтай әсер етеді. Тұзақ деңгейлері заряд тасымалдаушылардан тұрады және олардың люминесценция орталығына комбинациясына жол бермейді; нәтижесінде люминесценция кешеуілдейді. Тұзақтардың тереңдігін термолюминесценция қисықтарына сәйкес келетін температураны қолдана отырып анықтауға болады.

Мақалада КСl, КВr кристалдарының термостимульденген люминесценциясын тіркеу және термостимульденген люминесценцияның активтену энергиясын есептеу нәтижелері ұсынылған. Өлшеу 10-дан 325 К-ге дейінгі температурада жүргізілді, нәтижесінде қарқындылықтың температуралық тәуелділігі алынды. Есептеулер Mathcad компьютерлік бағдарламасын қолдана отырып, Лушик әдісі бойынша жүргізілді. КВr кристалы спектрлерінде екі негізгі жолақ бар, бірінші жолақ шамамен 40 К, ол өздігінен қармалған экситондардың люминесценциясына сәйкес келеді, ал екінші жолақ - 170 К, кемтіктер қозғалғыштығын жоғалтқан кезде температура диапазонында радиациялық бояудың тоқтау температурасына сәйкес келеді. КСl кри-

талының қисығында термостимульденген люминесценциясының негізгі максимумдар 33 К, 50 К, 65 К, 230 К сәйкес, бұл туннельдеген электрондарының және кеңістікте бөлінген F- және H-орталықтарының рекомбинациясына сәйкес келеді.

Түйін сөздер: сілтілі галоидты кристалдар, KBr кристалы, KCl кристалы, активтендіру энергиясы, Луцик теңдеуі, люминесценция.

**Н.Н. Жантурина¹, З.К. Аймаганбетова¹, В. Дроздовски²,
Л. Таймуратова^{3*}, А. Сейтмуратов⁴**

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

²Университет Николая Коперника в Торуні, Торунь, Польша;

³Каспийский университет инжиниринга и технологий
им. Ш. Есенова, Актау, Казахстан;

⁴Қызылординский университет им. Коркыт ата, Қызылорда, Казахстан.
E-mail: taimuratova@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРОВ ЗАХВАТА ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В КРИСТАЛЛАХ KBr И KCl

Аннотация. Термолюминесцентная (ТЛ) спектроскопия является наиболее подходящим методом для определения уровней ловушек в запрещенных зонах кристаллов. Уровни ловушек оказывают значительное влияние на длительность люминесценции. Уровни ловушек содержат носителей заряда и препятствуют их рекомбинации с центром люминесценции; в результате люминесценция не затухает. Глубину ловушек можно определить, используя температуру, соответствующую кривым термолюминесценции.

В статье представлены результаты регистрации термостимулированной люминесценции кристаллов KCl, KBr и расчета энергии активации термостимулированной люминесценции. Измерения проводились при температурах от 10 до 325 К. В результате были получены температурные зависимости интенсивности. Расчеты проводились по методу Луцика с использованием компьютерной программы MathCad. В спектрах кристалла KBr есть две основные полосы, первая полоса при температуре около 40 К, соответствующая люминесценции автолокализованных экситонов, и вторая полоса - 170 К, соответствует замораживанию радиационного окрашивания в

температурном диапазоне, когда дырки теряют подвижность. В кривой термостимулированной люминесценции кристалла KCl основные максимумы соответствуют 33 К, 50 К, 65 К, 230 К, что соответствует рекомбинации туннелирующих электронов и пространственно разделенных F- и H-центров.

Ключевые слова: щелочногалоидные кристаллы, кристалл KBr, кристалл KCl, энергия активации, уравнение Лушчика, люминесценция.

Introduction. With thermally stimulated luminescence (TSL), the energy of external ionizing radiation accumulated in the crystal is converted into the energy of light quanta (photons) under the action of thermal excitation, i.e. heating of the crystal (Lushchik et al, 1989). Irradiation of crystals with light in the ultraviolet or vacuum ultraviolet ranges, X-rays or gamma rays, corpuscular radiation can lead to light storage, that is, to the observation of TSL of irradiated crystals. Under the influence of ionizing radiation, centers are created due to the capture of electrons or holes by the corresponding traps. After the cessation of external irradiation, when the crystal is heated, the electron localized in the trap can pass into the conduction band. As a result of migration through the crystal, such a band electron can be captured by a hole localized at the center and recombine with it (transition 2) (Lisitsyn, 2000, Song et al, 1989, Aimaganbetova et al, 2016). The energy released as a result of recombination is released in the form of luminescence. This is the thermally stimulated luminescence of the crystal. In order for the electron to be released from the trap, some activation energy is needed. It is also a potential barrier for an electron to enter the conduction band.

Thermoluminescence (TL) spectroscopy is the most appropriate method to determine trap levels in the band gaps of crystals. The trap levels have a significant influence on the durability of luminescence. The trap levels contain charge carriers and prevent their recombination to luminescence center; as a result, luminescence is delayed. The depth of the traps can be determined by using the temperature corresponding to the TL curves.

In the present work, we used the activation energy upon the release of electrons from the traps of KBr and KCl crystals. These crystals are representatives of alkali halide crystals (Shunkeyev et al, 2016, Lushchik et al, 2018).

Alkali halide crystals are widely used in solid state electronics, optics, instrumentation. The use of alkali halide crystals in a wide range of transparent optical spectral areas, as well as the presence of broadband luminescence and staining in the centers and high quantum emissions,

lasers in these media with passive laser impurities and modified neodymium lasers were identified.

In addition, these crystals have been found to have a high level of stability when exposed to powerful laser beams, and their long-term storage at room temperature has aroused interest among scientists.

Research materials and methods. Thermostimulated luminescence of KBr and KCl crystals was measured at the University of Nicolaus Copernicus in Toruni (Poland) at a radioluminescence measurement at a temperature range of 10-325 K (Lushchik et al, 2018, Shunkeyev et al, 2018).

Crystals KBr and KCl were subjected to pre-exposure measurements, measured the spectrum of X-ray luminescence at room temperature, and then recorded the spectra of X-ray luminescence at room temperature with a step of 10 K.

When measuring the spectra of thermimulated luminescence, we observe the intensity of the substance when heated, that is, when the substance is heated below its temperature. At the same time, we lowered the temperature from 325 K to 10 K smoothly, and then recorded the spectra when the temperature rose to 10 K. When measuring the spectra of thermostimulated luminescence, the rate of heating of the crystal was set. The results were obtained in the form of dependence on the intensity of the emission over time of heating, as well as the degree of curvature of the heating rate (Bryukvina et al, 2018, Popov et al, 2016, Aluker et al, 1979, Kuzovkov et al, 2016).

There are several methods for determining the parameters of the centers of capture. Part of the method uses separate elements of the TSL curve, others - all curved, and have in touch with this different degree of accuracy. The Lushchik method was used to measure the activation energy. The Lushchik method uses the falling high-temperature part of the TSL peak.

Intense maxima are observed in TL curves during crystal heating (Fig.3). The electrons have enough energy to leave the traps when the crystal is heated and the electrons that leave the traps return to the luminescence centers; consequently, recombination radiation occurs. When a formula that does not depend on the kinetic level is used, the simplest and most convenient way to find the activation energy is Lustsik's method:

$$E = k \cdot \frac{T_m^2}{\delta},$$

where T_m is the absolute temperature for maximum intensity, k - Boltzman constant, δ - the halfwidth of the peak from the site of higher temperatures.

Results. Measurement of spectra of thermostimulated luminescence of KBr and KCl crystals at a linear rise temperature of 0.13 K/s after the predicted yield and exposure at fixed temperatures was carried out at a temperature of 10 to 325 degrees Celsius. The curvature kinetics of the heating of the crystals and the dependence of the intensity of thermostimulated luminescence of the crystals on the heating time were obtained. To calculate the activation energy of thermostimulated luminescence, we processed graphs in such a way that curved dependence of the intensity of thermimulated luminescence from temperature was obtained (Fig. 1).

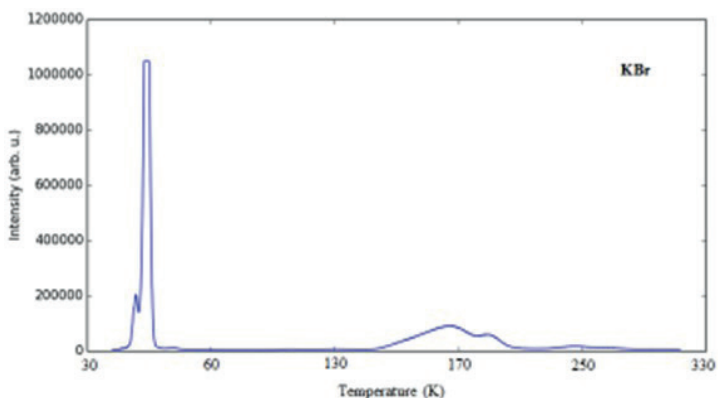


Figure 1. Curve of the dependence of the intensity of thermostimulated luminescence on the temperature of KBr crystal

The following figure shows the curvature dependence of the intensity of thermostimulated luminescence on the KCl crystal from overheating temperatures.

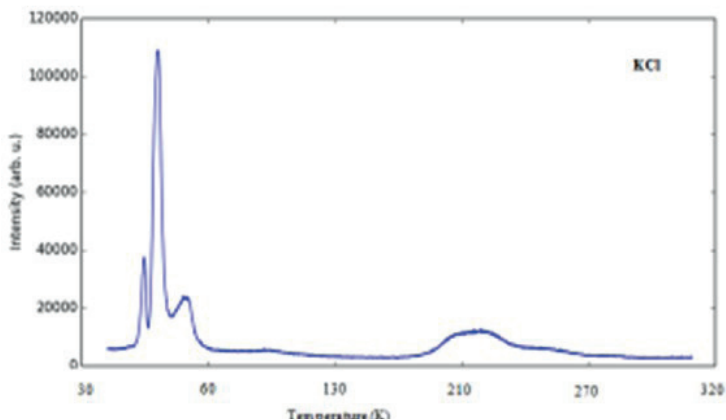


Figure 2. Curved dependence of the intensity of thermostimulated luminescence of the crystal KCl from temperature

Discussion. From the plot of KBr crystal you can notice two main bands, the first band at a temperature of about 40 K, corresponding to the luminescence of self-trapped excitons, which has a high probability of the transition of the majority of excitons in self-trapped state. A temperature of about 170 K corresponds to the freezing of radiation staining in the temperature range, when the holes lose mobility. The glow appears due to the recombination of electrons with self-trapped holes.

When calculating the activation energy of thermostimulated luminescence, we use the program «Mathcad».

The table below shows the values of the parameters when calculating the activation energy of thermostimulated luminescence.

When T_m (K) – maxima, T_1 (K) – temperature on the half width from one site, T_2 (K) - temperature on the half width from another site, $\delta_m - T_2(K) - T_1(K)$, \mathcal{E} -activation energy.

Table 1. The values of the parameters of thermostimulated luminescence of the crystal KBr.

№	T_m (K)	T_1 (K)	T_2 (K)	δ_m	\mathcal{E} (eV)
1	42	40	43	3	$5 \cdot 10^{-2}$
2	45	44	47	3	$0,1 \cdot 10^{-2}$
3	166	140	180	40	$0,04 \cdot 10^{-2}$
4	190	180	210	30	$10 \cdot 10^{-2}$

In the curved thermostimulated luminescence of KCl crystal, the basic maximums are 33 K, 50 K, 65 K, 230 K.

The ignition of self-trapped holes in the KCl crystal begins at 33 K, up to 37 K the ignition is accompanied by luminescence.

Peaks at 25 K, 50 K and 70 K are associated with the tunneling of electrons from loosely connected traps of electron color centers (F - and H-centers).

At temperatures above 230 K in KCl crystal, the process of recombination of spatially separated F- and H-centers occurs. With further increase in temperature STE with the structure $(F, H)_{mn}$ can increase the possibility of bounce diffusion on by the crystal (Shunkeyev et al, 2017, Heller et al, 2018, Kantorski et al, 2016).

Table 2. Parameters of thermimulated luminescence in KCl crystal.

№	T_m (K)	T_1 (K)	T_2 (K)	δ_m	\mathcal{E} (eV)
1	44	43	46	3	$5 \cdot 10^{-2}$
2	48	46	51	5	$4 \cdot 10^{-2}$

3	55	52	60	8	$3 \cdot 10^{-2}$
4	220	100	235	135	$3 \cdot 10^{-2}$

Conclusion. The research based on this article was to study the properties of thermal luminescence in alkali halide crystals and determine their activation energy using the Mathcad program. In the course of the work, two different crystals were considered on the basis of research. In the study of KCl and KBr crystals, it was considered that their activation energy can be determined by the Lushchik equation, and the general basic necessary conditions were considered. During the research of this article, it was observed that the process of temperature luminescence is determined by the peaks depending on the intensity and temperature of the crystal under consideration. All research methods and results of the work were determined based on the results of a study conducted at the University of Nicolaus Copernicus in Torun (Poland).

Information about authors:

Zhanturina N. – PhD, associated professor of the Department of Physics of K. Zhubanov Aktobe Regional University; nzhanturina@mail.ru, 0000-0001-9540-6334;

Aimaganbetova Zuhra Kuranievna – PhD; K. Zhubanov Aktobe State University; Zuhra.aimaganbetova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8765-516X>

Drozdowski W. – PhD, professor, Nicolaus Copernicus University in Toruń; wind@fizyka.umk.pl, 0000-0002-6207-4801;

Taimuratova Lidiya Ungarbaevna – candidate of physical and mathematical sciences; associate professor; Caspian state University of technology and engineering named after Sh. Esenov; taimuratova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1692-4350>;

Seitmuratov Angisin Angisin – doctor of physical and mathematical sciences; professor; Korkyt Ata Kyzylorda State University; angisin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9622-9584>.

REFERENCES

Aimaganbetova Z.K., Maximova S.Ya., Shunkeyev K.Sh., Grinberg M. (2016). Halogen radiation defects in KCl crystals under nanoscale activation energy perturbations, Bulletin of Serikbayev WKSU, 3:99 – 105 (in Russ.).

Aluker E.D., Lusic D.Yu., Chernov S.A. (1979). Electronic excitations and radioluminescence of alkali-halide crystals. Riga. 251 p. (in Russ).

Bryukvina L., Ivanov N., Nebogin S. (2018). Relationships between lithium and sodium nanoparticles and color centers formation in LiF and NaF crystals with hydroxide

and magnesium ions impurities, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 4: 159-163. DOI: 10.1016/j.jpcs.2018.04.001 (in Eng.).

Heller J., Ončák M., Bersenkovitsch N.K., van der Linde C., Beyer M.K. (2018). Infrared multiple photon dissociation of cesiumiodide clusters doped with mono-, di- and triglycine, *Eur J Mass Spectrom (Chichester)*, 1469066718803307. DOI: 10.1177/1469066718803307 (in Eng.).

Kantorski I., Jurkowski J., Drozdowski W. (2016). Observed light yield of scintillation pixels: Extending the two-ray model, *Optical Materials*, 59: 91-95. DOI:10.13140/RG.2.1.1657.7128 (in Eng.).

Kuzovkov V.N., Popov A.I., Kotomin E.A., Vasil'chenko E., Lushchik A. (2016). Theoretical analysis of the kinetics of low-temperature defect recombination in alkali halide crystals, *Fizika Nizkikh Temperatur*, 42:588-593. (in Eng.).

Lisitsyn V.M. (2000). Formation and relaxation of primary defectiveness in ionic crystals. Tomsk, *Proceedings of Tomsk Polytechnic University*, 303(2):7–25. (in Russ.).

Lushchik Ch.B., Lushchik A.Ch. (1989). Decay of electronic excitations with formation of defects in solids. Moscow. 259 p. (in Russ.).

Lushchik Ch., Lushchik A. (2018). Evolution of Anion and Cation Excitons in Alkali Halide Crystals, *Physics of the Solid State*, 60 (8):1487–1505. DOI:10.1134/S1063783418080164 (in Eng.).

Lushchik A., Lushchik Ch., Vasil'chenko E., Popov A.I. (2018). Radiation creation of cation defects in alkali halide crystals: Review and today's concept, *Low Temperature Physics*, 44(4): 357-367. DOI:10.1063/1.5030448 (in Eng.).

Popov A.I., Lushchik A., Kotomin E. (2016). Low-temperature radiation effects in wide gap materials, *Fizika Nizkikh Temperatur*, 42: 687–688. DOI:10.1063/1.4959008 (in Eng.).

Shunkeyev K., Barmina A., Myasnikova L., Zhanturina N., Sergeyev D., Sagimbaeva S., Aimaganbetova Z. (2016). Thermostimulated luminescence of radiation defects in alkali halide crystals at low temperature uniaxial stress, 7th Intern. Symp. on Optical Materials, Lyon, France, P. 185. (in Eng.).

Shunkeyev K., Zhanturina N., Aimaganbetova Z., Myasnikova L., Barmina A., Sagimbaeva Sh., Sergeyev D. (2018). Features of the action of a uniaxial deformation on the radiative annihilation of excitons in KBr crystal, *Journal of Physics: Conf. Series*, 1115:052010. (in Eng.).

Song K.S., Chen L.F. (1989). Modelling of the self-trapped exciton luminescence in alkali halides, *J. Phys. Soc. Japan*, 58 (8):3022 – 3027. DOI:10.1016/0022-2313(76)90097-1 (in Eng.).

Shunkeyev K., Sergeyev D., Drozdowski W., Brylev K., Myasnikova L., Barmina A., Zhanturina N., Sagimbaeva Sh., Aimaganbetova. (2017). The deformation stimulated luminescence in KCl, KBr and KI crystals, *Journal of Physics: Conference Series*, 830: 012139. DOI:10.1088/1742-6596/830/1/012139 (in Eng.).

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 108-121
<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.152>

UDC 530.182.1
IRSTI 27.35.55; 27.31.21

A. Zhumageldina^{1,2*}, K. Yesmakhanova^{1,2}

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan;

²Ratbay Myrzakulov Eurasian International Centre for Theoretical
Physics, Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: ainurzhumageldina@gmail.com

SHIFTED NONLOCAL NONLINEAR SCHRÖDINGER AND MAXWELL-BLOCH EQUATION: DARBOUX TRANSFORMATION AND SOLUTION

Abstract. Integrable equations are used extensively as sample for explaining physical phenomena in many aspects of science such as plasma physics, fluid mechanics, solid state physics, optical fibers, chemical physics. At present, many theoretical works concentrate more on the practical feasibility of integrable equations. One such significant practically implementable system is the coupled system of the nonlinear Schrödinger (NLS) and Maxwell-Bloch (MB) equations.

In this work, motivated by the ideas of Musslimani and Ablowitz, shifted nonlocal nonlinear Schrödinger and Maxwell-Bloch equations (NLS-MB) were defined. Lax pair formulation for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equation was presented. Detailed proof of the Darboux transformation was given. Solution for nonlocal nonlinear Schrödinger and Maxwell-Bloch equation was derived.

The idea of the method of nonlocal symmetry is establishing the relationship between local equations and the corresponding nonlocal equations, choosing the corresponding symmetry in order to study their properties and solutions. From the forms of symmetry, there are various differences in the coupling of the time and space between these nonlocal and local equations. Consequently, new physical phenomena may appear, and new physical applications can be created. In addition, having a Lax

representation, one can get similar types of N-order solutions with a spectral parameter.

Key words: shifted nonlocality, nonlinear Schrodinger and Maxwell-Bloch equation, Darboux transformation, solution.

А. Жумагельдина^{1,2*}, Қ. Есмаханова^{1,2}

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Нұр-Сұлтан, Қазақстан;

²Р. Мырзақұлов атындағы Еуразиялық халықаралық теориялық
физика орталығы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.
E-mail: ainurzhumageldina@gmail.com

ЫҒЫСҚАН ЛОКАЛДЫ ЕМЕС СЫЗЫҚСЫЗ ШРЕДИНГЕР ЖӘНЕ МАКСВЕЛЛ-БЛОХ ТЕҢДЕУІ: ДАРБУ ТҮРЛЕНДІРУІ ЖӘНЕ ШЕШІМІ

Аннотация. Интегралданатын теңдеулер физика құбылыстарын плазма физикасы, сұйық механика, қатты физика, оптикалық талшықтар, химиялық физика сияқты ғылымның көптеген аспектілерінде түсіндіру үшін мысал ретінде кеңінен қолданылады. Қазіргі уақытта көптеген теориялық жұмыстар интегралданатын теңдеулердің практикалық мүмкіндігіне көбірек көңіл бөледі. Осындай маңызды іс жүзінде жүзеге асырылатын жүйелердің бірі-Шредингер (NLS) және Максвелл-бүрге (MB) сызықтық емес теңдеулер жүйесі.

Муслимани мен Абловиц идеяларына негізделген бұл жұмыста Шредингер мен Максвелл-Блохтың (NLS-MB) жергілікті емес сызықтық емес теңдеулері анықталды. Уақыттың кері ығысуымен күрделі жергілікті емес NLS-MB теңдеуіне арналған Лакс жұбының тұжырымы ұсынылды. Дарбудың қайта құрылуының егжей-тегжейлі дәлелі берілді. Шредингер мен Максвелл-Блохтың жергілікті емес сызықтық емес теңдеуінің шешімі алынды.

Жергілікті емес симметрия әдісінің идеясы жергілікті теңдеулер мен тиісті жергілікті емес теңдеулер арасындағы қатынасты орнату, олардың қасиеттері мен шешімдерін зерттеу үшін тиісті симметрияны таңдау болып табылады. Симметрия формаларына сүйене отырып, жергілікті емес және жергілікті теңдеулер арасында уақыт пен кеңістіктің байланысында әртүрлі айырмашылықтар бар. Сондықтан жаңа физикалық құбылыстар пайда болуы мүмкін және жаңа физикалық қосымшалар құрылуы мүмкін. Сонымен қатар, әлсіз идеяға

ие бола отырып, спектрлік параметрі бар N-ретті шешімдердің ұқсас түрлерін алуға болады.

Түйін сөздер: ығысқан локальді еместік, Шредингер мен Максвелл-Блохтың сызықты емес теңдеуі, Дарбу түрлендіруі, шешім.

А. Жумагельдина^{1,2*}, К. Есмаханова^{1,2}

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Нур-Султан, Казахстан;

²Ратбай Мырзакулов Евразийский международный центр
теоретической физики, Нур-Султан, Казахстан;

³Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина,
Нур-Султан, Казахстан.

E-mail: ainurzhumageldina@gmail.com

СМЕЩЕННОЕ НЕЛОКАЛЬНОЕ НЕЛИНЕЙНОЕ УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА И МАКСВЕЛЛА-БЛОХА: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАРБУ И РЕШЕНИЕ

Аннотация. Интегрируемые уравнения широко используются в качестве образца для объяснения физических явлений во многих областях науки, таких как физика плазмы, механика жидкости, физика твердого тела, оптические волокна, химическая физика. В настоящее время многие теоретические работы больше сосредоточены на практической реализации интегрируемых уравнений. Одной из таких важных практически реализуемых систем является связанная система нелинейных уравнений Шредингера (НУШ) и уравнений Максвелла-Блоха (МБ).

В этой работе, вдохновленные идеями Муслимани и Абловица, мы успешно получили сдвинутые нелокальные нелинейные уравнения Шредингера и Максвелла-Блоха (НУШ-МБ). Была представлена формулировка пары Лакса для нелокального уравнения НУШ-МБ в котором смещенная нелокальность состоит из обратного поля времени в нелинейных членах. Дано подробное доказательство преобразования Дарбу для этого уравнения. Его решение было получено с помощью преобразования Дарбу.

Идея метода нелокальной симметрии заключается в установлении взаимосвязи между локальными уравнениями и соответствующими нелокальными уравнениями, выбирая соответствующую симметрию для изучения их свойств и решений. Из форм симметрии существуют

многие различия в связи времени и пространства между этими нелокальными и локальными уравнениями, могут появиться новые физические явления, и могут быть созданы новые физические приложения. А также, имея представление Лакса, можно получить аналогичные типы решений N -го порядка со спектральным параметром.

Ключевые слова: сдвинутая нелокальность, уравнения Шредингера и Максвелла-Блоха, преобразование Дарбу, решение.

Introduction. Nonlinear integrable equations play a considerable role in physics and exist in all fields of scientific investigation. This is partly by reason of the search for realistic form and solutions with physical importance, as well as their sophisticated mathematical structure. There are many nonlinear integrable equations applied to the elasticity, electromagnetism, mechanics of fluids, lattice dynamics. (Shaikhova, et al, 2018; Yesmakhanova, et al, 2016). For instance, propagating of optical soliton in erbium doped fiber is governed with the nonlinear Schrodinger-Maxwell-Bloch (NLS-MB) equation (Ablowitz, et al, 1981; Porsezian, et al, 1995). In optical fibres, two types of solitons are eventual. One defined by the NLS equation which is a balance between the group speed dispersion and the self-phase modulation due to the Kerr nonlinearity. The other possible soliton is through the existence of two-level resonance medium in the fibre core. This is governed by the MB equations. Maxwell-Bloch systems determine the nonlinear resonant interactions between an active optical medium and coherent light (Porsezian, et al, 2000). These systems indicate interesting optical phenomena, such as self-induced transparency, superfluorescence, and slow light spontaneous radiation processes, (McCall, et al, 1969). The nonlinear Schrodinger (NLS) equation arises as a physical model in waves on water, condensates of Bose-Einstein, optics, plasmas, and different other aspects. In fact, it was shown that the NLS equation is a universal model for the cover of a weakly nonlinear dispersive wave train's evolution (Polder, et al, 1979). In some modes, NLS-type equations, MB systems are completely integrable, with the existence of a Lax pair and with an infinitely dimensional Hamiltonian structure. As a result, many analytical methods can be applied to research their solutions.

Research materials and methods. At the end of the last century, it was believed that most of the physically important nonlinear integrable equations were open. Therefore, researchers showed great interest in finding special solutions and important mathematical analysis. In 2013, Ablowitz and Musslimani introduced the nonlocal nonlinear Schrödinger equation and obtained its exact solutions using the inverse scattering method (Benney,

et al, 1967). After that, for this equation and other equations, many works were performed (Gurses, et al, 2018; Fokas, et al, 2016; Ablowitz, et al, 2016; Gerdjikov, et al, 2017; Gürses, et al, 2022). The idea of Ablowitz and Musslimani was that in a nonlinear integrable evolution equation, a nonlocal non-linear term, for example, $q^*(x,t)$ is replaced by $q^*(-x, -t)$, $q^*(-x,t)$, and $q^*(x,-t)$. New nonlocal reductions so called shifted nonlocal reductions were discovered recently by Ablowitz and Musslimani [16]: $r(x,t) = \delta\bar{q}(x_0 - x, t)$, $r(x,t) = \delta\bar{q}(x_0 - x, t_0 - t)$, $r(x,t) = \delta q(x, -t + t_0)$, $r(x,t) = \delta q(x, -t + t_0)$, $r(x,t) = \delta q(x_0 - x, t_0 - t)$. When arbitrary real constant parameters x_0 and t_0 are equal to 0, these shifted nonlocal equations return to their usual nonlocal forms.

Applying the idea of Ablowitz and Musslimani for NLS-MB equations, we have obtained the following nonlocal equations: under reduction $r(x,t) = \delta q(x, -t + t_0)$ real reverse time shifted nonlocal NLS-MB, under reduction $r(x,t) = \delta q(-x+x_0, -t + t_0)$ real reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB, under reduction $r(x,t) = \delta\bar{q}(-x+x_0, t)$ complex reverse space shifted nonlocal NLS-MB, under reduction $r(x,t) = \delta\bar{q}(-x+x_0, t)$ complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB, under reduction $r(x,t) = \delta\bar{q}(-x+x_0, -t + t_0)$ complex reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB equations.

The purpose of the article is to present several new integrable nonlocal reductions for the nonlinear Schrödinger and Maxwell-Bloch equations. In contrast to their standard PT-symmetric and inverse space-time nonlocal symmetries, we will find shifted space or time or space-time nonlocal symmetries. Solution for the complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations using Darboux transformation will be obtained below.

This article consists of four main sections. In the first section Lax representation of the integrable NLS-MB equations will be introduced. Then all possible shifted nonlocal equations derivable from the NLS-MB equations will be presented in section 2. In section 3 we will give the detailed proof of the Darboux transformation for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations and derive a solution based on obtained Darboux transformation. Last section devoted to discussion and conclusion.

In this article, we will focus on integrable nonlinear NLS-MB equation. The NLS-MB equations are written as (Maimistov, et al, 1983; Hasegawa, et al, 1973):

$$q_t(x,t) = i \left[\frac{1}{2} q_{xx}(x,t) + r(x,t)q^2(x,t) \right] + 2p(x,t), \quad (1)$$

$$r_t(x, t) = -i\delta \left[\frac{1}{2} r_{xx}(x, t) + q(x, t)r^2(x, t) \right] + 2\delta k(x, t), \quad (2)$$

$$p_x(x, t) = -2i\omega p(x, t) + 2\eta(x, t)q(x, t), \quad (3)$$

$$k_x(x, t) = -2i\delta\omega k(x, t) + 2\delta\eta(x, t)r(x, t), \quad (4)$$

$$\eta_x(x, t) = -q(x, t)k(x, t) - p(x, t)r(x, t), \quad (5)$$

where:

q – the complex field envelope;

p – measure of polarization of the resonant medium;

η – inverse population between two levels of wave functions of two energy levels of resonant atoms;

ω – the real constant parameter, it corresponds to the frequency;

$*$ – is the complex conjugate.

The equations of soliton have many special properties (Ablowitz, et al, 1981), their most fundamental property is that all of them can be represented by the conditions of the integrability of a pair of linear eigenvalue problem as expressed below

$$\Psi_x = U\Psi, \quad (6)$$

$$\Psi_t = V\Psi, \quad (7)$$

where U and V are the Lax pairs of NLS-MB equations and have the form:

$$U = -i\lambda\sigma_3 + U_0,$$

$$V = -2i\sigma_3\lambda^2 + 2\lambda U_0 + V_0 + \frac{1}{\lambda+\omega}V_{-1}, \quad (8)$$

here λ – the complex eigenvalue parameter constant, the matrices U_0 and V_0 are given by

$$U_0 = \begin{pmatrix} 0 & q(x, t) \\ -r(x, t) & 0 \end{pmatrix}, \quad (9)$$

$$V_0 = i \begin{pmatrix} q(x, t)r(x, t) & q_x(x, t) \\ -r_x(x, t) & -q(x, t)r(x, t) \end{pmatrix} \equiv iq(x, t)r(x, t)\sigma_3 + i \begin{pmatrix} 0 & q_x(x, t) \\ -r_x(x, t) & 0 \end{pmatrix}, \quad (10)$$

$$V_{-1} = \begin{pmatrix} \eta(x, t) & -p(x, t) \\ -k(x, t) & -\eta(x, t) \end{pmatrix}, \tag{11}$$

In the next section all possible shifted nonlocal equations derivable from the NLS-MB equations will be presented.

2. Shifted nonlocal NLS-MB equations

i) $r(x,t)=\delta q(x,-t+t_0)$, $k(x,t)=\delta p(x,-t+t_0)$, $\delta, t_0 \in \mathbb{R}$.

Real reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations are

$$q_t(x,t)-iq_{xx}(x,t)-2p(x,t)-2iq^2(x,t)\delta q(x,-t+t_0)=0, \tag{12}$$

$$-\delta q_t(x,-t+t_0)+i\delta q_{xx}(x,-t+t_0)+2\delta p(x,-t+t_0)-2iq(x,t)(\delta q(x,-t+t_0))^2=0, \tag{13}$$

$$ip_x(x,t)+2\omega p(x,t)-2i\eta q(x,t)=0, \tag{14}$$

$$i\delta p_x(x,-t+t_0)-2\omega \delta p(x,-t+t_0)-2i\eta \delta q(x,-t+t_0)=0, \tag{15}$$

$$i\eta_x+ip(x,t)\delta q(x,-t+t_0)+iq(x,t)\delta p(x,-t+t_0)=0. \tag{16}$$

i) $r(x,t)=\delta q(-x+x_0,-t+t_0)$, $k(x,t)=\delta p(-x+x_0,-t+t_0)$, $\delta, x_0, t_0 \in \mathbb{R}$.

Real reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB equations are

$$q_t(x,t)-iq_{xx}(x,t)-2p(x,t)-2iq^2(x,t)\delta q(-x+x_0,-t+t_0)=0, \tag{17}$$

$$-\delta q_t(-x+x_0,-t+t_0)+i\delta q_{xx}(-x+x_0,-t+t_0)+2\delta p(-x+x_0,-t+t_0)-2iq(x,t)\delta^2 q^2(-x+x_0,-t+t_0)=0, \tag{18}$$

$$ip_x(x,t)+2\omega p(x,t)-2i\eta q(x,t)=0, \tag{19}$$

$$i\delta p_x(-x+x_0,-t+t_0)-2\omega \delta p(x-x+x_0,-t+t_0)-2i\eta \delta q(-x+x_0,-t+t_0)=0, \tag{20}$$

$$i\eta_x+ip(x,t)\delta q(-x+x_0,-t+t_0)+iq(x,t)\delta p(-x+x_0,-t+t_0)=0. \tag{21}$$

i) $r(x,t)=\delta \bar{q}(-x+x_0,t)$, $k(x,t)=\delta \bar{p}(-x+x_0,t)$, $\delta, x_0 \in \mathbb{R}$.

Complex reverse space shifted nonlocal NLS-MB equations are

$$q_t(x,t)-iq_{xx}(x,t)-2p(x,t)-2iq^2(x,t)\delta q(-x+x_0,t)=0, \tag{22}$$

$$-\delta q_t(-x+x_0,t)+i\delta q_{xx}(-x+x_0,t)+2\delta p(-x+x_0,t)-2iq(x,t)\delta^2 q^2(-x+x_0,t)=0, \tag{23}$$

$$ip_x(x,t)+2\omega p(x,t)-2i\eta q(x,t)=0, \tag{24}$$

$$i\delta p_x(-x+x_0,t)-2\omega \delta p(-x+x_0,t)-2i\eta \delta q(-x+x_0,t)=0, \tag{25}$$

$$i\eta_x+ip(x,t)\delta q(-x+x_0,t)+iq(x,t)\delta p(-x+x_0,t)=0. \tag{26}$$

i) $r(x,t)=\delta \bar{q}(-x+x_0,-t+t_0)$, $k(x,t)=\delta \bar{p}(-x+x_0,t+t_0)$, $\delta, t_0 \in \mathbb{R}$.

Complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations are

$$q_t(x,t) - iq_{xx}(x,t) - 2p(x,t) - 2iq^2(x,t)\delta q(-x+x_0, -t+t_0) = 0, \quad (27)$$

$$-\delta q_t(-x+x_0, -t+t_0) + i\delta q^{xx}(-x+x_0, -t+t_0) + 2\delta p(-x+x_0, -t+t_0) - 2iq(x,t)\delta^2 q^2(-x+x_0, -t+t_0) = 0, \quad (28)$$

$$ip_x(x,t) + 2\omega p(x,t) - 2i\eta q(x,t) = 0, \quad (29)$$

$$i\delta p_x(-x+x_0, -t+t_0) - 2\omega\delta p(-x+x_0, -t+t_0) - 2i\eta\delta q(-x+x_0, -t+t_0), \quad (30)$$

$$i\eta_x + ip(x,t)\delta q(-x+x_0, -t+t_0) + iq(x,t)\delta p(-x+x_0, -t+t_0) = 0. \quad (31)$$

$$i) r(x,t) = \delta\bar{q}(-x+x_0, -t+t_0), k(x,t) = \delta\bar{p}(-x+x_0, t+t_0), \delta, t_0 \in \mathbb{R}.$$

Complex reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB equations are

$$q_t(x,t) - iq_{xx}(x,t) - 2p(x,t) - 2iq^2(x,t)\delta q(-x+x_0, -t+t_0) = 0, \quad (32)$$

$$-\delta q_t(-x+x_0, -t+t_0) + i\delta q_{xx}(-x+x_0, -t+t_0) + 2\delta p(-x+x_0, -t+t_0) - 2iq(x,t)\delta^2 q^2(-x+x_0, -t+t_0) = 0 \quad (33)$$

$$ip_x(x,t) + 2\omega p(x,t) - 2i\eta q(x,t) = 0, \quad (34)$$

$$i\delta p_x(-x+x_0, -t+t_0) - 2\omega\delta p(-x+x_0, -t+t_0) - 2i\eta\delta q(-x+x_0, -t+t_0), \quad (35)$$

$$i\eta_x + ip(x,t)\delta q(-x+x_0, -t+t_0) + iq(x,t)\delta p(-x+x_0, -t+t_0) = 0. \quad (36)$$

In this section, all possible shifted nonlocal reductions of NLS-MB equations were obtained. Now, in the next section, we will show how to construct Darboux transformation and find solution of equations (27) – (31).

3. Darboux transformation for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equation

There are some methods for constructing solutions of integrable systems, such as the inverse scattering transformation method, the Hirota bilinear transformation method, The Backlund and Darboux transformation (DT) methods (He, et all, 2002) the Fokas approach, the long-time asymptotic approach, and so on. Among them, the Darboux transformation is the most effective method for finding explicit solutions to integrable equations. DT has a unique advantage that in solving integrable equations their solutions are built using a purely algebraic procedure.

Results. In this section, we will give the Darboux transformation for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equation (27) – (31). Equations (1) - (2) are yielded by the integrability condition of the following spectral equations

$$\psi_x = U_1 \psi, \tag{37}$$

$$\psi_t = V_1 \psi, \tag{38}$$

where

$$U_1 = -i\lambda\sigma_3 + U_{01}, \quad V_1 = -2i\sigma_3\lambda^2 + 2\lambda U_{01} + V_{01} + \frac{1}{\lambda + \omega} V_{-01}, \tag{39}$$

$$U_{01} = \begin{pmatrix} 0 & q(x, t) \\ -\delta\bar{q}(x, -t + t_0) & 0 \end{pmatrix}, \tag{40}$$

$$V_{01} = i \begin{pmatrix} q(x, t)\delta\bar{q}(x, -t + t_0) & q_x(x, t) \\ -\delta\bar{q}_x(x, -t + t_0) & -q(x, t)\delta\bar{q}(x, -t + t_0) \end{pmatrix} \equiv iq(x, t)\delta\bar{q}(x, -t + t_0)\sigma_3 + \begin{pmatrix} 0 & q_x(x, t) \\ -\delta\bar{q}_x(x, -t + t_0) & 0 \end{pmatrix}, \tag{41}$$

$$V_{-01} = \begin{pmatrix} \eta & -p(x, t) \\ -\delta\bar{p}(x, -t + t_0) & -\eta \end{pmatrix}. \tag{42}$$

We consider the following transformation of equations (27) – (31):

$$\psi' = T\psi = (\lambda I - M)\psi. \tag{43}$$

The functions ψ and ψ' are solutions to the system. Now, spectral problem (37) - (38) is converted into new one and assume that the new function ψ' satisfies the equations:

$$\psi' x' = U' \psi', \tag{44}$$

$$\psi' t' = V' \psi', \tag{45}$$

where $M = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{pmatrix}$. The relation between q, p, η and new solutions q', p', η' which is called Darboux transformation can be got by using following equations:

$$T_x + TU = U'T, \tag{46}$$

$$T_t + TV = V'T. \tag{47}$$

From equation (46) we have:

$$\lambda 0: \quad Mx = U'_{01} M - MU_{01}, \tag{48}$$

$$\lambda 1: \quad U'_{01} = U_{01} + i[M, \sigma_3]. \tag{49}$$

By direct computation based on above identity (49), we can obtain a relation between potential functions q' and q :

$$q' = q(x, t) - 2im_{12}, \quad (50)$$

$$\delta\bar{q}' = \delta\bar{q}(x, -t + t_0) - 2im_{21}, \quad (51)$$

and M should have a condition $m_{12} = m_{21}$. Comparing the coefficient of λ^i ($i=0,1,2$) of the two sides of equation (20) as we did before with equation (14), we have

$$\lambda^0: M_t = iV_{-01} - iV'_{-01} + V'_{01}M - MV_{01}, \quad (52)$$

$$\lambda: 2U'_0M - 2MU_0 = V'_0 - V_0, \quad (53)$$

$$\lambda^2: i[M, \sigma_3] + U_0 - U'_0 = 0, \quad (54)$$

$$\frac{1}{\lambda - i\omega_0}: V'_{-01} = (\omega I + M)V_{-01}(\omega I + M)^{-1}. \quad (55)$$

Thus, from the above identities, after simplifications, several important equations (48) – (55) were obtained that lead to Darboux transformations for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations later. Now, in order to determine the values of p' , $\delta\bar{p}'$ and η' we put into equation (55) values of S, V_{-01}, V'_{-01} and get

$$p'(x, t) = \frac{2\eta(m_{11} + \omega)m_{12} - \delta\bar{p}(x, -t + t_0)m_{12}^2 + p(x, t)(m_{11} + \omega)^2}{\Delta_1}, \quad (56)$$

$$\delta\bar{p}'(x, -t + t_0) = \frac{-2\eta(m_{22} + \omega)m_{21} + \delta\bar{p}(x, -t + t_0)(m_{22} + \omega)^2 - p(x, t)m_{21}^2}{\Delta_1}, \quad (57)$$

$$\eta'(x, t) = \frac{\eta[(m_{11} + \omega)(m_{22} + \omega) + m_{12}m_{21}] - \bar{p}(x, -t + t_0)m_{12}(m_{22} + \omega) + p(x, t)(m_{11} + \omega)m_{21}}{\Delta_1}, \quad (58)$$

where $\Delta_1 = (m_{11} + \omega)(m_{22} + \omega) - m_{12}m_{21}$.

The main step is to find the exact value of M expressed by solving equations (6) and (7):

$$M = H \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{pmatrix} H^{-1} \equiv H\Lambda H^{-1}, \quad (59)$$

$$H = \begin{pmatrix} \Psi_1(\lambda_1, x, t) & \Psi_1(\lambda_2, x, t) \\ \Psi_2(\lambda_1, x, t) & \Psi_2(\lambda_2, x, t) \end{pmatrix}, \tag{60}$$

where $\det H \neq 0$. Taking account M - symmetric forms (iv) and relations $m_{12} = -\delta \bar{m}_{21}$ and $m_{11} = -\bar{m}_{22}$, we get $\lambda_2 = \bar{\lambda}_1$. So for the matrix M we have

$$H = \begin{pmatrix} \Psi_1(\lambda_1; x, t) & -\Psi_2^*(\lambda_1; x, t) \\ \Psi_2(\lambda_1; x, t) & \Psi_1^*(\lambda_1; x, t) \end{pmatrix} \tag{61}$$

Thus, we can obtain an explicit expression for components of the matrix M with the following values:

$$\begin{aligned} m_{11} &= \frac{1}{\Delta} \left(\lambda_1 \psi_{1,1} \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) + \delta \bar{\lambda}_1 \psi_{2,1} \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right), \\ m_{12} &= \frac{1}{\Delta} \left(\delta (\lambda_1 - \bar{\lambda}_1) \psi_{1,1} \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right), \\ m_{21} &= \frac{1}{\Delta} \left((\lambda_1 - \bar{\lambda}_1) \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) \psi_{2,1} \right), \\ m_{22} &= \frac{1}{\Delta} \left(\bar{\lambda}_1 \psi_{1,1} \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) + \delta \lambda_1 \psi_{2,1} \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right), \end{aligned} \tag{62}$$

where $\Delta = \psi_{1,1}(x, t) \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) + \delta \psi_{2,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0)$.

Discussion. Thus, we replacing equations (59) – (62) again to equations (50) and (55) and obtain the following Darboux transformations for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations (27) – (31):

$$\begin{aligned} q'(x, t) &= q(x, t) - \frac{2\delta i(\lambda_1 - \bar{\lambda}_1) \psi_{1,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0)}{\Delta}, \\ \eta'(x, t) &= \frac{\eta}{\Delta^2} \left[(\psi_{1,1}(x, t) \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) - \delta \psi_{2,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0))^2 + \right. \\ &\quad \left. + 2\delta \left(\frac{\tilde{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_1} + \frac{\bar{\lambda}_1}{\tilde{\lambda}_1} \right) \psi_{1,1}(x, t) \psi_{2,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right] + \\ &\quad + \frac{p}{\Delta^2} \times \left[\left(1 - \frac{\tilde{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_1} \right) \psi_{1,1}(x, t) \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) - \delta \left(1 - \frac{\tilde{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_1} \right) \psi_{2,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1} \right. \\ &\quad \times (x, -t + t_0) \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) \psi_{2,1}(x, t) - \frac{\delta \bar{p}(x, -t + t_0)}{\Delta^2} \left[\delta \left(1 - \frac{\bar{\lambda}_1}{\tilde{\lambda}_1} \right) \times \right. \\ &\quad \left. \left. \times \psi_{1,1}(x, t) \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) - \left(1 - \frac{\bar{\lambda}_1}{\tilde{\lambda}_1} \right) \psi_{2,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right] \times \right] \end{aligned} \tag{63}$$

$$\times \psi_{1,1}(x, t)\bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0), \quad (64)$$

$$\begin{aligned}
 p'(x, t) = & \frac{2\eta}{\Delta^2} \left[\delta \left(\frac{\tilde{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_1} - 1 \right) \psi_{1,1}(x, t)\bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) + \right. \\
 & \left. + \left(1 - \frac{\tilde{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_1} \right) \psi_{2,1}(x, t)\bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right] \times \psi_{1,1}(x, t)\bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) + \\
 & + \frac{p}{\Delta^2} \left[\frac{\left(\tilde{\lambda}_1 \psi_{1,1}(x, t)\bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) + \delta \tilde{\lambda}_1 \psi_{2,1}(x, t)\bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right)^2}{\tilde{\lambda}_1 \bar{\lambda}_1} \right] - \\
 & - \frac{\delta \bar{p}(x, -t + t_0) (\tilde{\lambda}_1 - \bar{\lambda}_1)^2}{\Delta^2} \frac{1}{\tilde{\lambda}_1 \bar{\lambda}_1} \psi_{1,1}^2(x, t)\psi_{2,1}^2(x, -t + t_0), \quad (65)
 \end{aligned}$$

where $\tilde{\lambda}_1 = \lambda_1 + \omega$. So, these equations (63) – (65) are new “seed” solution of complex reverse time shifted nonlocal nonlinear Schrodinger and Maxwell-Bloch equation which was found successfully based on the Darboux transformation.

In this section, Darboux transformation of shifted nonlocal NLS-MB equations where the nonlocality consists of complex reverse time fields was obtained. We applied the Darboux transformation which is a powerful tool to solve integrable equations. This is the most direct and important approach in many areas of mathematical physics. By constructing the Darboux transformation, we derived solutions. It can be used to find explicit and exact solutions of shifted nonlocal NLS-MB equations, including rogue waves, breathers, solitons, and so on.

Conclusion. In this article, we have proposed and studied shifted nonlocal NLS-MB equations, which can be derived from a reduction of the usual NLS-MB system. Firstly, we have presented Lax pair formulation for this equation. Secondly, we have obtained all consistent shifted nonlocal reductions of NLS-MB equations. Several new reductions of symmetry into known NLS-MB equations have been proposed, each of which leads to a new type of shifted PT-symmetric or a reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB equations. In particular, real reverse time, real reverse space-time, complex reverse space, complex reverse time, complex reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB equations were derived. This is not typical for integrable systems that nonlocality occurs surprisingly simply, but looks completely different. Because it correlates the values of the function at the point (x, t) in the space-time domain (in general) to its function values at its corresponding shifted and mirror reflected space-time point $(-x+x_0, -t+t_0)$. Thirdly, we

have established Darboux transformation for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations. Fourthly, we have constructed solution for shifted nonlocal nonlinear Schrodinger and Maxwell-Bloch equations, which possess much abundant structure than those of the usual NLS-MB system.

Using our approach one can also find N-soliton solutions of these equations via Darboux transformation. By different methods like inverse scattering transformation and Hirota bilinear transformation method, and so forth, one can give different solutions for the shifted nonlocal nonlinear equations.

***Acknowledgments.** This work was supported by the Ministry of Education and Science of Kazakhstan under grants AP08856912.*

Information about authors:

Zhumageldina Ainur Baqtygaliqyzy – PhD doctoral candidate in the educational program of 8D05304-Physics of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan; tel.: +77053234733; ainurzhumageldina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5795-226X>;

Yesmakhanova Kuralay Ratbayqyzy – candidate of physico-mathematical sciences, associated professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Ratbay Myrzakulov Eurasian International Centre for Theoretical Physics Nur-Sultan, Kazakhstan; kryesmakhanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4305-5939>.

REFERENCES:

Ablowitz M., Segur H. (1981) Solitons and the Inverse Scattering Transform. SIAM, Philadelphia. ISBN: 0-89871-477-X (In Eng.).

Ablowitz M.J., Musslimani Z.H. (2021) Integrable space-time shifted nonlocal nonlinear equations, Phys. Lett. A 409:127516 (in Eng.).

Ablowitz M.J., Musslimani Z.H. (2016) Integrable nonlocal nonlinear equations, Stud. Appl. Math., 1391:7–59) (in Eng.).

Benney D.J. Newell A.C. (1967) The propagation of nonlinear wave envelopes, J. Math. Phys. (Stud. Appl. Math.), 46:133–139. DOI.ORG/10.1002/SAPM1967461133 (in Eng.).

Fokas A.S. (2016) Integrable multidimensional versions of the nonlocal nonlinear Schrodinger equation, Nonlinearity 29:319–324) (in Eng.).

Gerdjikov V.S., Saxena A. (2017) Complete integrability of nonlocal nonlinear Schrodinger equation, J. Math. Phys., 58:013502 (in Eng.).

Gurses M., Pekcan A. (2018) Integrable Nonlocal Reductions, Sym., Diff. Eq. and Applic., 266:27–52 (in Eng.).

Gurses M., Pekcan A. (2022) Soliton solutions of the shifted nonlocal NLS and MKdV equations, Physics Letters A, 422:127793-1-10. DOI: 10.1016/J.PHYSLETA.2021.127793 (in Eng.).

Hasegawa A., Tappert F. (1973) Transmission of stationary nonlinear optical pulses in dispersive dielectric fibers, I. Anomalous dispersion, *Appl. Phys. Lett.*, 23:142–144 (in Eng.).

He J.S., Cheng Y., Li, Y.S. (2002) The Darboux transformation for the NLS-MB equations, *Commun. Theor. Phys.*, 38:493–496 (in Eng.).

McCall S.L., Hahn E.L. (1969) Self-induced transparency, *Phys. Rev.*, 183:457–485. DOI.ORG/10.1103/PHYSREV.183.457 (in Eng.).

Maimistov A.I., Manykin E.A. (1983) Propagation of ultrashort optical pulses in resonant non-linear light guides, *Zh. Eksp. Teor. Fiz.*, 85:1177–1181 (in Eng.).

Mark J., Ablowitz M.J., Musslimani Z.H. (2013) Integrable Nonlocal Nonlinear Schrodinger Equation, *Physical review letters*, 110:064105 (1-5) (in Eng.).

Polder D., Schuurmans M.F.H. Vreken Q.H.F. (1979) Superfluorescence: Quantum-mechanical derivation of Maxwell-Bloch description with fluctuating field source, *Phys. Rev. A*, 19:1192–1203. DOI.ORG/10.1103/PHYSREVA.19.1192 (in Eng.).

Porsezian K., Nakkeeran K. (1995) Optical Soliton Propagation in a Coupled System of the Nonlinear Schrodinger Equation and the Maxwell-Bloch Equations, *J.Mod.Opt*, 42:1953-1958. DOI.ORG/10.1080/09500349514551691.

Porsezian K., Mahalingam A., Shanmugha Sundaram P., (2000) Solitons in the system of coupled Hirota-Maxwell-Bloch equations. *Chaos, Solitons and Fractals*. 11 (8): 1261-1264. DOI: 10.1016/S0960-0779(99)00007-7 (in Eng.).

Shaikhova G., Ozat N., Yesmakhanova K., Bekova G. (2018) Dark and bright solitons for the two-dimensional complex modified Korteweg-de Vries and Maxwell-Bloch system with time-dependent coefficient. *Journal of Physics: Conference Series*. 965(1). P. 012035 (in Eng.).

Yesmakhanova K., Bekova G., Shaikhova G., Myrzakulov R. (2016) Soliton solutions of the (2+1)-dimensional complex modified Korteweg-de Vries and Maxwell-Bloch equations. *Journal of Physics: Conference Series*, 738(1). P. 012018 (in Eng.).

Yesmakhanova K., Shaikhova G., Bekova G. (2016) Soliton solutions of the Hirota's system. *AIP Conference Proceedings*, 1759. P.020147 (in Eng.).

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 122-133
<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.153>

УДК 538.958.915

**А.Е. Кемелбекова^{1,2*}, А.Қ. Шонғалова¹, С.Қ. Шегебай¹,
М. Карибаев¹, Ж. Сайлау³, А.С. Серикканов¹**

¹«Физико-Технический институт» ТОО, Алматы, Казахстан;
²Satbayev University, Алматы, Казахстан;
³ НАО Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Казахстан.
E-mail: a.kemelbekova@mail.ru

ПРОВЕДЕНИЕ СКРИНИНГОВЫХ РАСЧЕТОВ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ZnO И ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ В ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Аннотация. Органико-неорганические гибридные перовскитные солнечные элементы с их значительными достижениями в области экономичного процесса изготовления и высокой эффективности преобразования мощности превзошли ряд традиционных фотоэлектрических технологий, таких как многокристаллические Si и CIGS. Между тем, нежелательная эксплуатационная стабильность перовскитовых солнечных элементов задерживает их коммерциализацию, поскольку перовскитовые солнечные элементы подвергаются деградации решетки и теряют способность собирать энергию при столкновении с критическими факторами окружающей среды, такими как высокая влажность, так и сильное облучение. Соответственно, повышение стабильности работы становится одним из решающих факторов, определяющих следующую волну развития перовскитовых солнечных элементов. Стабильность и желательное кристаллообразование перовскитных полупроводников имеют первостепенное значение для обеспечения успеха перовскитов в фотоэлектрической технологии.

Несмотря на улучшенные свойства и структуру кристалла ZnO,

его практическое применение в очистке биотопливы и перовскитных солнечных элементах по-прежнему сложно. Основная проблема связана с отсутствием большой площади поверхности для ZnO, чтобы обеспечить высокую пористость и улучшенную шероховатость поверхности, что позволит нам проникнуть в электролит. В связи с этим существует несколько расчетных работ по первым принципам для определения кристаллических свойств ZnO и связи их с экспериментальными свойствами для разработки его фотоэлектрических характеристик. Две важные кристаллические структуры ZnO включая гексоганальную и гранецентрированную, были выбраны в качестве вычислительной модели в нашей работе. Здесь методология этой работы в основном основана на оптимизации геометрии для наиболее стабильных кристаллических структур ZnO. Затем были визуализированы оптимизированные структуры кристаллической структуры ZnO и детально проанализированы его энергии и другие важные квантово-химические параметры.

Ключевые слова: ZnO; кристаллическая структура, биотопливы, перовскит, квантово-химический расчет.

**А.Е. Кемелбекова^{1,2*}, А.Қ. Шонғалова¹, С.Қ. Шегебай¹,
М. Карибаев¹, Ж. Сайлау³, А.С. Серикканов¹**

¹Сатпаев университеті, «Физика-Техникалық институты» ЖШС,
Алматы, Қазақстан;

²Satbayev University, Алматы, Қазақстан;

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: a.kemelbekova@mail.ru

ПЕРОВСКИТТІК КҮН ЭЛЕМЕНТТЕРІНДЕ ҚОЛДАНУҒА АРНАЛҒАН ZNO КРИСТАЛДЫ ҚҰРЫЛЫМЫН ЕСЕПТЕУ СКРИНИНГІ

Аннотация. Органикалық-бейорганикалық гибриді перовскиттік күн батареялары үнемді өндіріс процесінде және жоғары қуатты конверсиялау тиімділігінде айтарлықтай жетістіктерге ие, соның ішінде көп кристалды Si және CIGS сияқты дәстүрлі фотоэлектрлік технологиялардан асып түседі. Сонымен қатар, перовскиттік күн элементтерінің қажетсіз эксплуатациялық тұрақтылығы олардың коммерциялануын кешіктіреді, өйткені перовскиттік күн элементтері тордың тозуына ұшырайды және жоғары ылғалдылық пен күшті

сәулелену сияқты қоршаған орта факторларына тап болған кезде энергия жинау қабілетін жоғалтады. Тиісінше, жұмыс тұрақтылығының артуы перовскиттік күн элементтерінің дамуының келесі толқынын анықтайтын шешуші факторлардың бірі болып табылады. Перовскиттік жартылай өткізгіштердің тұрақтылығы мен қалаған Кристалл түзілуі перовскиттердің фотоэлектрлік технологиядағы сәттілігін қамтамасыз ету үшін өте маңызды.

ZnO кристалының қасиеті мен құрылымының жақсарғанына қарамастан, Perovscite күн батареясында, және де биоотынды тазартуда ZnO практикалық қолдану әлі де қиын. Негізгі мәселе электролиттің енуіне мүмкіндік беретін жоғары кеуектілікті және жақсартылған беттің кедір-бұдырлығын қамтамасыз ету үшін ZnO үшін жоғары бетінің болмауына байланысты. Осыған байланысты, ZnO кристалдық қасиеттерін анықтау және оның фотоэлектрлік өнімділігін дамыту үшін оны тәжірибелік қасиеттермен байланыстыру үшін алғашқы принципті есептеу жұмыстары аз. Біздің жұмысымызда есептеу моделі ретінде ZnO екі маңызды кристалдық құрылымы таңдалды, оның ішінде гексогональді және де центрленген куб. Мұнда бұл жұмыстың әдістемесі негізінен ZnO ең тұрақты кристалдық құрылымдарының геометриясын оңтайландыруға негізделген. Содан кейін ZnO кристалдық құрылымының оңтайландырылған құрылымдары визуалды түрде көрсетіліп, оның энергиялары және басқа маңызды кванттық химиялық параметрлер егжей-тегжейлі талданды.

Түйін сөздер: ZnO, кристалдық құрылым, биоотын, перовскит, кванттық химиялық есептеу.

**A.E. Kemelbekova^{1,2*}, A.K. Shongalova¹, S.K. Shegebay¹,
M. Karibaev¹, J.Sailau³, A.S. Serikanov¹**

¹”Institute of Physics and Technology” LLP, Almaty, Kazakhstan;

²Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;

³KazNU named after al Farabi, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: a.kemelbekova@mail.ru

COMPUTATIONAL SCREENING OF ZnO CRYSTAL STRUCTURE FOR THE PEROVSCITE SOLAR CELL APPLICATION

Abstract. Organic-inorganic hybrid perovskite solar cells with their significant achievements in the field of economical manufacturing process

and high efficiency of power conversion have surpassed a number of traditional photovoltaic technologies, such as multicrystalline Si and CIGS. Meanwhile, the undesirable operational stability of perovskite solar cells delays their commercialization, since perovskite solar cells undergo lattice degradation and lose their ability to collect energy when faced with critical environmental factors such as high humidity and strong irradiation. Accordingly, increasing the stability of operation becomes one of the decisive factors determining the next wave of development of perovskite solar cells. The stability and desirable crystallization of perovskite semiconductors are of paramount importance to ensure the success of perovskites in photovoltaic technology.

Despite the improved properties and structure of the ZnO crystal, its practical application in the purification of biofuels and perovskite solar cells is still difficult. The main problem is the lack of a large surface area for ZnO to provide high porosity and improved surface roughness, which will allow us to penetrate the electrolyte. In this regard, there are several computational works on the first principles to determine the crystalline properties of ZnO and their connection with experimental properties for the development of its photovoltaic characteristics. Two important crystal structures of ZnO, including hexagonal and face-centered, were chosen as a computational model in our work. Here, the methodology of this work is mainly based on geometry optimization for the most stable ZnO crystal structures. Then optimized structures of the crystal structure of ZnO were visualized and its energies and other important quantum chemical parameters were analyzed in detail.

Key words: ZnO, crystal structure, biofuel, perovskite, quantum chemical calculation.

Введение. Оксид цинка представляет собой неорганическое соединение, имеющее химическую формулу ZnO. ZnO – практический нерастворимый в воде, кристаллизуется в гексагональной и кубической форме (Зырянов, 2006: 94). Структура ZnO обычно описывается как состоящая из ряда чередующихся плоскостей, состоящих из тетраэдрически координированных ионов O^{2-} и Zn^{2+} (Дроздов и др. 2019: 814) с попеременно уложенных вдоль осей с без центральной симметрии (Павлюк и др. 2021: 120). ZnO полупроводник группы II – VI с широкой запрещенной зоной около 3,33 эВ (Калякин и др. 2015: 162). ZnO обладает многими уникальными свойствами, такими как экситонное излучение при комнатной температуре или даже выше, оптическая прозрачность в видимом диапазоне, высокое отношение

поверхности к объему и эффект квантового ограничения. В основном известно, что ZnO кристаллизуется как полупроводник n-типа, тогда как синтез р-типа является сложной задачей (Абрашова, 2016).

ZnO легко синтезируемый, применяются как химические, так и физические методы для производства превосходных эпитаксиальных пленок. Наиболее часто используемые методы выращивания эпитаксиальных пленок ZnO включают электроосаждение, пиролиз распылением, золь-гель процесс (Майоров и др. 2007:899), последовательную ионно-слоевую адсорбцию и реакцию (SILAR), ВЧ-распыление (Егорова и др. 2020:1842), осаждение в химической ванне (CBD), центрифугирование, электронно-лучевую эпитаксию (Ляшенко, 2020), лазерную эпитаксию, испарение и ионно-лучевое распыление (Павлов и др. 2021: 76).

Фотоэлектрическое применение наноструктур ZnO требует большой площади внутренней поверхности с пористой и высокой шероховатостью поверхности для обеспечения хорошего проникновения электролита (Коротков и др. 2021:34). Химические методы очень просты, надежны и экономичны для синтеза высококачественных электродов для фотоэлектрических применений. В частности, метод химического осаждения в ванне подходит для получения пленок ZnO большой площади с интересными свойствами для фотоэлектрхимических солнечных элементов. Этот метод подходит для выращивания наноструктур ZnO на многих подложках, включая микроскопное стекло и нержавеющую сталь (Гурин и др. 2019: 111).

В некоторых приложениях, таких как оптоэлектроника, ZnO можно использовать в качестве дополнения или альтернативы некоторым полупроводникам, таким как GaN, и во всем мире проводятся исследования для дальнейшего улучшения свойств полупроводника (Положенцев, 2010). Известны исследования по контролю непреднамеренную проводимость n-типа и достичь проводимости р-типа — такие известные темы исследований. Другие подходы, такие как расчеты из первых принципов, основанные на теории функционала плотности (DFT), носят теоретический характер и, тем не менее, полезны для глубокого понимания роли собственных точечных дефектов и примесей в непреднамеренной проводимости n-типа в ZnO. Акцепторное легирование в ZnO, которое приведет к стабильному р-типу, еще недостаточно изучено (Гременок и др. 2009: 59).

Было отмечено, что широкое применение ZnO в электронных устройствах ограничивается отсутствием надлежащего контроля за его электропроводностью. Контролировать проводимость в ZnO можно с

помощью создания запрещенной зоны. Введение малых концентраций собственных точечных дефектов и примесей может существенно влиять на электрические, структурные, оптические и морфологические свойства полупроводников. Таким образом, понимание роли собственных точечных дефектов (то есть вакансий, междоузлий и антиузлов) и включения примесей (легирования) является ключом к управлению проводимостью в ZnO, что фактически изменяет ширину запрещенной зоны, тем самым улучшая его характеристики (Марончук и др. 2019:105).

Нами показаны исследование кристаллической структуры и фазовой стабильности ZnO и их применение для фотоэлектрического поля с использованием квантово-химического расчета. Нами реализуется квантово-химический метод расчета программного обеспечения VASP и Hyperchem. Приведены исследования оптимизированных кристаллических структур, полные энергии и фазовая стабильность для неорганического соединения ZnO.

Методы и материалы. Расчеты DFT были выполнены методом псевдопотенциальной плоской волны с использованием кода VASP. Нами были использованы спин-поляризованное приближение обобщенного градиента (GGA), реализованное Perdew, Burke и Ernzerhof для обменно-корреляционного функционала энергии. K – расстояние, параметр был установлен на $0,2 \text{ \AA}^{-1}$. Для исключения ошибки Пуля, параметры решетки a оптимизацию позиций атомов (ISIF = 2). Максимальная сила после оптимизации составила менее $0,05 \text{ эВ/\AA}$. Все расчеты производились с помощью программного пакета SIMAN, VASP и HyperChem которые позволяют выполнять расчеты в высокопроизводительным способом (Аксенов и др. 2018: 449).

Фазовая стабильность кристаллов ZnO. Как указывалось выше, в этом разделе были проиллюстрированы квантово-химические свойства, такие как оптимизированные кристаллические структуры, энергии и другие. Оптимизированная структура гексагональных и гранецентрированных кубических кристаллов ZnO показана на рисунке 1.

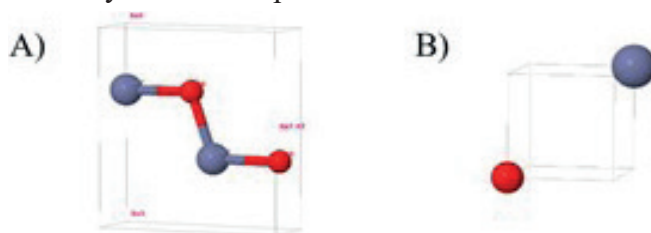


Рисунок 1. Оптимизированные структуры для А) гексагональной и В) гранецентрированной кубической ячейки ZnO (VASP).

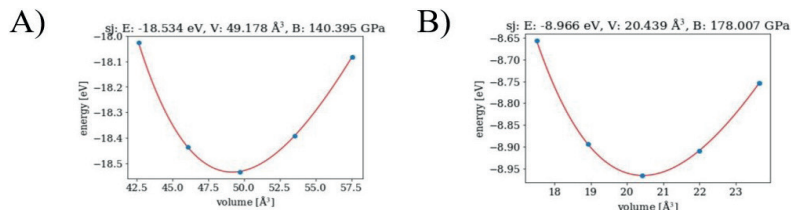


Рисунок 2. Энергии для оптимизированных структур гексагональной (А) и гранецентрированной кубической (В) ячейки на основе ZnO.

Энергии оптимизации для гексагональных и гранецентрированных кубических кристаллов ZnO показаны на рисунке 2. Отсюда мы можем отметить, что значение энергии для оптимизированной структуры гексагонального кристалла ZnO составляет -18.53 эВ. Кроме того, мы также можем отметить, что значение энергии для оптимизированной структуры гранецентрированной кубического кристалла ZnO составляет -8.96 эВ.

Фазовая стабильность кристаллов Sb_2Se_3 . Как указывалось выше, в этом разделе были проиллюстрированы квантово-химические свойства, такие как оптимизированные кристаллические структуры, энергии и другие.

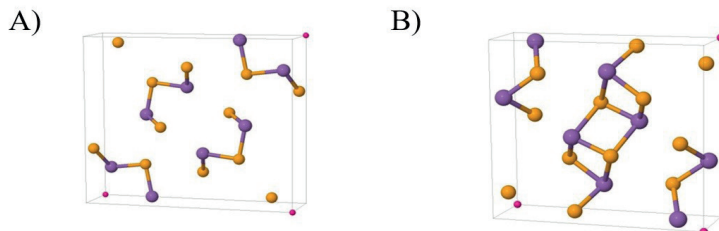


Рисунок 3. Оптимизированные структуры для А) гексагональной и В) гранецентрированной кубической ячейки Sb_2Se_3 .

Оптимизированная структура гексагональных и гранецентрированных кубических кристаллов Sb_2Se_3 показана на рисунке 3.

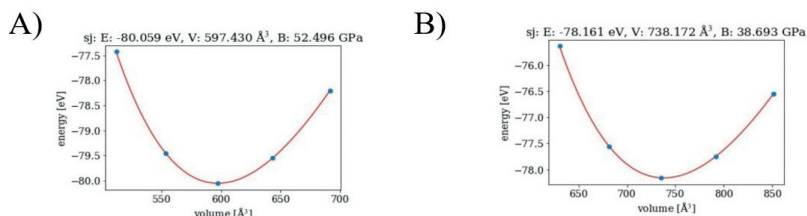


Рисунок 4. Энергии для оптимизированных структур гексагональной и гранецентрированной кубической ячейки на основе Sb_2Se_3 .

Энергии оптимизации для гексагональных и гранецентрированных кубических кристаллов Sb_2Se_3 показаны на рисунке 4. Отсюда мы можем отметить, что значение энергии для оптимизированной структуры гексагонального кристалла Sb_2Se_3 составляет 80.05- эВ. Кроме того, мы также можем отметить, что значение энергии для оптимизированной структуры гранецентрированной кубического кристалла Sb_2Se_3 составляет -78.16 эВ.

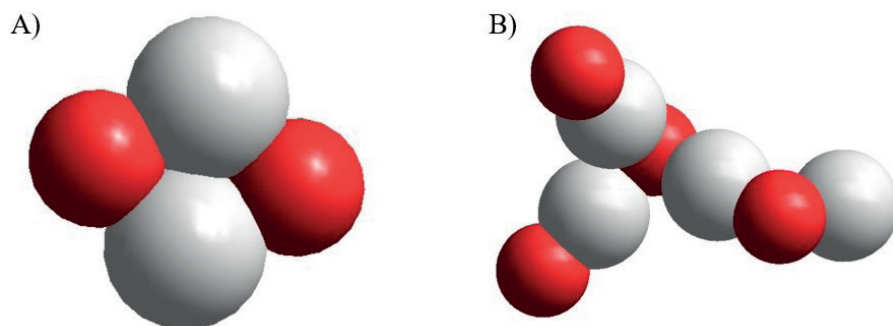


Рисунок 5. Оптимизированные структуры для А) гексагональной и В) гранецентрированной кубической ячейки ZnO (HyperChem).

Модель ZnO рассматривается с искажением и полярностью гексагональной и гранецентрированной кубической молекул ZnO. Для этого поведения структурная оптимизация, показанная на Рисунке 1 (А) для шестиугольного типа, (В) для гранецентрированного кубического типа.

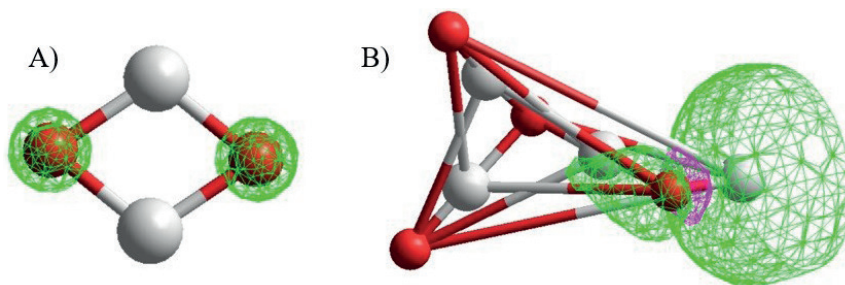


Рисунок 6. Молекулярная электростатическая карта для А) гексагональной и В) гранецентрированной кубической ячейки ZnO (HyperChem).

Молекулярная электростатическая карта для гексоганальной и гранецентрированной структур ZnO показана на рисунке 6А, и 6В.

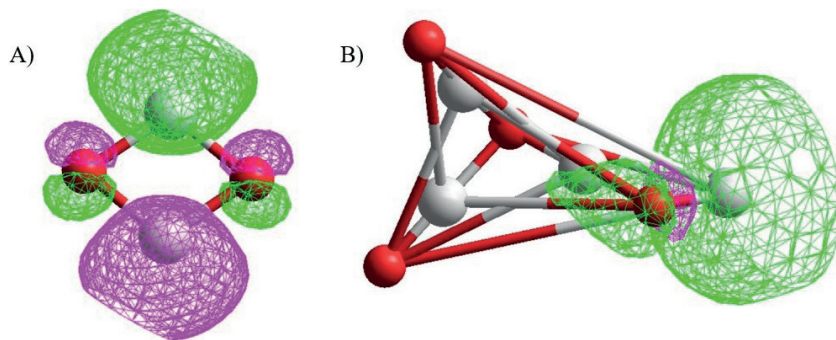


Рисунок 7. Высшая занятая молекулярная орбиталь для А) гексагональной и В) гранецентрированной кубической ячейки ZnO (HyperChem).

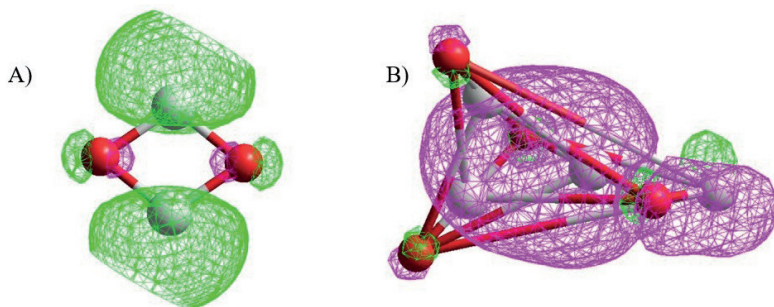


Рисунок 8. Самая нижняя незанятая молекулярная орбиталь А) гексагональной и В) гранецентрированной кубической ячейки ZnO (HyperChem).

Самая высокая занятая молекулярная орбиталь и самая низкая незанятая молекулярная орбиталь для гексагональной и гранецентрированной структур ZnO показаны на рисунках 7 и 8.

Обсуждение. В нашей работе подробно были изучены оптимизированные структуры и энергии для кристаллической структуры ZnO, как это видно на рисунках 1 и 2. Из рисунка 2 мы можем отметить, что гексагональная структура кристалла ZnO более стабильна, чем гранецентрированная кубическая структура ZnO.

В нашей второй работе мы подробно изучили оптимизированные структуры и энергии для кристаллической структуры Sb_2Se_3 , как это видно на рисунках 3 и 4. Из рисунка 3 мы можем отметить, что гексагональная структура кристалла Sb_2Se_3 более стабильна, чем гранецентрированная кубическая структура Sb_2Se_3 .

Заключение. Кристаллические свойства ZnO и Sb_2Se_3 были подробно исследованы. Результат компьютерного исследования показал, что гранецентрированная кубическая структура кристалла ZnO более стабильна, чем гексагональная структура кристалла ZnO. Это

иллюстрирует возможную фазовую нестабильность ZnO из-за границентрированной кубической кристаллической структуры.

Результат компьютерного исследования показал, что границентрированная кубическая структура кристалла Sb_2Se_3 более стабильна, чем гексагональная структура кристалла Sb_2Se_3 . Это иллюстрирует возможную фазовую нестабильность Sb_2Se_3 из-за границентрированной кубической кристаллической структуры. Это исследование может быть полезным для разработки лучшего материала для фотогальванических применений.

***Благодарность.** Данное исследование было профинансировано Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан по программе № AP09260940 «Оптимизация структуры тонких плёнок для изготовления солнечных элементов на гибкой подложке».*

Information about authors:

Kemelbekova Ainagul – assistant at the Satbayev University, «Institute of Physics and Technology», e-mail: a.kemelbekova@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4813-8490> +77473927254;

Shongalova Aigul – researcher at the «Institute of Physics and Technology», Satpaev University, e-mail: shongalova.aigul@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7352-9007>;

Shegebay Saltanat – junior researcher at the «Institute of Physics and Technology», Satpaev University, e-mail: salta2597@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0518-8140>;

Karibayev Mirat – junior researcher at the «Institute of Physics and Technology», Satpaev University, e-mail: kz_mirat_kz@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2513-9987>;

Zhassulan Sailau – PhD student of KazNU, e-mail: sailau.online@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5222-6827>;

Serikkanov Abay – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Director at the «Institute of Physics and Technology», e-mail: a.serikkanov@satbayev.university ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6817-9586>.

ЛИТЕРАТУРА:

Зырянов В.В. Механохимический синтез, фазовый состав и свойства сегнетокерамики на основе РЬ (7п 1/3 МБ2/з) Оз. // Неорганические материалы. – 2006. – 42(1). – 94-100 с.

Дроздов К.А., Крылов И.В., Чижов А.С., Румянцева М.Н., Рябова Л.И., Хохлов Д.Р. Оптически индуцированный зарядовый обмен в композитных структурах на основе ZnO с внедренными нанокристаллами CsPbBr // Физика и техника полупроводников. – 2019. – 53(6). – 824-828 с.

Павлюк А.С., Бабкина А.Н. Исследование температурной зависимости оптических свойств борогерманатного стекла с нанокристаллами перовскитов. // *In Стекло: наука и практика.* – 2021. – 120-122 с.

Калякин А.С., Фадеев Г.И., Волков А.Н., Горбова Е.В. & Демин А.К. Электроды для потенциометрических твердоэлектролитных сенсоров с неразделенными газовыми пространствами для измерения содержания горючих газов CO и H₂ в газовых смесях // *Электрохимия.* – 2015. – 51(2). – 162 с.

Абрашова Е.В. Золь-гель синтез и анализ нанопористых фрактальных композиций на основе системы ZnO-SnO₂-SiO₂ для газочувствительных элементов // *СПбГЭТУ «ЛЭТИ», СПб.* – 2016.

Майоров В.Г., Николаев А.И., Зильберман Б.Я., Щербаков В.М. Утилизация сбросных растворов в технологии перовскита // *Журнал прикладной химии.* – 2007. – 80(6). – 899-902 с.

Егорова А.В., Белова К.Г., Анимича И.Е. Новый кислород-дефицитный перовскит La (Al 0.5 Zn 0.5) O 2.75: синтез, структура, транспортные свойства // *Журнал физической химии.* – 2020. – 94(12). – 1842-1848 с.

Ляшенко Т.Г. Подавление фото-и электроиндуцированной фазовой нестабильности в свинцовогогалогенидных перовскитах для разработки светоизлучающих устройств (Doctoral dissertation). – (2020).

Павлов С.С., Макаров Н.А. Золь-гель синтез материалов в системе ZnO-SnO₂ // *Успехи в химии и химической технологии.* – 2021. – 35(4). – 76-78 с.

Коротков Л.Н., Толстых Н.А., Короткова Т.Н., Емельянов Н.А., Еремина Р.М. Магнитный отклик субмикронных титаната бария и титаната стронция // *XXII Всероссийская конференция по физике сегнетоэлектриков (ВКС-XXII).* – 2021. – 34.

Гурин С.А., Печерская Е.А., Зинченко Т.О., Фимин А.В., Николаев К.О. Конструкции и технологические режимы формирования чувствительных элементов микроэлектронных датчиков быстропеременного и статического давления // *Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль.* – 2019. – (3(29)). – 111-118 с.

Положенцев О.Е. // Локальная атомная и электронная структура некоторых разбавленных магнитных полупроводников на основе оксидов (Doctoral dissertation, Южный федеральный университет). – 2010.

Гременок В.Ф., Тиванов М.С., Залесский В.Б. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов. // *Альтернативная энергетика и экология.* – 2009. – 1. – 59-124 с.

Марончук И.И., Санникович Д.Д., Мирончук В.И. Солнечные элементы: современное состояние и перспективы развития // *Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ.* – 2019. – 62(2). – 105-123 с.

Аксенов и др. Понимание миграционных барьеров для введения одновалентных ионов в катодные материалы на основе оксидов переходных металлов и фосфатов: исследование DFT // *Comp. Mat. Science.* – 2018. – 154. – 449-458 с.

REFERENCES:

Zyryanov B.V. Mechanochemical synthesis, phase composition and properties of the Pb (7n 1/3 Mb₂/z) Oz-based segmented ceramics. // *Inorganic Materials.* - 2006. - 42(1). - 94-100 с. (in Russ).

Drozdov K.A., Krylov I.V., Chizhov A.S., Romyantseva M.N., Ryabova L.I., Khokhlov D.R. Optically induced charge exchange in composite structures based on ZnO with

embedded CsPbBr nanocrystals // *Semiconductor Physics and Technology*. - 2019. - 53(6). - 824-828 c. (in Russ).

Pavlyuk A.S., Babkina A.N. Investigation of the temperature dependence of the optical properties of borogermanate glass with perovskite nanocrystals. // *In Glass: Science and Practice*. - 2021. - 120-122 c. (GlasSP2021) (in Russ).

Kalyakin A.S., Fadeev G.I., Volkov A.N., Gorbova E.V. & Demin A.K. Electrodes for potentiometric solid electrolyte sensors with undivided gas spaces for measuring the content of combustible gases CO and H₂ in gas mixtures // *Electrochemistry*. - 2015. - 51(2). - 162 c. (in Russ).

Abrashova E.V. Sol-gel synthesis and analysis of nanoporous fractal compositions based on ZnO-SnO₂-SiO₂ system for gas-sensitive elements // *SPbGETU "LETI", SPb*. - 2016. (in Russ).

Mayorov V.G., Nikolaev A.I., Zilberman B.Y., Shcherbakov V.M. Disposal of discharge solutions in perovskite technology // *Journal of Applied Chemistry*. - 2007. - 80(6). - 899-902 c. (in Russ).

Egorova A.V., Belova K.G., Animitsa I.E. New oxygen-deficient perovskite La (Al 0.5 Zn 0.5) O 2.75: synthesis, structure, transport properties // *Journal of Physical Chemistry*. - 2020. - 94(12). - 1842-1848 c. (in Russ).

Lyashenko T.G. Suppression of photo- and electro-induced phase instability in lead-halide perovskites for development of light-emitting devices (Doctoral dissertation). - (2020). (in Russ).

Pavlov S.S., Makarov N.A. SOL-GEL SYNTHESIS OF MATERIALS IN ZnO-SnO₂ SYSTEM // *Advances in Chemistry and Chemical Technology*. - 2021. - 35(4). - 76-78 c. (in Russ).

Korotkov L.N., Tolstykh N.A., Korotkova T.N., Emelyanov N.A., Eremina R.M. Magnetic response of submicron barium titanate and strontium titanate // *XXII All-Russian Conference on Physics of Ferroelectrics (VKS-XXII)*. - 2021. - 34. (in Russ).

Gurin S.A., Pecherskaya E.A., Zinchenko T.O., Fimin A.V., Nikolaev K.O. Designs and technological modes of formation of sensitive elements of microelectronic sensors of rapidly variable and static pressure // *Measurement. Monitoring. Control. Control*. - 2019. - (3(29)). - 111-118 c. (in Russ).

Polozhentsev O.E. // *Local atomic and electronic structure of some dilute oxide-based magnetic semiconductors (Doctoral dissertation, Southern Federal University)*. - 2010. (in Russ).

Gremenok V.F., Tivanov M.S., Zaleskii V.B. Solar cells based on semiconductor materials. // *Alternative Energy and Ecology*. -2009. - 1. - 59-124 c. (in Russ).

Maronchuk I.I., Sanikovich D.D., Mironchuk V.I. Solar cells: current state and prospects for development // *Energy. Izvestiya vysokikh izuchenii i energeticheskikh soedinenii SSSR [Proceedings of Higher Educational Institutions and Energy Associations of the CIS]*. - 2019. - 62(2). - 105-123 c. (in Russ).

Aksenov et al. Understanding migration barriers for introducing single-valent ions into cathode materials based on transition metal and phosphate oxides: a DFT study // *Comp. Mat. Science*. -2018. - 154. - 449-458 c. (in Russ).

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 134-145
<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.154>

УДК 551.465

**S. Syrlybekkyzy^{1*}, A.K. Kurbaniyazov^{1,2}, S. Koibakova¹,
N.Sh. Janaliyeva¹, A. Akkenzheyeva¹, A. Zhidebaeva¹**

¹Yessenov University, Aktau, Kazakhstan;

²Akhmet Yassawi University, Turkistan, Kazakhstan.

E-mail: samal.syrlybekkyzy@yu.edu.kz

NEW DATA ON SEA CURRENTS IN THE MIDDLE CASPIAN SEA IN THE SECTION OF AKTAU-PK “KURYK” AND THEIR VARIABILITY DEPENDING ON CLIMATIC CONDITIONS

Abstract. The article presents the results of direct dimensions of the sea current and thermohaline structure of the middle Caspian, at the section of Aktau – Kuryk ferry complex.

The results have been received for the first time in 30 years and are new and published for the first time. The research was done by Institute of Oceanology RAS (IO RAS) together with NJSC Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Essenov in 2020. The works were done from catamaran board. Weather conditions were estimated by portative meteorological station GILL GMX 500. On the 13 sea stations muddiness and chlorophyll fluorescence were measured by SBE Sea Cat 19 plus, and thermohaline parameters by oceanographical sonde YSI 6600 as a part of flowing sounding system. Anchored stations were equipped with current speed recorders Lowell TCM-1 Tilt Current Meter, DST centi T thermistors of Star-Oddi firms and Sea Horse benthal water current gauges. Measurement of sea current was done with acoustic dopler current gauge (ADCP «RDI Work Horse 600 kHz»), hung from catamaran board.

Coastal upwelling in Peschanyi region can occur not only due to onshore wind, but due to strong offshore wind of northwest rhumb, from coastal area of the cape in Kuryk ferry region which is aligned with the conclusions of the previous works. Since direct measurement of the current and thermohaline structure in the region was done in 1990s, the research was

performed to fill up the gaps. We hope that the received results will become the beginning for organization of systematic oceanographical researches performed earlier in 2010s at the regional level.

Key words. Caspian Sea, ferry complex, hydrophysical mode, sea current, direct measurement, upwelling, Peschanyi cape.

**С. Сырлыбеккызы^{1*}, А.К. Курбаниязов^{1,2}, С.Е. Койбакова¹,
Н.Ш. Джаналиева¹, А.Ш. Аккенжеева¹, А.Е. Жидебаева¹**

¹Есенов университеті, Ақтау, Қазақстан;

²Ахмет Ясауи Университеті, Түркістан, Қазақстан.

E-mail: samal.syrlybekkyzy@yu.edu.kz

АҚТАУ КЕНТІ – «ҚҰРЫҚ» ӨК ҚИМАСЫНДАҒЫ ОРТА КАСПИЙДЕГІ ТЕҢІЗ АҒЫСТАРЫ ТУРАЛЫ ЖАҢА ДЕРЕКТЕР ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРҒА БАЙЛАНЫСТЫ ОЛАРДЫҢ ӨЗГЕРГІШТІГІ

Аннотация. Мақалада орта Каспийдің Ақтау кенті қимасы – Құрық паромдық кешеніндегі теңіз ағыстары мен термохалин құрылымын тікелей өлшеу нәтижелері келтірілген.

Нәтижелер 30 жылда алғаш рет жаңа болып табылады және алғаш рет жарияланады. Зерттеулерді РФА океанология институты (РФА ИО) 2020 ж. Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті КЕАҚ-пен бірлесіп жүргізді. Катамаран бортынан жұмыстар жүргізілді. Ауа райы жағдайлары gill GMX 500 портативті метеостанциясымен бағаланады. 13-және теңіз станцияларында SBE Sea cat 19 plus зоодының көмегімен хлорофиллдің люминесценциялары және YSI 6600 мұхиттық зондының ағынды зонд жүйесі бар термохалин параметрлері өлшенеді. Зәкір станциялары Lowell TCM-1 Tilt Current Meter ағыс жылдамдығын тіркеушілермен, DST centi T термисторларымен, star-Oddi фирмасымен және теңіз теңізінің су ағысының төменгі өлшегіштерімен жабдықталған. Теңіз ағыстарын өлшеу катамаран бортынан ілінген акустикалық доплерлік ағыс өлшегішінің (ADCP «RDI Work Horse 600 kHz») көмегімен жүргізілді.

Құмды мүйіс ауданындағы жағалау апвеллинг тек жағалаудағы желдің әсерінен ғана емес, сонымен қатар солтүстік-батыс румбаның қатты бұрқасын салдарынан, Құрық ПК орналасқан аймақтағы жағалау аймағынан да пайда болуы мүмкін, бұл ерте жұмыстардың қорытындыларына сәйкес келеді. Зерттеу аймағындағы ағымдар мен

термохалин құрылымын тікелей өлшеу 1990 жылы жүргізілгеніне сүйене отырып, олқылықтың орнын толтыру үшін зерттеулер жүргізілді. Алынған нәтижелер аймақтық деңгейде жүйелі мұхиттық зерттеулерді ұйымдастырудың бастамасы болады деп үміттенеміз.

Түйін сөздер: Каспий теңізі, паром кешені, гидрофизикалық режим, теңіз ағындары, тікелей өлшеулер, апвеллинг, Құмды мүйіс.

**С. Сырлыбекқызы^{1*}, А.К. Курбаниязов^{1,2}, С.Е. Койбакова¹,
Н.Ш. Джаналиева¹, А.Ш.Аккенжеева¹, А.Е. Жидебаева¹**

¹Университет Есенова, Актау, Казахстан;

²Университет Ахмеда Ясави, Туркистан, Казахстан.

E-mail: samal.syrlybekkyzy@yu.edu.kz

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МОРСКИХ ТЕЧЕНИЯХ В СРЕДНЕМ КАСПИИ НА РАЗРЕЗЕ п. АКТАУ-ПК «КУРЫК» И ИХ ИЗМЕНЧИВОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Аннотация. В статье приведены результаты прямых измерений морских течений и термохалинной структуры Среднего Каспия, на разрезе п. Актау – паромный комплекс Курык.

Результаты получены впервые за 30 лет, являются новыми и публикуются впервые. Исследования выполнены Институтом океанологии РАН (ИО РАН) совместно с НАО Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова 2020 г. Работы велись с борта катамарана. Погодные условия оценены портативной метеостанцией GILL GMX 500. На 13-и морских станциях, измерены мутности, флуоресценции хлорофилла с помощью зода SBE Sea Cat 19 plus, и термохалинные параметры с помощью океанографического зонда YSI 6600 в составе проточной зондирующей системы. Заякоренные станции оснащались регистраторами скорости течений Lowell TCM-1 Tilt Current Meter, термисторами DST centi T, фирмы Star-Oddi и придонными измерителями течений воды Sea Horse. Измерения морских течений выполняли с помощью акустического доплеровского измерителя течений (ADCP «RDI Work Horse 600 kHz»), вывешиваемого с борта катамарана.

Прибрежный апвеллинг в районе м. Песчаный может возникать не только из-за вдоль береговых ветров, но и из-за сильных сгонных ветров северо-западного румба, с прибрежной зоны мыса в районе

расположения ПК «Курык», что согласуется с выводами ранних работ. Исходя из того, что прямые измерения течений и термохалинной структуры в районе исследований выполнялись в 1990 гг, исследования выполнены для восполнения пробела. Надеемся, что полученные результаты станут началом для организации проводимых ранее, систематических океанологических исследований на региональном уровне.

Ключевые слова: Каспийское море, паромный комплекс, гидрофизический режим, морские течения, прямые измерения, апвеллинг, мыс Песчаный.

Introduction. The Caspian Sea is the largest closed waters in the world located in Eurasia. Duration of the onshore line is 5970 km, 2320 km of which relate to Kazakhstan, including 1399.5 km of Mangistau oblast. The Caspian Sea was one of the most studied seas, the problems of which are published in many works [Tuzhilkin, 2008: 14; Kosarev, 2005: 60]. However, there are also regions with insufficient level of study and data coverage of nature observation. This relates to the sharp reduction in the recent years of the researches at the regional level which were performed in 2008-2010. The regions with insufficient study in all directions are Peschanyi cape region, in the onshore of which a new port was put into operation. This is multimodal transportation hub – Kuryk ferry complex which is an important chain for entry to the Europe via the Caspian Sea through Azerbaijan.

Activation of oil production and growth of goods transportation requires the most serious attention to eco-safety issues, at the new port aquatorium and especially at the onshore zone of Peschanyi cape, and middle part of the Caspian Sea. The eastern shore of the middle Caspian is located at the border with large climate (modest and subtropical) regions as well as barometric circulation (North Atlantic and North Asian) regions. Such location of this region defines high intensity of the changeability of its meteorological conditions in different range of scale (synoptic, seasonal, intraannual).

The article presents information received as a result of the expedition conducted by Institute of Oceanology named after P.P. Shirshov guided by RAS together with NJSC Caspian University of Technology and Engineering named after Sh.Essenov.

The aim of the work is to study the principle of mesoscale spatial structure and synoptic variability of hydrophysical and thermohaline space.

Methods of study. Sea dimensions was performed with the help of rented catamaran «Endeavor» during October 27 to 29, 2020, at the section from Aktau to the South, Peschanyi cape, and to the East, Kuryk ferry complex and Sarzha (fig. 1, a). The section consists of 13 stations (fig. 1, b).

The methods and equipment applied in the work meet modern requirements and can ensure the set tasks. In order to study the sea part of Peschanyi cape, modern measurement methods and tools of ocean study in-situ were used, which means directly in the sea environment during natural research [Bordovskiy, 1992: 110].

The peculiarity of the methods and tool used in the work – availability in real-time scale (on-line) which gives information about all the processes in the sea.

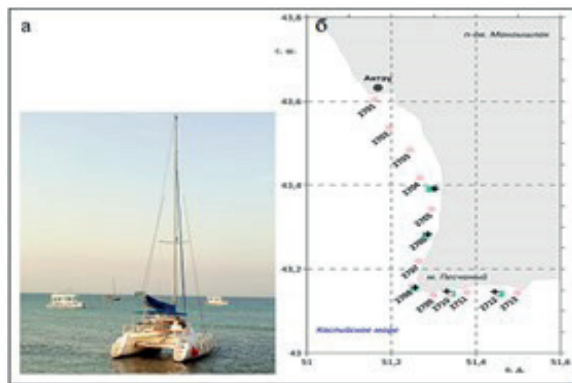


Figure 1. Middle Caspian Sea work region, in Mangistau oblast
a) cataraman «Endeavor»; b) right – map-scheme of work region

Hydrometeorological condition at the Caspian Sea was estimated with the help of automated portable meteorological station GILL GMX 500, established at Peschanyi cape, (st. 2708), at 5m height, over the sea level. The station worked from October 26 to 29, 2020.

Wind direction and speed were measured as well as atmospheric pressure and relative air humidity. Discretion of changes was 1 second.

Hydrophysical changes. During expedition, hydrophysical changes at 13 stations include muddiness measurement from the sea surface to the bottom, chlorophyll fluorescence with the help of SBE Sea Cat 19 plus zonde. At the transfers between the stations there were measurement of thermohaline characteristics of the surface layer along the ship track with the help of flow sound system. The system consists of:

- a pump supplying sea water with 1 l/s capacity,
- special container of 30 litres capacity,
- oceanographical zonde YSI 6600.

Flow system allowed to register the values of temperature and salinity of the sea water with high spatial resolution (around 50m).

Anchored sea stations established at the observation points were

equipped by speed and flow gauges Lowell TCM-1 Tilt Current Meter [7], for determination of true direction with respect to dip pole. Also, at the point 2708 (Peschanyi cape) the anchored station was established with thermally sensible resistor DST centi T of Star-Oddi firm, as well as with benthal measurement of the flow of the sea water Sea Horse [Sheremet, 2010: 11].

7]. Speed and direction of the water flow at the anchored station were measured with 16 Hz frequency for 60 seconds, through each 2 minutes. Values of the temperature were fixed with 2-minute discretion.

In order to measure the current, the flow gauge was used (ADCP «RDI Work Horse 600 kHz»). The tool was hung from catamaran board and held in the surface layer for 10 minutes. Speed and direction of the water flow were measured by established 1m cell size, vertically. The received data were averaged by time.

Results and discussion. Variability of meteorological conditions during work performance. As per the meteorological station data GILL GMX 500, during expedition in the work region the act of northern-eastern winds was observed with maximum speed in the evening up to 9.0 m/s. Average speed of with during observations was 3.1 m/s. (fig. 2, a).

In the afternoon of October 26 act of south-eastern wind was observed (SE – 1.8 m/s) and western, on October 27 (NE – 3.4 m/s), October 28 (NE – 5.9 m/s) and October 29 as well (NE – 5.1 m/s). During evening time only on October 27 wind speed increase was fixed up to 7.3 m/s.

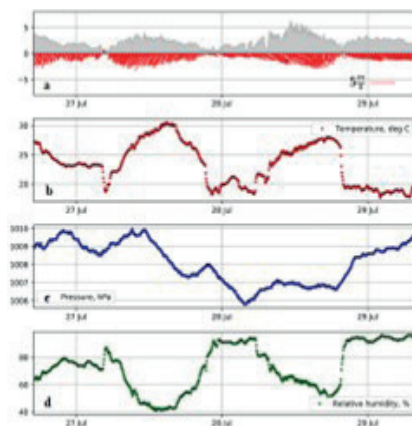


Figure 2. Results of measurements performed by meteorological station GILL GMX500 averaged by 5-minute intervals: a – vector diagram of wind speed, m/s; c – atmospheric pressure variability schedule; d – relative humidity variability schedule

Such variability of wind speeds and frequency, in general, is agreed with reanalysis database (RDB) NCEP/NCAP (USA). This RDB contains

meteorological space on the Caspian Sea from 1948 up to date [8]. Atmospheric pressure varied from 1005.8 hPa to 1010 hPa. It should be noted that 1 hectopascal [hPa] = 0.750063755419211 mm Hg, 1 mm Hg = 1.33 hPa. Decrease of pressure helped to increase waves in the onshore zone of the work region. Comparison of received meteorological data at the separate stations of the section, with Kazgidromet data and reanalysis [Kalnay, et al, 1996: 440], showed that:

- universal relation should not be applied at the Caspian Sea water area for correction of reanalysis of data base of NCEP/NCAP, due to variability of the climate condition.

This is related to the difference from amendments for Black and Baltyisk seas [Bukhanovskiy, et al, 2009: 75; Bukhanovskiy, et al, 2003: 37], for the Caspian Sea this approach will be very roughly average.

Thermahaline structure of waters in the research region. Vertical distribution of water temperature, its salinity, and chlorophyll fluorescence, dissolved oxygen, muddiness in the work region presented in the fig. 3, on the left.

Fig. 3, right, on the map scheme of the station the following is indicated: Karakol lake, saline basin and facilities.

Vertical distribution of values of water salinity. In the waters of the work region local maximums of salinity occurred (increase to 0.2-0.3 psu, relative bottom and surface layers). Moreover, the most expressed maximum salinity is noted at st. 2708 (extremity of Peschanyi cape), conforming with muddiness peak (fig.3, b). Increase in water salinity up to 12.0 psu, related to intensive water evaporation and further wind mixing. This agrees with the conclusions of Kossarev [Kossarev, et al, 1992: 117], about the fact that water rise occurs mainly from the lower border of seasonal thermocline (20-40 m), causing the occurrence on the seas surface near the water onshore of deep-water mass. 1 psu (practical salinity units) = 1‰.

Vertical distribution of chlorophyll and oxygen concentration. More cold areas of the waters between st. 2707 and 2712, accompanying by maximum concentration of chlorophyll (fig. 3,c) and dissolved oxygen (fig. 3,d). Thus, concentration of chlorophyll at st. 2707 was 1.5 mg/m³ and 1.48 mg/m³ at st. 2712. Minimum concentration of chlorophyll is noted at the upper layer of water at st. 2708 at Peschanyi cape and was 0.5 mg/m³, that it is mainly related to intensive water circulation at the cape extremity. Relatively high concentration of dissolved oxygen was noted at stations 2708 (1008.5 kg/m³) and at st. 2712 (1008.3 kg/m³). Less – (1007.5 kg/m³) at the upper layer of Peschanyi cape (st. 2708).

As shown in [Klenova, et al, 1962: 12], this is related to the fact that

vertical circulation goes more intensive in the middle Caspian Sea, which is confirmed with less variations as well in oxygen content both on the surface and on the bottom. Range of variations of dissolved oxygen from 1007.5 to 1008.5 kg/m³ from the water surface to the bottom, agreed with the results of the early works.

Vertical distribution of muddiness value. The region between stations 2707 and 2709 (extremity arc of Peschanyi cape), was characterised by increased water muddiness along the column (fig. 3, e). Maximum muddiness is noted in the middle water layer between the stations 2705 and 2706, and was 2.0 units of NTU and 1.5 units of NTU on the surface layer. Maximum water muddiness on these stations coincided with the region of maximum warming at the station 2705.

Here – NTU - nephelometric turbidity units.

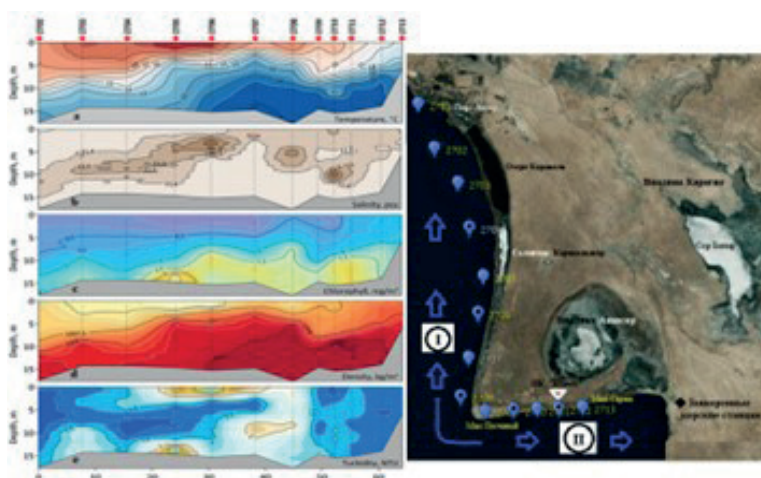


Figure 3. Vertical distribution of temperature, salinity, chlorophyll concentration, dissolved oxygen and muddiness at the section Aktau - Kuryk (on the left); Map-scheme of the sea stations, and Karakol lake, saline lands and facilities on the lands (on the right)

Many of researchers, starting with N. Knipovich, relate formation of this anomaly with act of prevailing north-western winds [Ginzburg, et all, 2005: 12], which is in general agreed with the results of our researches. In the work of [Agatov, et all, 2019: 70], A. Agatov and others, upwelling is noted in Peschanyi cape which is formed under the influence of two counter flows. The first counter flow is the flow of transformed Volga waters getting through the northern part. The second flow is the flow of south-caspian waters. Onshore upwelling in the Peschanyi cape region can occur not only due to along-shore winds, but due to strong offshore wind of north-

western rhumb, with onshore area which agrees with conclusions in the work [Pakhomova, et all, 1972: 73; Arkhipkin, 1996: 101].

Variability of sea flow. The results of measurement received on the anchored stations and map-scheme of their location shown on figure. 4. On the station №2 located near station 2706 (saline lands) development of along-shore flows directed mainly to the south, south-west was fixed with the speeds from 1 sm/s to 13 sm/s, (fig. 4,b).

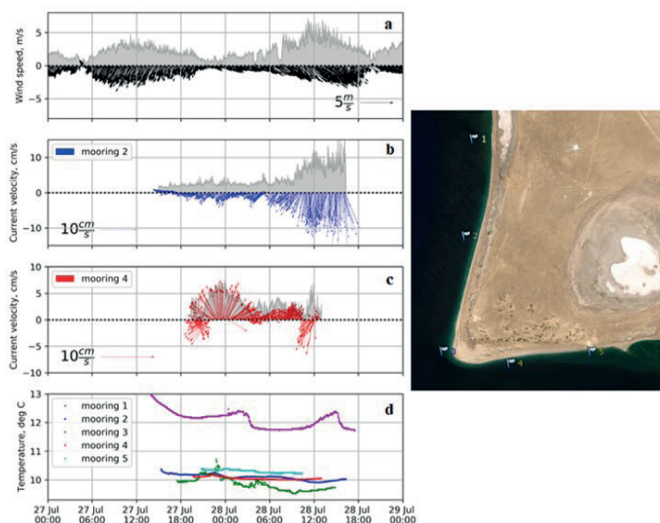


Figure 4. The results of measurement (on the left) on the anchored stations (on the right) a) Vector diagram of wind speed and direction; b) vector diagram of bottom flows at st. №2; c) same as on st. №4; d) indices of temperature gauges in the bottom water layer at st. №№ 1,2,3,4 and 5.

On the station №4, in the South part of Peschanyis cape, development of bottom flows was fixed directed mainly to the North, North-East with speeds up to 7 sm/s (fig.6, c).

These data show the development on the flows counter to each other in the bottom layer, bordered by the cape which is clear on the vector diagram on st. №4.

Moreover, data received on the station №4, show the presence of water masses movement to the shore in the bottom layer, which may indicate the process of “upwelling” which in general agrees with CTD-profiling data. Data from thermistor located on the bottom layer at the anchored station №1 (fig.6, d), significantly differ from the indices of the station gauges located to the south from the stations № 2 and № 3.

Conclusion. Based on the mentioned material, the following conclusions were formed. Variability of the environmental conditions in the work region

agrees with data from Kazgidromet and reanalysis database (RDB) NCEP/NCAP (USA) [8], which contain meteorological spaces on the Caspian Sea from 1948 up to date.

It was established that on the eastern part of water basin of the middle Caspian Sea, the universal relation should not be applied for correction of reanalysis database of NCEP/NCAP. Other than the difference from amendments for Black and Baltyisk seas [9,10], for the Caspian Sea this approach will be roughly average.

Increase of salinity of water up to 12.0 psu is related to intensive water evaporation and further wind mixing. This agrees with the conclusion of Kossarev in the [12].

It is established that rise at the sea shore from the lower border of seasonal thermocline (20-49 m) deeper waters from $T=10-12^{\circ}\text{C}$, leads to increase of salinity $S=12.7-12.9\text{‰}$ [12].

Colder waters at the section differed from maximum chlorophyll concentration and dissolved oxygen. High concentration of dissolved oxygen noted on the stations 2708 (1008.5 kg/m^3) and on the station 2712 (1008.3 kg/m^3). Less - (1007.5 kg/m^3) in the upper layer at the cape (st. 2708). Range of variations of oxygen with values from 1007.5 to 1008.5 kg/m^3 from the waters surface to the bottom agrees with the results of the work [12].

Maximum muddiness was noted in the middle layer of waters between st. 2705 and 2706, was 2.0 units of NTU and agreed with the region of maximum warming (23°C) at st. 2705 (saline lands).

Many of researchers, starting with N. Knipovich, relate formation of this anomaly with act of prevailing north-western winds [14], which is in general agreed with the results of our researches. In the work of [15], A. Agatov and others, upwelling is noted in Peschanyi cape which is formed under the influence of two counter flows. The first counter flow is the flow of transformed Volga waters getting through the northern part. The second flow is the flow of south-caspian waters.

Coastal upwelling in Peschanyi region can occur not only due to onshore wind, but due to strong offshore wind of northwest rhumb, from coastal area of the cape in Kuryk ferry region which is aligned with the conclusions of the previous works [16,17].

Vector diagram of the flows of anchored st. №4 (Kuryk FC) show the presence of water masses movement to the shore in the bottom layer, which may indicate the process of "upwelling" which in general agrees with CTD-profiling data.

The authors thank the colleagues from Oceanology Institute named after P.P. Shirshova RAS represented by P.O. Zavyalov for the support in arranging and performing the marine expedition.

We hope that the received results will become the beginning for arrangement of systematic oceanological researches performed earlier in 2010 on the regional level.

Application for financing

This research was funded by the Committee on Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant no. AP08956547).

Information about authors:

Syrlybekkyzy Samal – PhD, assistant professor, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; samal.syrlybekkyzy@yu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-0260-0611>;

Kurbaniyazov Abilgazy – candidate of geographical sciences, professor, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; abilgazy.kurbaniyazov@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-2983-6763>;

Koibakova Symbat - Head of the department of ecology and geology, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; symbat.koibakova@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3027-4128>;

Janaliyeva Nurgul – PhD doctoral student, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; nurgul.janaliyeva@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9823-0255>;

Akkenzheyeva Anar – assistant professor, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; anar.akkenzheyeva@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9847-8218>;

Zhidebaeva Ainur – PhD doctoral student, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; ainur.zhidebayeva@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1217-5305>.

REFERENCES

Agatova A.I., Torgunov N.I., Serebrennikova E.A., Dukhova L.K. spatial time variability of organic substances in the Caspian Sea // Water resources, 2019, ch. 46, № 1, p.70–81.

Arkhipkin V.S. Hydrology of coastal upwelling of Black and Caspian seas. – M.: MGU named after M.V. Lomonosov, 1996. -129 p.

Bordovskiy O.K. Modern methods of hydrochemical researches of ocean / Edt. Bordovskiy O.K., B.N. Ivanenkov. M.: IO AN USSR, 1992. 198 p.

Bukhanovskiy A.V., Lopatukhin L.I., Chernysheva E.S. Storm in Black sea in 11.11. 2007 and statistics of extremal storms of sea // Information of Russian geographic society. 2009. Issue 2. P. 71-84.

Bukhanovskiy A.V., Lopatukhin L.I., Degtyarev A.B., Rozhkov V.A. Reference data on wind and waves mode of Barentsev, Okhotsk and Caspian seas. SPb.: Russian marine register of ships, 2003. 213 p.

Ginzburg A.I., Kostyanoi A.G., Soloviyev D.M., Sheremet N.A. Structure of upwelling at the western shore of the middle Caspian (on the satellite observation) // *Research of the Earth from cosmic*, 2005, № 4. P. 76-85.

Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R. et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project // *American Meteorological Society*. 1996. V. 77. P. 437-470.

Klenova M.V., Soloviyev V.F., Aleksina I.A., Vikhrenko N.M., Kulakova L.S., Mayev E.G., Rikhter V.G., Skornyakov N.S. Geological structure of underwater upwelling of the Caspian Sea, M., Publisher AN USSR, 1962.

Kosarev A.N. Physico-Geographical Conditions of the Caspian Sea // *The Caspian Sea Environment* / Eds. A.G. Kostianoy, A.N. Kosarev. – *Hdb. Env. Chem.* V. 5. Part P. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2005. – P. 59–81. doi: 10.1007/698_5_002.

Kossarev A.N., Arkhipkin V.S. Water masses // *Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas*. - T. 6. The Caspian Sea. - Hydrometeoizdat Saint-Petersburg, 1992. - P. 117–124.

Pakhomova A.S., Kossarev A.N. Hydrochemical conditions and genesis of anomalous cold water at the eastern shore of the middle Caspian // *Issues of theoretical and applied chemistry of the seas: Set of scientific works*. M.: Science. – 1972. – P. 73-82.

Sheremet V.A. Sea Horse Tilt Current Meter: Inexpensive Near-Bottom Current Measurements Based on Drag Principle with Coastal Applications // *Eos Trans. AGU*. 2010. V. 91. № 26. Ocean Sci. Meet. Suppl., Abstract PO25C-13.

Tuzhilkin V.S. Seasonal and lasing variability of water structure at Black and Caspian seas and the process of their formation. Autosummary diss. Doctor of geographic sciences. - M.: MGU named after M.V. Lomonosov. 2008. 44 p.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 342 (2022), 146-157

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.155>

УДК 574.6+537.87+57.043

I.T. Sultangaliyeva*, R.R. Beisenova

L.N. Gumilyov Eurasian National University, 13 K. Munaitpasov
St., Nur-Sultan, Kazakhstan.
E-mail: in211187@mail.ru

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION FROM CELL PHONES ON HYDROBIONTS BY BIOTESTING

Abstract. The article considers the problem of the influence of electromagnetic radiation on living organism, generated by cellular communication.

Over the last decades, due to the increase in technogenic processes and their influence on the Earth's electromagnetic field, the topic of the impact of electromagnetic radiation on living things has been increasingly studied. Modern technologies have become a source of electromagnetic pollution generated electromagnetic fields. It is still unclear if the electromagnetic radiation has a negative effect on living organisms as there is not enough evidence to prove it. This is despite the fact that low frequency electromagnetic fields have been classified as potentially carcinogenic. The World Health Organization (WHO) puts the problem of global electromagnetic pollution of the environment on the priority of humanity. In many countries, cellular communication occupies a special place among anthropogenic sources of electromagnetic radiation.

The use of mobile phones is continually increasing throughout the world. A cell phone is a small-sized transceiver operating in the 900/1800 MHz range, which refers to damaging environmental factors. The impact of radiation caused electromagnetic waves of cell phones on the abundance of *Daphnia magna* was investigated. Radiation effects are clearly evident in the study with Samsung Galaxy J 7 and Vivo V 20 cell phones. Based on the results of the growth dynamics of daphnia, the effect of cell phone frequencies on the number of hydrobionts was observed, and the number

of crustaceans reached 31 under the influence of Samsung Galaxy J 7 and 44.3 under the impact of Vivo V 20 respectively, there was a decrease in the number of crustaceans of 50.3% and 28.9% below the control results.

Key words: electromagnetic radiation, electromagnetic fields, cell phone, *Daphnia* culture, hydrobionts.

И.Т. Султангалиева*, Р.Р. Бейсенова

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Нұр-Сұлтан, Қазақстан.
E-mail: in211187@mail.ru

БИОТЕСТИЛЕУ ӘДІСІМЕН ҰЯЛЫ ТЕЛЕФОНДАРДЫҢ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК СӘУЛЕЛЕНУІНІҢ ГИДРОБИОНТТАРҒА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Аннотация. Мақалада ұялы байланыс нәтижесінде пайда болатын электромагниттік сәулеленудің тірі организмге әсері қарастырылады.

Соңғы онжылдықтарда техногендік процестердің күшеюіне және олардың жердің электромагниттік өрісіне әсер етуі электромагниттік сәулеленудің тірі заттарға әсер ету тақырыбы көбірек зерттелуде. Қазіргі заманғы технологиялар электромагниттік өрістер тудыратын электромагниттік ластанудың көзіне айналды. Электромагниттік сәулеленудің тірі организмдерге теріс әсер ететіні әлі белгісіз, өйткені оны растайтын дәлелдер жеткіліксіз. Бұл төмен жиілікті электромагниттік өрістер ықтимал канцерогенді деп жіктелген болса да. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы (ДДСҰ) Ғаламдық электромагниттік қоршаған ортаның ластану мәселесін адамзаттың басымдығына қояды. Көптеген елдерде ұялы байланыс электромагниттік сәулеленудің антропогендік көздерінің арасында ерекше орын алады.

Ұялы телефондарды пайдалану бүкіл әлемде үнемі өсіп келеді. Ұялы телефон – бұл қоршаған ортаның зиянды факторларына қатысты 900/1800 МГц диапазонында жұмыс істейтін шағын габаритті қабылдағыш. Ұялы телефондардың электромагниттік толқындарынан туындаған сәулеленудің *Daphnia magna* санына әсері зерттелді. Радиацияның әсері Samsung Galaxy J 7 және Vivo V 20 ұялы телефондарымен зерттеуде айқын көрінеді. Дафнияның өсу динамикасының нәтижелері бойынша ұялы телефон жиіліктерінің гидробионттар санына әсері байқалды, ал шаян тәрізділер Саны Samsung Galaxy J 7 әсерінен 31-ге және Vivo V 20 әсерінен 44,3-ке жетті, сәйкесінше

шаян тәрізділер санының бақылау нәтижелерінен 50,3% және 28,9% -ға төмендеуі байқалды.

Түйін сөздер: электромагниттік сәулелену, электромагниттік өрістер, ұялы телефон, дафния мәдениеті, гидробионттар.

И.Т. Султанғалиева*, Р.Р. Бейсенова

Евразийский университет имени Л.Н. Гумилева,

Нур-Султан, Казахстан.

E-mail: in211187@mail.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ НА ГИДРОБИОНТЫ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы, касающиеся проблемы влияния электромагнитных излучений на живой организм, генерируемых сотовой связью.

За последние годы, из-за возрастания техногенных процессов и их влияния на электромагнитный фон Земли, все чаще изучается тема влияния электромагнитного излучения на живые организмы. Современные технологии стали источниками электромагнитного загрязнения от генерируемых электромагнитных полей. Влияние электромагнитных излучений остается под вопросом, так как нет четких и окончательных доказательств его негативного влияния на живые организмы. Это несмотря на то, что электромагнитные поля низкой частоты были классифицированы как потенциально канцерогенные. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) считает проблему глобального электромагнитного загрязнения окружающей среды в числе приоритетных для человечества. Во многих странах среди антропогенных источников электромагнитных излучений особое место занимает сотовая связь.

Использование мобильных телефонов постоянно растет во всем мире. Сотовый телефон представляет собой малогабаритный приемопередатчик, работающий в диапазоне 900/1800 МГц, который относится к повреждающим факторам внешней среды. Исследовано влияние электромагнитного излучения сотовых телефонов на численность *Daphnia magna*. Эффекты излучения четко выражены в исследовании под воздействием сотовых телефонов Samsung Galaxy J 7 и Vivo V 20. Опираясь, на результаты роста динамики дафний наблюдается влияние частот сотовых телефонов на показатели количества гидробионтов,

число которых было 31 под действием телефона Samsung Galaxy J 7 и 44,3 при Vivo V 20, соответственно произошло уменьшение количества рачков на 50,3% и 28,9% ниже контрольных результатов.

Ключевые слова: электромагнитные излучения, электромагнитные поля, сотовый телефон, культура дафний, гидробионты.

Introduction. Living organisms, both plants and animals, exist under the constant influence of the environment through environmental factors (Streimikiene, 2015). Sustainable development of each country affects the well-being and human health, which depends on the state of the environment, the quality of food and drinking water (Tussupova, et al, 2015; Ishchenko, et al, 2018).

Physical pollution is taking on an ever-increasing role in the overall flow of negative anthropogenic impacts on the biosphere (Gubceac, et al, 2015). This happens because of a change in the physical parameters of the environment from the natural background. In recent times, the electromagnetic pollution (EMP) of the environment has been rapidly increasing (Redlarski, et al, 2015).

The ecological significance of electromagnetic fields (EMF) is dramatically increasing in the modern world and is becoming the subject of special study (Zmyslony, 2008). In 1995, the World Health Organization (WHO) coined the official term “global electromagnetic pollution of the environment.” WHO pays special attention to the problem of negative effects of electromagnetic fields. WHO has included the electromagnetic pollution as one of the main environmental issues among the priority problems of mankind (IARC WHO, 2011). In recent decades, many researchers studied the impact of an environmentally unfavorable environment on the development and overall capability of the human body. It should be noted that negative factors of anthropogenic impact contribute to a decrease in health resources at the individual and population levels. As it has been argued by some researchers consider data that each ecological situation contributes to the formation of a certain phenotype (Genius, 2008).

Studies regarding the impact of electromagnetic fields on human health are of considerable interest. It must be underlined that the negative factors of anthropogenic impact contribute to a decrease in health resources at the individual and population levels. Among the sources of technology-related impact of electromagnetic radiation on the population, the most common are cell phones (Wall, et al, 2019; Kolbasin, et al, 2013; Okur, et al, 2021; Strode, et al, 2017; Panagopoulos, et al, 2004).

V. Krylov in his studies used the developing parthenogenetic eggs of *Daphnia magna* as a test system to assess the impact of a number of low-frequency electromagnetic fields with a density of 75 μT . Two blocks of EMF

acting frequencies were found in the studied series – 45, 110, and 175Hz, and 435 and 500Hz. The developing parthenogenetic eggs of *Daphnia magna* exposed to EMF with the indicated parameters showed an accelerated rate of embryonic development. Females that developed from open eggs showed productivity deterioration in the first brood (Krylov, 2010).

In the research of E. I. Sarapultseva and her colleagues the maximum permissible level of low-intensity electromagnetic radiation at the cellular frequency (1 GHz) was evaluated through changes in the motor activity of *Spirostomum Ambiguum*. The reduction of spontaneous motor activity was revealed. The authors' data indicates the ecological hazard of low-intensity MW radiation of non-thermal power from electromagnetic influence of mobile communication (Sarapultseva, et al, 2009).

In experiment B. Partsvania and his co-authors revealed that during exposure to an EMF of a cell phone, some brain cells in areas with a maximum specific absorption rate absorb over energy than allowed by existing principles. The authors set a goal to study the impact of electromagnetic wave on the excitability of memory in individual neurons. They used a transverse electromagnetic cell to assess the EMF effect on individual neurons in a mollusk. In the experiment, the electrophysiology of neurons was examined using standard microelectrode techniques. In the course of studies of these authors, the results showed that the neurons are able to store information, which impairs acute exposure to electromagnetic radiation at high specific absorption rate values (Partsvania, et al, 2013).

Papoyan G.K. and his colleagues conducted a study describing the effect of exposure to low-intensity electromagnetic fields with a frequency of 30 MHz on *Daphnia magna* Straus crustaceans. The irradiation affected the quality of the born offspring, leading to the appearance of specimens with defects of swim antennae, carapace, tail needle and visual apparatus in the offspring of all generations (Papoyan, et al, 2017).

Despite the fact that there are different studies in the direction of the influence of EMF on living organisms, the possible biological and environmental consequences of EMF exposure have yet to be investigated, and biotesting using hydrobionts can serve to assess such consequences. In recent years, attention has been drawn to experiments on aquatic organisms for the assessment of this physical factor. Currently, much attention is paid to risk assessments and biological effects of electromagnetic radiation in biota. *Daphnia* are one of the most used test objects when studying the influence of external environmental factors on aquatic organisms, especially in studies.

Among the sources of technogenic impact of electromagnetic radiation on living organisms, cellular phones need to be singled out (Lifanova, et

all, 2021). A cellular phone is a small-sized transceiver operating in the 900/1800 MHz range. It is classified as an open source of electromagnetic radiation. Such phones currently have a large set of features and capabilities for data transmission (Schuz, et al, 2006). There will always be debates about the harm or harmlessness of cell phones, and they are based on a huge number of experimental and theoretical studies published in leading scientific international publications. Thus, in this work, the main objective was to study effect of the electromagnetic radiation of cell phones Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 on the growth of *Daphnia magna*. The choice of these models of phones is due to their affordability and widespread among the population.

Research materials and methods. It is advisable to study the effect of ultra-low doses of various substances on biological objects using a test object such as daphnia. The experiments were tested on crustaceans that include small planktonic animals from *Daphnia magna* group. The crustaceans of the species *Daphnia magna* are larger and their use in experiments is preferable. *Daphnia* have a short life cycle, which allows getting several generations in a short time.

Cell phones Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 were used as a radiation source. Irradiation with cell phones was carried out from the upper side of the experimental glasses with crustaceans.

Experiments with daphnia must be carried out in a room free of chemical volatile substances.

The experiments were carried out according to standard methods (Melekhova, et al, 2007). In the experiments it was used crustaceans *Daphnia magna* grown at a laboratory under standard conditions. 200 ml of non-chlorinated water was poured separately in 3 beakers with a capacity of 500 ml. at a temperature of $21 \pm 2^\circ\text{C}$. From the beginning of this experiment, 4 specimens of a mature daphnia species were placed in each container. Each beaker was placed in a separate room, where they were influenced by cell phones.

During the experiment, a suspension of green algae (*Chlorella* sp.) was used as feed. Feeding was carried out on the days of recording the results. During the experiment, the solution was not changed, only on the 10th day the water was topped up to the initial value.

In the experiment, to identify the effects of radiation, observations were made over the control group, as well as under the influence of Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 cell phones. *Daphnia* were divided into 3 groups: the control group (n=4) was not irradiated, while the second group (n=4) was irradiated with a Samsung Galaxy J7 cell phone and the third group (n=4) was irradiated with Vivo V 20 (Table 1). During the study 3 recurrence were made, the control group did not receive any dose of electromagnetic

radiation, the second group was exposed to the ringing of a Samsung Galaxy J7 cell phone for 10 minutes, every 10 minutes; the third group consisted of daphnia, which were exposed to the ringing of the Vivo V 0 cell phone for 10 minutes, every 10 minutes. The total irradiation time of crustaceans was 3 hours in a silent mode (Sultangaliyeva, et all, 2020).

The experiment took 21 days. From the third day, the results of changes in the number of crustaceans were recorded.

Table 1 - The scheme of the experiments

Groups	Control group	Under the irradiation of Samsung Galaxy J7	Under the irradiation of Vivo V20
Number of experiments	3	3	3
Number of Daphnia magna	4	4	4
Duration, hours	3 hours	3 hours	3 hours
Exposure	10 minutes	10 minutes	10 minutes
Break	10 minutes	10 minutes	10 minutes
Mode	silent	silent	silent

Results and Discussion. The results of the survey revealed that under the conditions of this experiment, changes in growth occurred in all groups. During the work, it was found that when exposed to electromagnetic waves from mobile phones Samsung Galaxy J7 and Vivo V20, the development of daphnia does not result in a decrease in their survival.

The experiment showed that large crustaceans, compared with the control group, demonstrated changes in the abundance on the 15th day after exposure to the Vivo V20 phone, and on the 17th day after irradiation with the Samsung Galaxy J7 phone, the difference of a delay of 2 days did not affect the total amount on the 21st day. Thus, during the study, the following values were obtained (Figure 1).

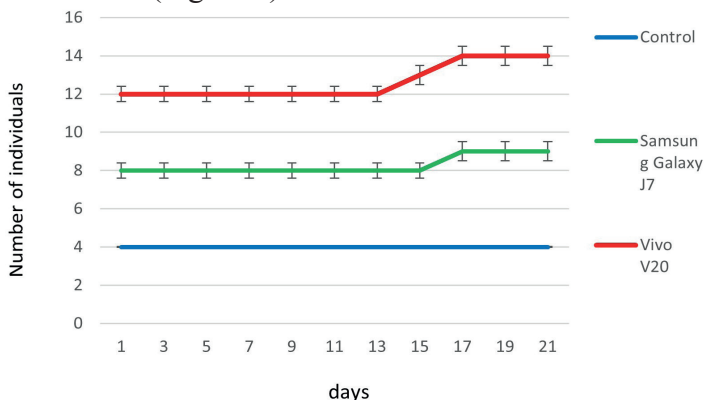


Figure 1 - Change in the number of large individuals of Daphnia after irradiation with Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 phones

The observed values are changes in the growth of daphnia. At the beginning of the experiment, large crustaceans remained in number, but on the 15th day under the influence of the Vivo V20 cell phone there was an increase. The same happened on the 17th day under the influence of the Samsung Galaxy J7 phone. This indicates that electromagnetic fields contribute to a change in the population of aquatic organisms.

Further in the work, the investigation was held on how the number of young daphnia changes due to the exposure to electromagnetic of cellular radiation communication. Irradiation of young crustaceans under the conditions of this experiment has little effect on their amount: the decrease in growth is higher when exposed to the Samsung Galaxy J7 phone from the control level, and when irradiated with the Vivo V20 model, the decrease was even less. Data on the effect of irradiation on the fertility of daphnia during 21 days of observation is presented in Figure 2.

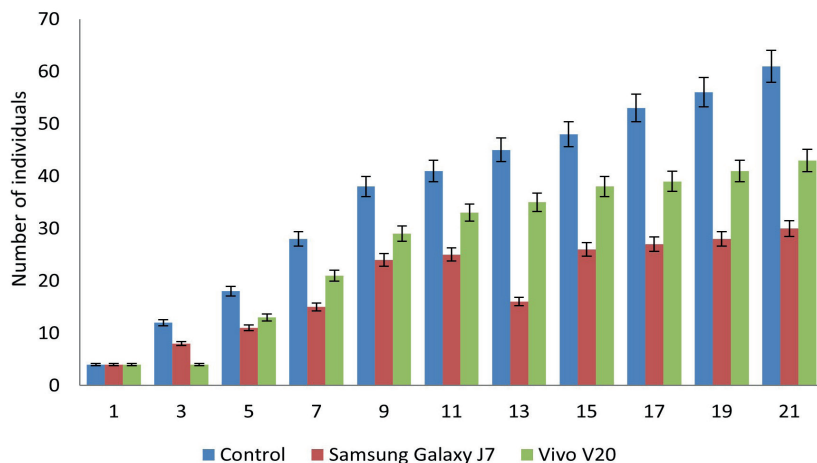


Figure 2 - Growth of young Daphnia under the influence of Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 cell phones

According to the data of the experiment it was found that under the influence of the Samsung Galaxy J7 on day 3 the numbers of specimens were reduced by 33%, and on day 21 the number decreased to 41.2%, with a strong reduction of 63% on day 13. Similarly, under the influence of Vivo V20, on the day 3 the number of crustaceans decreased by 66.7%, and on the day 21 the reduction amounted to 29.5%. It was noted that number of young crustaceans affected by the Samsung Galaxy J7 grew slower in comparison with the control group and the group influenced by Vivo V20. During the experiment it was found that under the impact of the Samsung Galaxy J7 on days 2-21 number of daphnia increased, yet in the group affected by Vivo

V20 the number was higher, but both groups showed a lower result than the control group.

On each observed day, there was an increase in quantity influenced by EMR transmitted by cell phones. The possible reason of difference between numbers of daphnia is the varied frequencies of electromagnetic radiation. Data on the population dynamics of *D. magna* is given in Table 2.

Table 2- The amount of *Daphnia magna* in an EMF study exposed to Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 cell phones

Age of the irradiated crustaceans	Control group	Under the irradiation of Samsung Galaxy J7	Under the irradiation of Vivo V20
1 day old	4	4	4
3 day old	12,3±0,24	8,3±0,24	4,6±0,44*
5 day old	18,3±0,24	11,6±0,24*	13,3±0,24*
7 day old	29±0,41	15,3±0,24*	21,3±0,24*
9 day old	37,3±0,24	24,6±0,82*	30±0,41*
11 day old	41,6±0,47	25,6±0,47*	33,6±0,24*
13 day old	45,3±0,24	26,3±0,24*	35,6±0,47*
15 day old	48,3±0,24	26,6±0,47*	39,3±0,47*
17 day old	54,6±0,5	27,3±0,24*	40,6±0,62*
19 day old	56,6±0,24	28,3±0,41*	41,6±0,47*
21 day old	62,3±0,68	31±0,41*	44,3±0,47*
Note - * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ compared with control species			

The increase of the quantity of 3 days old crustaceans amounted to 4.3 under the impact of the Samsung Galaxy J7, while under the influence of the Vivo V20 it was 0.6. On day 5, the increase reached 3.3 when exposed to the Samsung Galaxy J7 and 8.7 when exposed to the Vivo V20. The highest growth of daphnia number was on the 9th day, reaching 9.3 under the influence of Samsung Galaxy J7, while staying 8.7 under the influence of Vivo V20. At 21 days the increase in population of daphnia influenced by these models of cell phones was 2.7. The results of the fecundity indices on the 3rd day showed decrease by 4 in the group influenced by the Samsung Galaxy J7 in comparison to control group, and by 7.7 in group affected by Vivo V20. On the 21st day, the fecundity results between the control group and the 2nd group, exposed to Samsung Galaxy J7, amounted to 31.3 and 18 between the control and 3rd group, exposed to Vivo V20.

These results show that electromagnetic radiation has an effect on the population of *Daphnia magna*. The results of the study showed that cellular devices had a significant effect on the number of crustaceans *Daphnia magna*. The only minor exception was the group, which was exposed to the Samsung Galaxy J7, on day 3.

Conclusions. The literature references show that electromagnetic radiation is manifested when certain parameters of radiation and the physiological state of living objects coincide, which determines its sensitivity to the action of radiation. According to our results, it can be noted that the experiments with daphnia showed the impact electromagnetic radiation make and that the number of daphnia continued to grow under the influence of Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 cell phones, though less than in the control group. Based on the results of the growth dynamics of daphnia over 21 days, the effect of cell phone frequencies on the number of hydrobionts was observed, and the number of crustaceans reached 31 under the influence of Samsung Galaxy J7 and 44.3 under the impact of Vivo V20 respectively, there was a decrease in the number of crustaceans of 50.3% and 28.9% below the control results. At the same time, the number of daphnia increased slower under the influence of Samsung Galaxy J7 than when exposed to Vivo V20, this is likely due to the specific absorption coefficient of electromagnetic energy. Irradiation of daphnia with cell phones of these models slightly reduces the fecundity of the crustaceans and does not have a significant effect on their survival at all stages of development. On the whole, the experiment indicates that the effect of electromagnetic radiation on the growth of daphnia number cannot be ignored, since it has a negative effect on the number of hydrobionts.

Information about authors:

Sultangaliyeva Innar Temirgaliyevna – PhD student, the Department of Environmental Management and Engineering, Eurasian National University, in211187@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6893-9300>;

Beisenova Raikhan Rymbayevna – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Environmental Management and Engineering, Eurasian National University, raikhan_b_r@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0913-9503>.

REFERENCES

Genius S.J. (2008) Fielding a current idea: exploring the public health impact of electromagnetic radiation, *Public health*, 122(2):113-114. DOI: 10.1016/j.puhe.2007.04.008 (in Eng.).

Gubceac N., Vovc V., Lazar G. (2015) Effects of electromagnetic field on human's health. 3RD International conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, Moldova. 547-550 pp. doi.org/10.1007/978-981-287-736-9_129. (in Eng.).

IARC WHO. (2011) Classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans, *Press Release*. 208(3):6. (in Eng.).

Ishchenko V., Pohrebennyk V., Borowik B., Falat P., Shaikhanova A. (2018) Toxic substances in hazardous household waste. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*, Bulgaria. 223-230

pp. (in Eng.).

Kolbasin P.N., Koluchkina E.A., Kolbasina R.A. (2013) The effect of electromagnetic radiation from mobile communications on the morphological structure off human erythrocytes, *Tauride medico-biological bulletin*, 16:82-84. (in Russ.).

Krylov V. (2010) Effects of electromagnetic fields on parthenogenic eggs of *Daphnia magna* Straus, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73(1):62-66. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2009.03.005. (in Eng.).

Lifanova R.Z., Orlova V.S., Tstlin V.V. (2021) Effects of radiofrequency electromagnetic radiation on the organism as a whole and structural unit (Literature review), *Hygiene and Sanitation*, 100(2):123-128. doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-2-123-128. (in Eng.).

Melekhova O.P., Egorova T.I., Evseeva T.I., Glazer V.M., Geras'kin S.A., Doronin Yu.K., Kitashova A.A., Kitashov A.V., Kozlov Yu.P., Kondrat'eva I.A., Kossova G.V., Kotelevtsev S.V., Matorin D.N., Ostroumov S.A., Pogosyan S.I., Smurov A.V., Solovyh G.N., Stepanov A.L., Tushmalova N.A., Tsatsenko L.V. (2007) Biological control of the environment: bio indication and bio testing, *Academy*. 220-226 pp. (in Russ.).

Okur Z.H., Sagir D. (2021) Effects of cellular phone electromagnetic field exposure on the hippocampi or rats in childhood and adolescence, *Neurological Sciences and Neurophysiology*, 38(2):135-142. DOI: 10.4103/nnsn.nsn_206_20. (in Eng.).

Panagopoulos D.J., Karabarbounis A., Margaritis L.H. (2004) Effect of GSM 900-MHz mobile phone radiation on the reproductive capacity of *Drosophila melanogaster*, *Electromagnetic biology and medicine*, 23(1):29-43. DOI:10.1081/JBC-120039350. (in Eng.).

Papoyan G.K., Filenko O.F., Yusupov V.I., Vorob'eva O.V., Zotov K.V., Bagratashvili V.N. (2017) The effect of *Daphnia Magna* Straus (Daphniidae, Crustacea) crustaceans exposed to a low-intensity electromagnetic field with a frequency of 30 MHz at different ages, *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 3: 314-320. (in Russ.).

Partsvania B., Sulaberidze T., Shoshiashvili L. (2013) Effect of high SARs produced by cell phone like radiofrequency fields on mollusc single neuron, *Electromagnetic Biology and Medicine*, 32(1):48-58. DOI: 10.3109/15368378.2012.701190. (in Eng.).

Redlarski G., Lewczuk B., Zak A., Koncicki A., Krawczuk M., Piechoki J., Jakubiuk K., Tojza P, Jaworski J., Ambroziak D., Skarbek T., Graolewski D. (2015) The influence of electromagnetic pollution on living organisms: historical trends and forecasting changes, *BioMed Research International*, 4:1-18. doi: 10.1155/2015/234098. (in Eng.).

Sarapultseva E.I., Igolkina J.V., Litovchenko A.V. (2009) Evaluation of the maximum permissible level of low-intensity electromagnetic radiation at mobile connection frequency (1GHz) by changes in motor activity of *Spirostomum Ambiguum*, *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 147:431-3. DOI:10.1007/s10517-009-0523-1. (in Eng.).

Schuz J., Jacobsen R., Olsen J.H., Boice J.D. Jr., McLaughlin J.K., Johansen C. (2006) Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort, *Journal of the National Cancer Institute*, 98(23):1707-1713. doi: 10.1093/jnci/djj464. (in Eng.).

Streimikiene D. (2015). Environmental indicators for the assessment of quality of life, *Intellectual economics*, 9:67-79. doi.org/10.1016/j.intele.2015.10.001. (in Eng.).

Strode Z., Strode A. (2017) Cell phone impact on user health and cell phone usage habits among adults. *Scientific Conference on SIE*. 418-428 pp. (in Eng.).

Sultangaliyeva I., Beisenova R., Tazitdinova R., Abzhalelov A., Khanturin M. (2020) The influence of electromagnetic radiation of cell phones on behaviour of animals, *Veterinary World*, 13(3):549-555. doi: 10.14202/vetworld.2020.549-555. (in Eng.).

Tussupova K., Berndtsson R., Bramryd T., Beisenova R. (2015) Investigating willingness to pay to improve water supply services: Application of contingent valuation method, *Water (Switzerland)*, 7(6): 3024-3029. doi.org/10.3390/w7063024. (in Eng.).

Wall S., Wang Z.M., Kendig T., Dobraca D., Lipsett M. (2019) Real-world cell phone radiofrequency electromagnetic field exposures, *Environmental research*, 171:581-592. DOI: 10.1016/j.envres.2018.09.015. (in Eng.).

Zmyslony M. (2008) Biological effects and health risk of power frequency electromagnetic fields (neoplasms excluded), *Medycyna Pracy*, 59(5):421-428. PMID: 19227887. (in Eng.).

ПАМЯТИ

АНДРЕЯ ЛЕОНИДОВИЧА КУНИЦЫНА

19 января 2022 г. на 86 году жизни скончался известный ученый, член Национального комитета по теоретической и прикладной механике РФ профессор Андрей Леонидович Куницын.

Куницын А.Л. родился 26 июля 1936 г. в Саратове. Там же прошли его детские годы. Папа был врачом. Он погиб на фронте. Все заботы о сыне легли на плечи мамы. Род Куницыных известен с конца 18-го века. Кира Владимировна поощряла тягу сына к знаниям и спорту, воспитывала высокопорядочного юношу, отличающегося исключительной честностью. Школу Андрей закончил с золотой медалью на Сахалине, куда его мама уезжала работать. Интерес к полетам привел Андрея Куницына в Московский авиационный институт, куда он поступил в 1954 г.

Приоритетной в обществе в то время была космическая тематика. Лучших выпускников вузов распределяли в соответствующие ОКБ. Так в 1960 г. А.Л. Куницын начал работать специалистом по траекториям спутников и других космических аппаратов. Интерес к проекту самолета, летающего на высоте ближнего космоса, привел его к мысли о необходимости дальнейшей теоретической подготовки в аспирантуре. Аспирантуру Куницын А.Л. проходил под руководством Г.В. Каменкова – ректора МАИ, одного из организаторов Казанского авиационного института. Каменков Г.В. существенно развил теорию устойчивости Ляпунова в критических случаях. При этом за рамками рассмотрения остались случаи внутреннего резонанса – наличия целочисленного соотношения между частотами линейной системы.

Научные интересы А.Л. Куницына на много лет стали связаны с теорией внутреннего резонанса и её приложениями в задачах механики. В 70-х годах прошлого века началось интенсивное изучение систем, которые со времени создания А.М. Ляпуновым теории устойчивости вызывали принципиальные трудности. Тем не менее, такие системы имеют важное значение в объяснении резонансных эффектов, встречающихся как в природе, так и в математических моделях. Куницын А.Л. получил результаты для наиболее важных случаев

резонанса низших порядков для автономных и периодических систем общего вида. Исследования подытожены в монографии «Некоторые задачи устойчивости нелинейных резонансных систем» (совместно с Ташимовым Л.Т.) и обзоре «Устойчивость в резонансных случаях» (совместно с Маркеевым А.П.). Сегодня в научном мире имя Куницына А.Л. связывают с разработкой теории устойчивости резонансных систем общего (негамильтонового) вида.

Исследования Куницына А.Л. всегда были связаны с небесной механикой и космонавтикой. Его работы по геостационарному спутнику, треугольным точкам либрации неограниченной задачи трех тел, стабилизации спутника в коллинеарных точках либрации в системе Земля-Луна, движению тела в гравитационно-репульсивном поле (фотогравитационная задача трех тел) хорошо известны в научном мире. В неограниченной задаче трех тел Куницыным А.Л. дана геометрическая интерпретация для треугольных точек либрации в нелинейной постановке и получены результаты по устойчивости. В фотогравитационной круговой задаче трех тел с одним и двумя излучающими телами им (совместно с Турешбаевым А.Т.) удалось описать все устойчивые множества точек либрации. В звездной динамике он предложил модель, которая впоследствии позволила предсказывать существование гигантских облачных скоплений микрочастиц. А.Л. Куницын был признанным авторитетом по фотогравитационной небесной механике. Его обзор по фотогравитационной задаче трех тел (совместно с Поляховой Е.Н.) не теряет актуальности и поныне. Работы А.Л. Куницына отличаются ясностью постановки задачи, аналитическая глубина и изящество геометрической интерпретации.

Он автор и соавтор более 100 работ, включая 3 монографии. В 1966 г. Куницын А.Л. был приглашен проф. Шевченко К.Н. в МИФИ на кафедру, где начали готовить специалистов по космической тематике. Здесь во всей полноте проявился педагогический талант Андрея Леонидовича, увлекший наукой Медведева С.В., Красильникова П.С., Пережогина А.А., Тхай В.Н. – студентов старших курсов. В это же время кандидатскую диссертацию защитил Мырзабеков Т. – первый ученик из Казахстана. В 1977 г. А.Л. Куницын вернулся в альма-матер на кафедру теоретической механики, где работал профессором до ухода на пенсию. Докторскую диссертацию он защитил в 1980 г. Звание профессора ему присвоено в 1983 г. В 2006 г. избран в Национальный комитет по теоретической и прикладной механике РФ. Филиал МАИ в г. Ленинск привлекает талантливую молодежь из

Казахстана. В результате А.Л. Куницыным создана научная школа в Казахстане. Всего под руководством А.Л. Куницына в МАИ защитились 8 ученых из Казахстана. Видный представитель школы Ташимов Л.Т. стал доктором наук, профессором, академиком НАН РК (скончался в 2021 г). В студенческие годы А.Л. Куницын был известен как чемпион Москвы по штанге, сейчас в youtube <https://youtu.be/WJh7Nrwwq68> слушают песню на его стихи. Он любил песни, навеянные широкими просторами Волги, пел романсы. Он полюбил казахскую культуру.

П.С. Красильников (профессор МАИ), А.П. Маркеев (профессор МФТИ), С.В. Медведев (профессор МАИ), Е.Н. Поляхова (профессор СПбГУ), В.Н. Тхай (главный научный сотрудник ИПУ РАН, профессор), А.А. Пережогин (профессор МАИ), А.С. Муратов (профессор ЮКУ), А.Т. Турешбаев (профессор КУ им. Коркыт Ата), А.А. Туякбаев (профессор КУ им. Коркыт Ата).

МАЗМҰНЫ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

А.Н. Аралбаев, З.Ж. Сейдахметова, Н.К. Аралбай
КОЧИ ҚАТЫРАНЫ (*CRAMBE KOTSCHYANA*) ТАМЫРЛАРЫНЫҢ
ТАҒАМДЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ.....5

**Н.М. Ибишева, А.С. Нурмаханова, С.Ж. Атабаева, Б.М. Тыныбеков,
Э.С. Бөрібай**
ОҢТҮСТІК БАЛҚАШ ӨҢІРІНІҢ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ
ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ.....21

**А.М. Қожахметова, Қ.Т. Жантасов, Н.Д. Төрбай, М.Т. Байжанова,
А.Б. Сейтханова**
ӨНДІРІСТІҢ ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН КЕШЕНДІ ТЫҢАЙТҚЫШТАР
АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ.....40

**А. Кохметова, А. Малышева, М. Кумарбаева, А. Болатбекова,
А. Кохметова**
БИДАЙДЫҢ РЕКОМБИНАНТТЫ ИНБРИДТІ ЛИНИЯЛАРЫНЫҢ
ҚОҢЫР ТАТҚА ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ.....48

А. Нурдаулетова, Г.И. Байгазиева, Н.Б. Батырбаева
ГИДРОБИОНТ ТҰНБАЛАРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АРАҚТЫҢ
БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН АРТТЫРУ.....61

**К.Ж. Тлеуова, А.У. Шингисов, С.С. Ветохин, А.К. Тулекбаева,
А.Е. Отуншиева**
ҚЫШҚЫЛ СҮТ ӨНІМДЕРІН АЛУ ҮШІН ТАҒАЙЫНДАЛҒАН СҮТ
ШИКІЗАТЫН ҚҰРАМДАСТЫРУДЫҢ ТИІМДІ ҚАТЫНАСЫН
ТАҢДАУ.....75

Ш.Г. Чильманбетов, А.К. Кекибаева
СУСЫНДАР ӨНДІРІСІНДЕ ҚОЛДАНУ ҮШІН ШЫРҒАНАҚТАН
ӨЗДІГІНЕН АҚҚАН ШЫРЫННЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ.....88

ФИЗИКА

**Н.Н. Жантурина, З.К. Аймаганбетова, В. Дроздовски, Л. Таймуратова,
А. Сейтмуратов**
КВr ЖӘНЕ КСi КРИСТАЛДАРЫНДАҒЫ ТЕРМОСТИМУЛЬДЕНГЕН
ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯНЫҢ ҚАРМАУ ОРТАЛЫҚТАРЫНЫҢ
ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ.....99

А. Жумагельдина, Қ. Есмаханова ЫҒЫСҚАН ЛОКАЛДЫ ЕМЕС СЫЗЫҚСЫЗ ШРЕДИНГЕР ЖӘНЕ МАКСВЕЛЛ-БЛОХ ТЕНДЕУІ: ДАРБУ ТҮРЛЕНДІРУІ ЖӘНЕ ШЕШІМІ.....	108
А.Е. Кемелбекова, А.Қ. Шонғалова, С.Қ. Шегебай, М. Қарибаев, Ж. Сайлау, А.С. Серикканов ZnO КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫНА СКРИНИНГТІК ЕСЕПТЕУЛЕР ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ПЕРОВСКИТТИ КҮН ЭЛЕМЕНТІНЕ ҚОЛДАНЫЛУЫН ЗЕРТТЕУ.....	122
С. Сырлыбекқызы, А.К. Курбаниязов, С.Е. Койбакова, Н.Ш. Джаналиева, А.Ш. Аккенжеева, А.Е. Жидебаева АҚТАУ КЕНТІ – "ҚҰРЫҚ" ӨК ҚИМАСЫНДАҒЫ ОРТА КАСПИЙДЕГІ ТЕҢІЗ АҒЫСТАРЫ ТУРАЛЫ ЖАҢА ДЕРЕКТЕР ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРҒА БАЙЛАНЫСТЫ ОЛАРДЫҢ ӨЗГЕРГІШТІГІ.....	134
И. Т. Султанғалиева, Р.Р. Бейсенова ҰЯЛЫ ТЕЛЕФОНДАРДЫҢ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК СӘУЛЕЛЕНУДІҢ ГИДРОБИОНТТАРҒА ӘСЕРІН БИОТЕСТІЛЕУ ӘДІСІМЕН БАҒАЛАУ.....	146
ҒАЛЫМДЫ ЕСКЕ АЛУ	
Андрей Леонидович Куницынды еске Алу.....	158

СОДЕРЖАНИЕ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

А.Н. Аралбаев, З.Ж. Сейдахметова, Н.К. Аралбай
ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОРНЕЙ
КАТРАНА КОЧИ (*CRAMBE KOTSCHYANA*).....5

**Н.М. Ибишева, А.С. Нурмаханова, С.Ж. Атабаева, Б.М. Тыныбеков,
Э.С. Бөрібай**
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЮЖНОГО
ПРИБАЛХАШЬЯ.....21

**А.М. Кожаметова, К.Т. Жантасов, Н.Д. Торейбай, М.Т. Байжанова,
А.Б. Сейтханова**
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО
УДОБРЕНИЯ ИЗ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА.....40

А. Кохметова, А. Малышева, М. Кумарбаева, Болатбекова, А. Кохметова
ОЦЕНКА РЕКОМБИНАНТНЫХ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ.....48

А. Нурдаулетова, Г.И. Байгазиева, Н.Б. Батырбаева
ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВОДКИ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НАСТОЕВ ГИДРОБИОНТОВ.....61

**К.Ж. Тлеуова, А.У. Шингисов, С.С. Ветохин, А.К. Тулекбаева,
А.Е. Отуншиева**
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ КОМБИНИРОВАНИЯ
МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА.....75

Ш.Г. Чильманбетов, А.К. Кекибаева
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СОКА-САМОТЕКА ОБЛЕПИХИ
ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ НАПИТКОВ.....88

ФИЗИКА

**Н. Жантурина, З. Аймаганбетова, В. Дроздовский, Л.Таймуратова,
А. Сейтмуратов**
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРОВ ЗАХВАТА
ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ
В КРИСТАЛЛАХ KBr И KCl99

А. Жумагельдина, К. Есмаханова СМЕЩЕННОЕ НЕЛОКАЛЬНОЕ НЕЛИНЕЙНОЕ УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА И МАКСВЕЛЛА-БЛОХА: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАРБУ И РЕШЕНИЕ.....	108
А.Е. Кемелбекова А.Қ. Шонғалова, С.Қ. Шегебай, М. Кармбаев, Ж. Сайлау, А.С. Серикканов ПРОВЕДЕНИЕ СКРИНИНГОВЫХ РАСЧЕТОВ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ZnO И ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ В ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ.....	122
С. Сырлыбеккызы, А.К. Курбаниязов, С.Е. Койбакова, Н.Ш. Джаналиева, А.Ш. Аккенжеева, А.Е. Жидебаева НОВЫЕ ДАННЫЕ О МОРСКИХ ТЕЧЕНИЯХ В СРЕДНЕМ КАСПИИ НА РАЗРЕЗЕ п. АКТАУ-ПК «КУРЫК» И ИХ ИЗМЕНЧИВОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ.....	134
И. Т. Султангалиева, Р. Р. Бейсенова ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ НА ГИДРОБИОНТЫ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ.....	146
ПАМЯТИ УЧЕНОГО	
Памяти Андрея Леонидовича Куницына.....	158

CONTENTS

BIOTECHNOLOGY

A.N. Aralbayev, Z.Zh. Seidakhmetova, N.K. Aralbay
THE ESTIMATION OF *CRAMBE KOTSCHYANA* ROOTS NUTRITIONAL
AND BIOLOGICAL VALUE.....5

**N.M. Ibisheva, A.S. Nurmahanova, S.Zh., Atabayeva, B.M. Tynybekov,
E.S. Boribay**
THE CURRENT STATE OF THE SOIL COVER OF THE SOUTHERN
BALKHASH REGION.....21

**A.M. Kozhakhmetova, K.T. Zhantasov, N.D. Torebay, M.T. Baizhanova,
A. B. Seitkhanova**
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING INTEGRATED
FERTILIZER FROM SOLID WASTE OF PRODUCTION.....40

**A. Kokhmetova, A. Malysheva, M. Kumarbayeva, A. Bolatbekova,
A. Kokhmetova**
EVALUATION OF THE WHEAT RECOMBINANT INBRED LINES
FOR RESISTANCE TO LEAF RUST.....48

A. Nurdauletova, G.I. Baigaziev, N.B. Batyrbaeva
INCREASING THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF VODKA WITH
THE APPLICATION OF HYDROBIONTS INFUSIONS.....61

**K.Zh. Tleuova, A.U. Shingisov, S.S. Vetokhin, A.K. Tulekbayeva,
A.E. Otunshieva**
SELECTION OF THE OPTIMAL RATIO OF COMBINATION OF MILK RAW
MATERIALS DESIGNED FOR OBTAINING A SOUR MILK PRODUCT.....75

Sh.G. Chilmanbetov, A.K. Kekilbaeva
RESEARCH OF THE QUALITY OF SEA BUCKTHORN JUICE FOR
APPLICATION IN THE PRODUCTION OF BEVERAGES.....88

PHYSICAL SCIENCES

**N. Zhanturina, Z. Aimagambetova, W. Drozdowski, L. Taimuratova,
A. Seitmuratov**
DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF CAPTURE CENTERS OF
THERMALLY STIMULATED LUMINESCENCE IN KBr AND
KCl CRYSTALS.....99

A. Zhumageldina, K. Yesmakhanova SHIFTED NONLOCAL NONLINEAR SCHRÖDINGER AND MAXWELL- BLOCH EQUATION: DARBOUX TRANSFORMATION AND SOLUTION.....	108
A.E. Kemelbekova, A.K. Shongalova, S.K. Shegebay, M. Karibaev, J. Sailau, A.S. Serikanov COMPUTATIONAL SCREENING OF ZnO CRYSTAL STRUCTURE FOR THE PEROVSKITE SOLAR CELL APPLICATION.....	122
S. Syrlybekkyzy, A.K. Kurbaniyazov, S. Koibakova, N.Sh. Janaliyeva, . Akkenzheyeva, A. Zhidebaeva NEW DATA ON SEA CURRENTS IN THE MIDDLE CASPIAN SEA IN THE SECTION OF AKTAU-PK "KURYK" AND THEIR VARIABILITY DEPENDING ON CLIMATIC CONDITIONS.....	134
I.T. Sultangaliyeva, R.R. Beisenova ASSESSMENT OF THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION FROM CELL PHONES ON HYDROBIONTS BY BIOTESTING.....	146

MEMORY OF SCIENTISTS

In memory of Andrey Leonidovich Kunitsyn.....	158
--	-----

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*
Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәліқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 08.07.2022.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

10,5 п.л. Тираж 300. Заказ 2.