

ISSN 1563-034X; eISSN 2617-7358

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ХАБАРШЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

EURASIAN JOURNAL

of Ecology

№3 (80)

Алматы
«Қазақ университеті»
2024



ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №3 (80) қыркүйек



04. 05. 2017 ж. Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникация министрлігінде тіркелген

Күәлік № 16501-Ж

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады
(наурыз, маусым, қыркүйек, желтоқсан)

ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР

Какимова А.Б., PhD, аға оқытушы (Қазақстан)
e-mail: anel.omirbekova@kaznu.edu.kz

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Заядан Б.К., б.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі,
(ғылыми редактор) (Қазақстан)
Колумбаева С.Ж., б.ғ.д., профессор (ғылыми редактордың
орынбасары) (Қазақстан)
Қурманбаева М.С., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Жубанова А.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Шалахметова Т.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Кенжебаева С.С., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Атабаева С.Дж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Садырова Г.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Абилев С.К., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Тажимаева Т.Л., б.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан)

Бияшева З.М., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Мамилев Н.Ш., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Инелова З.А., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Кушнаренко С.В., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Дигель И., PhD докторы, профессор (Германия)
Маторин Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)
Рахман Е., PhD, профессор (Қытай)
Тамо Тацуня, PhD, профессор (Жапония)
Аллахвердиев Сулейман, б.ғ.д., профессор (Ресей)
Каримов Б., б.ғ.д., профессор (Өзбекстан)

ТЕХНИКАЛЫҚ РЕДАКТОР

Омирбекова А.А., PhD, аға оқытушы (Қазақстан)

Экология сериясы қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері,
қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау, биологиялық
алуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелері бағыттарын қамтиды.



Жоба менеджері

Гульмира Шахкозова

Телефон: +7 701 724 2911

e-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

Пішімі 60x84/8. Көлемі 12,5 б.т. Тапсырыс № 11425.
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің
«Қазақ университеті» баспа үйі.
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

1-бөлім
**ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ
ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА
АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ**

Section 1
**ENVIRONMENTAL IMPACT
OF ANTHROPOGENIC FACTORS
AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**

Раздел 1
**ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ
И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

М.Р. Айтжанова* , С.Б. Жапарова 

Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова, г. Кокшетау, Казахстан
*e-mail: madina0794e@gmail.com

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ВЕСЕННИХ ПАВОДКОВ НА РЕКЕ ЖАБАЙ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность темы научного исследования объясняется повышенным риском весенних паводков в Акмолинской области, значительным ущербом, который они приносят местному хозяйству и необходимостью разработки и внедрения эффективных мер по их предотвращению. Целью данного исследования является разработка надлежащей оценки экологического риска возникновения весенних паводков и их последствий на территории Акмолинской области, что имеет важное значение для предприятий регионального хозяйства. Методологический подход включает в себя системный анализ вероятности возникновения различных экологических рисков от весенних паводков в сочетании с изучением закономерностей развития негативных последствий этих паводков на территории области и в Республике Казахстан в целом. В рамках текущего исследования были выявлены результаты, которые свидетельствуют о серьезных последствиях весенних паводков для хозяйственной деятельности в районах, подвергшихся затоплениям в период сезонных паводковых наводнений, а также о необходимости разработки и внедрения конкретных мероприятий по предотвращению весенних паводков, вызванных значительными нарушениями ведения хозяйственной деятельности в водоохранной зоне. Полученные в ходе исследования результаты, а также выведенные на их основе научные выводы обладают значимостью для работников сельского хозяйства в Акмолинской области, которые ощущают необратимые последствия весенних паводков при осуществлении своей деятельности в регионе, а также для жителей указанных районов, регулярно сталкивающихся с описываемыми сложными природными ситуациями.

Ключевые слова: стихийное бедствие; экология; наводнение; сезонный розлив водоемов; хозяйственная деятельность.

M.R. Aitzhanova*, S.B. Zhaparova

Shoqan Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan
*e-mail: madina0794e@gmail.com

Evaluation of ecological risks of spring floods in the Zhabai river Akmola region

The relevance of the research topic is explained by the increased risk of spring floods in the Akmola region, the significant damage they cause to the local economy and the need to develop and implement effective measures to prevent them. The purpose of this study is to develop a proper assessment of the environmental risk of spring floods and their consequences on the territory of the Akmola region, which is important for regional enterprises. The methodological approach includes a systematic analysis of the probability of occurrence of various environmental risks from spring floods in combination with the study of patterns of development of negative consequences of these floods in the region and in the Republic of Kazakhstan as a whole. As part of the current study, results have been identified that indicate the serious consequences of spring floods for economic activity in areas that were flooded during seasonal floodwaters, as well as the need to develop and implement specific measures to prevent spring floods caused by significant violations of economic activity in the water protection zone. The results obtained during the study, as well as the scientific conclusions derived from them, are significant for agricultural workers in the Akmola region who feel the irreversible effects of spring floods when carrying out their activities in the region, as well as for residents of these areas who regularly encounter the described difficult natural situations.

Key words: natural disaster; ecology; flooding; seasonal flooding of reservoirs; economic activity.

М.Р. Айтжанова*, С.Б. Жапарова

Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау қ., Қазақстан

*e-mail: madina0794e@gmail.com

Ақмола облысы Жабай өзеніндегі көктемгі су тасқынының экологиялық тәуекелдерін бағалау

Ғылыми зерттеу тақырыбының өзектілігі Ақмола облысында көктемгі су тасқыны қаупінің жоғарылауымен, олардың жергілікті шаруашылыққа келтіретін елеулі залалымен және олардың алдын алу бойынша тиімді шараларды әзірлеу және енгізу қажеттілігімен түсіндіріледі. Бұл зерттеудің мақсаты Ақмола облысының аумағында көктемгі су тасқынының пайда болуының экологиялық тәуекелін және олардың салдарын тиісті бағалауды әзірлеу болып табылады, бұл өңірлік шаруашылық кәсіпорындары үшін маңызды мәнге ие. Әдіснамалық тәсіл облыс аумағында және тұтастай Қазақстан Республикасында осы су тасқынының теріс салдарларының даму заңдылықтарын зерделеумен ұштастыра отырып, көктемгі су тасқынынан түрлі экологиялық тәуекелдердің туындау ықтималдығын жүйелі талдауды қамтиды. Ағымдағы зерттеу шеңберінде маусымдық су тасқыны кезеңінде су басқан аудандардағы шаруашылық қызмет үшін көктемгі су тасқынының ауыр зардаптарын, сондай-ақ су қорғау аймағында шаруашылық қызметті жүргізудің Елеулі бұзылуынан туындаған көктемгі су тасқынының алдын алу жөніндегі нақты іс-шараларды әзірлеу және енгізу қажеттігін куәландыратын нәтижелер анықталды. Зерттеу барысында алынған нәтижелер, сондай-ақ олардың негізінде шығарылған ғылыми тұжырымдар Ақмола облысындағы ауыл шаруашылығы қызметкерлері үшін өз қызметін өңірде жүзеге асыру кезінде көктемгі су тасқынының қайтымсыз салдарын сезінетін, сондай-ақ сипатталған күрделі табиғи жағдайларға үнемі тап болатын аталған аудандардың тұрғындары үшін маңызды болып табылады.

Түйін сөздер: табиғи төтенше жағдай; экология; су тасқыны; су қоймаларының маусымдық төгілуі; экономикалық қызмет.

Введение

Паводки представляют существенную угрозу для жизнедеятельности любого географического региона, поскольку они вызывают серьезные дисбалансы в социально-экономической структуре региона и приносят значительные разрушения, часто сопровождаемые человеческими потерями. В данном контексте, анализ степени экологических рисков, связанных с возникновением паводков в определенном регионе, совместно с качественным прогнозированием вероятности возникновения данных стихийных бедствий, с целью их предотвращения и минимизации отрицательных последствий весенних паводков, является критически важным для жизнеспособности региона и его экономического и социального развития [1].

Система управления территориями должна базироваться на анализе рисков возникновения весенних паводков и регулировании процессов, способствующих их возникновению [2]. Преодоление роста числа наводнений в регионах, где активна хозяйственная деятельность человека, должно быть важным аспектом работы данной системы. В странах Западной Европы были разработаны методы государственного управления рисками чрезвычайных ситуаций, что привело к значительному снижению общего числа

весенних наводнений и других стихийных бедствий. Преимущества таких методов включают возможность сокращения финансовых затрат на устранение последствий различных стихийных бедствий, которые наносят ущерб хозяйственной деятельности, через их предупреждение [3].

Современные методики анализа экологических рисков, связанных с весенними паводками и предупреждения последствий на территориях, подвергшихся затоплению, должны быть разработаны и применены в соответствии с принципами теории рисков, которая является научным инструментом, направленным на поддержку принятия управленческих решений в различных областях человеческой деятельности. Общий анализ рисков от наводнений, основанный на получении конкретных оценок уровня риска для населения в указанных географических регионах, должен включать оценку вероятности возникновения нежелательного события, а также выявление основных факторов, способствующих негативным последствиям, и оценку их потенциальных воздействий [4]. При анализе следует учитывать конкретные параметры, такие как географические границы региона, демографический состав населения, местные особенности рельефа и возможности системы предупреждения о надвигающихся стихийных бедствиях. Особое внимание следует уделить

оперативному информированию населения о предстоящих угрозах, так как своевременное оповещение может существенно снизить вероятность возникновения негативных последствий, включая серьезные разрушения и потери людских жизней. Наводнения и паводки в основном происходят из-за интенсивного использования речных пойменных территорий, при этом нарушаются основные принципы хозяйственной деятельности в регионах с повышенным риском наводнений и в водоохранной зоне. Это приводит к увеличению числа застройки в пойме рек несмотря на то, что наводнения с одинаковой высотой и объемом воды приводят к постепенному увеличению экономических, социальных и экологических убытков [5].

Главной проблемой, с которой сталкиваются научные исследования в области оценки экологических рисков весенних паводков и их последствий на затопленных территориях, является отсутствие устойчивой связи между причинами возникновения указанных природных явлений и их воздействием на экономическую активность в контексте нарушений ведения хозяйственной деятельности в водоохранной зоне. Основной целью данного исследования является установление аналитической зависимости между факторами, вызывающими весенние паводки на территории Акмолинской области, и последствиями негативных воздействий хозяйственной деятельности в регионах затопления, что формирует высокий уровень экологических рисков весенних паводков в данном регионе.

Материалы и методы

В данном научном исследовании методологический подход основывается на сочетании системного анализа вероятности возникновения различных экологических рисков от весенних паводков с анализом закономерностей развития негативных последствий паводков на затопленных территориях в Акмолинской области и в Республики Казахстан в целом. Исследование проводится на основе предварительно изученной теоретической базы и анализа статистической информации о характеристиках рассматриваемого географического региона, таких как площадь и состав почв Акмолинской области, численность населения, основные водные ресурсы и другие факторы. Теоретическую основу данного научного исследования составляет анализ доступной научной литературы, посвященной проблематике оценки экологических рисков весенних паводков

и их последствий на затопленных территориях. Для обеспечения высокого уровня научного анализа и облегчения понимания представленной информации все цитаты и материалы иностранных авторов, использованные в данном исследовании, были переведены на русский язык.

Это научное исследование было осуществлено путем последовательного проведения нескольких ключевых этапов.

На первом этапе научного исследования была разработана теоретическая основа, которая систематизировала основные предпосылки для проведения качественного анализа проблемы оценки экологических рисков, связанных с весенними паводками и их воздействием на затопленные территории, что имеет значимость для эффективности хозяйственной деятельности. Кроме того, на этом этапе был проведен системный анализ вероятности возникновения различных экологических рисков весенних паводков, вызванных нарушениями правил хозяйственной деятельности в сельскохозяйственных и других регионах.

На последующем этапе научного исследования проводится анализ закономерностей развития негативных последствий паводков на затопленных территориях Акмолинской области.

В рамках исследования предоставляется статистическая информация, необходимая для углубленного понимания природы экологических рисков, связанных с весенними паводками, а также для оценки возможных последствий ситуаций, связанных с нарушениями хозяйственной деятельности в регионах, подверженных высокому риску паводков. В частности, представлены статистические данные о паводках в Акмолинской области, по реке Жабай, а также информация о подтоплении домов в городе Атбасар и воздействии воды на состояние почвы в зоне затопления. Это способствует более глубокому пониманию экологических рисков от весенних паводков и их последствий на территориях затопления. Кроме того, на данном этапе исследования было проведено аналитическое сравнение полученных предварительных результатов с результатами других научных исследований, посвященных оценке экологических рисков весенних паводков и их последствий на затопленных территориях.

Заключительным этапом настоящего научного исследования, основываясь на полученных предварительных данных, были сделаны окончательные выводы, которые являются логическим обобщением результатов и завершающим

этапом всего комплекса научных исследований, проведенных в пределах данной тематики.

Результаты

В Казахстане около трети всех чрезвычайных ситуаций, произошедших на ее территории в последние годы, связаны с весенними паводками. Особенно подвержены воздействию таких природных явлений Акмолинская, Павлодарская, Восточно-Казахстанская и Карагандинская области, причем развитие этих ситуаций в основном связано с разрушением дамб и сезонными половодьями.

В период с 2011 по 2015 год в Республике Казахстан были зафиксированы 12 крупных наводнений, которые привели к затоплению более 1750 домов в 40 поселениях. В результате этих природных бедствий погибли 47 человек, а также погибло свыше 350 голов домашнего скота. Общий ущерб, нанесенный наводнениями по всей стране, составил более 250 миллионов долларов США.

Акмолинская область, расположенная на севере Республики Казахстан, характеризуется резко-континентальным и засушливым климатом. Через центральную часть области протекает река Ишим, в ее бассейне находится приток – река Жабай. Весеннее таяние снега и обильные осадки в это время года приводят к сезонному выходу воды из берегов реки Ишим, включая Жабай, что приводит к затоплению городов и поселений, расположенных в бассейне Ишима. Весенние паводки на реке Жабай часто приводят к отрыву населенных пунктов от дорог и транспортных маршрутов.

Основными факторами, вызывающими весенние паводки на реке Жабай в Акмолинской области, являются: резкое таяние льда и снега, резкие изменения температурного режима и избыточные осадки, превышающие среднемесячную норму для данного региона.

В представленной на Рисунке 1 информации отражены статистические показатели количества наводнений, произошедших в Акмолинской области в период с 2015 по 2020 годы.

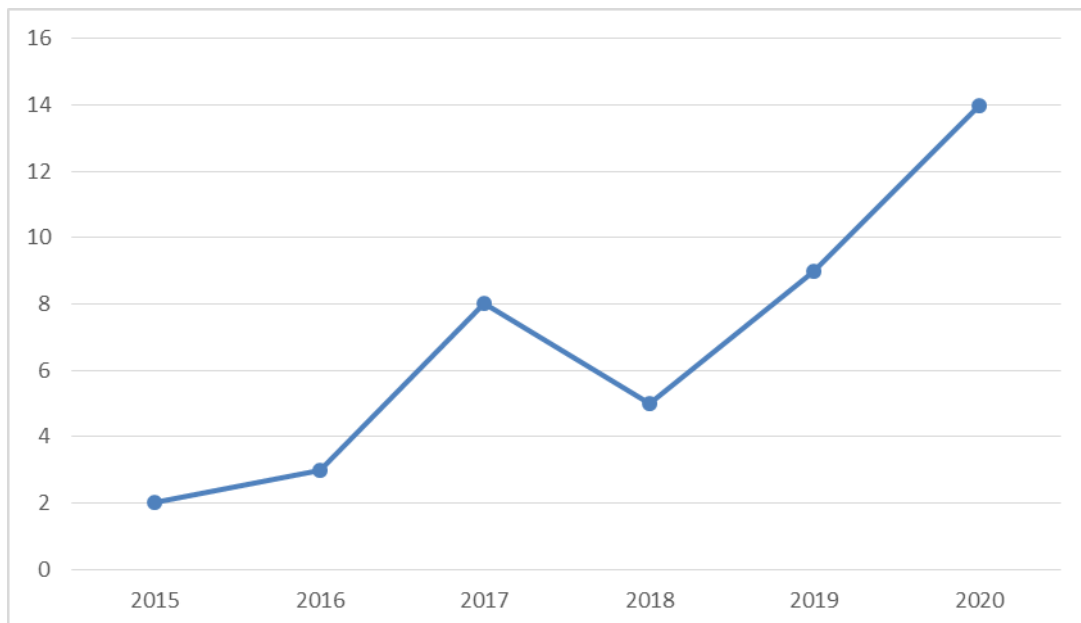


Рисунок 1 – Количество паводков в Акмолинской области за период 2015-2020 гг.

На реке Жабай размещены следующие населенные пункты: Атсабар, Борисовка, Балкашино, Сандыктау, Новый Городок, Покровка и Владимировка. Режим водосбора в реке характеризуется неравномерностью и сильной сезонностью. Различия в ежегодных статистических

данных о расходах воды в реке создают сложности при использовании ее ресурсов для решения хозяйственных задач. В 2014 году в городе Атсабар произошло крупнейшее на тот момент наводнение, вызванное резким таянием снега при повышении температуры воздуха до +15°C,

что привело к интенсивному сбросу талых вод в реку Жабай и затоплению 562 домов на 15 улицах города. В 2017 году в городе была прорвана защитная дамба из-за резкого подъема уровня воды в реке Жабай (6,2 метра при критическом уровне 3,5 метра), что привело к затоплению более 450 домов и вынудило местные власти провести эвакуацию 1485 человек. Уровень воды в

реке превысил критическую величину на 2,7 метра, а уровень наводнения 2014 года был превышен на 90 сантиметров.

На Рисунке 2 представлена статистическая информация об общем числе веченных паводков, зарегистрированных на реке Жабай в Акмолинской области за период с 2015 по 2020 годы.

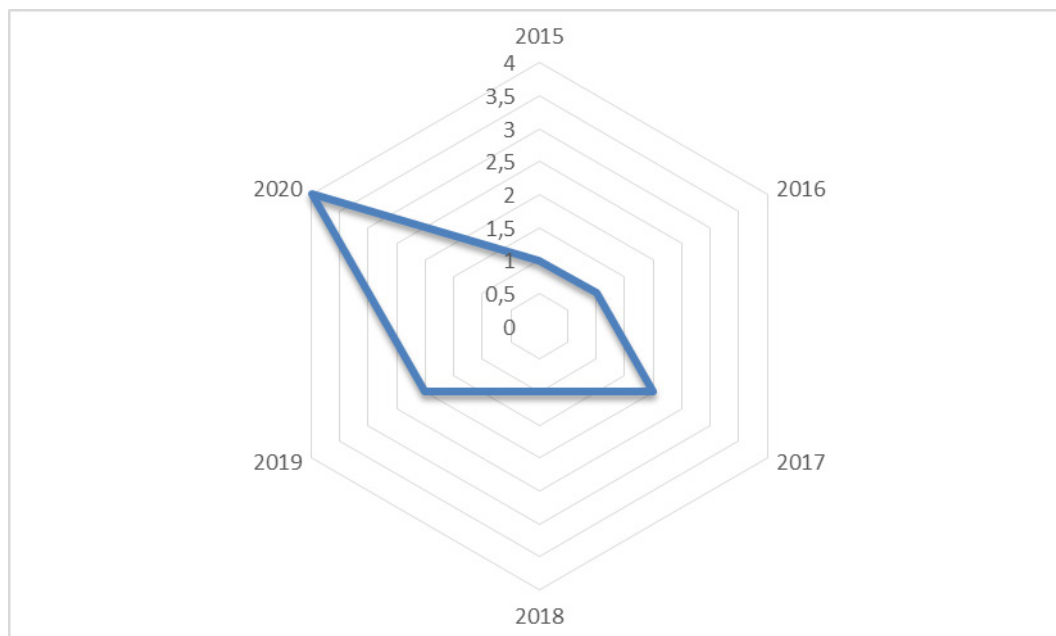


Рисунок 2 – Статистические данные количества паводков на реке Жабай за 2015-2020 гг.

Согласно данным, приведенным на Рисунке 2, наибольшее число паводков на реке Жабай было зафиксировано в 2020 году. Однако, с учетом масштабов затопления окружающей местности, эти случаи не достигают статистически значимого уровня по сравнению с паводком, произошедшим в апреле 2017 года.

Воздействие паводковых вод на состояние почвы в зоне затопления характеризуется отрицательными последствиями, которые выражаются в следующих аспектах:

- Усиление процессов термической эрозии, термоабразии и термоденудации почв.
- Загрязнение почв в случае наличия антисанитарного состояния паводковых вод, являющееся относительно редким явлением.
- Интенсификация процессов эрозии почв с образованием просянок в рельефе, эрозией берегов и их обвалом.

- Установление анаэробноз по всему профилю почв при длительном затоплении, что приводит к развитию процессов, происходящих без доступа кислорода, и нарушению общей окислительно-восстановительной обстановки в почвенных слоях зоны затопления.

- Увеличение уровня влажности почв в зонах затопления, что приводит к нарушениям структуры почвы, частичной гомогенизации и повышению вязкости.

В таблице 1 представлены основные физико-химические параметры нарушенных и ненарушенных паводками почв в затопленных регионах, включая статистические данные.

При сопоставлении характеристик почв, подвергшихся воздействию паводков, с ненарушенными почвами на различных стадиях деградации, следует отметить, что почвы на начальной стадии разрушения имеют склонность к

быстрому восстановлению в случае наступления периода относительной засухи после затопления. Наблюдается изменение гидрологических свойств почвы, проявляющееся в изменении структуры и окраски ее поверхностного слоя, а также снижении вязкости в результате протаивания грунта. Кроме того, отмечается значитель-

ное увлажнение почв с различной степенью деградации, что приводит к увеличению глубины протаивания в среднем на 50-90 сантиметров [6]. Также отмечается недостаточная насыщенность почв основаниями всех типов, указывающая на перемещение максимального уровня насыщенности в верхние слои их профиля.

Таблица 1 – Основные физико-химические характеристики нарушенных и ненарушенных паводками почв в регионах затопления

Стадия разрушения	Горизонт	Мощность, см	pH	Гумус, %	Насыщенность, %	ГК, моль/100г	Коэфф. Швертмана	Коэфф. Богедома
Ненарушенный криозём	Ca	0-22	4,2	44,8	16,5	155,0	-	-
	Bg	14-39	5,4	0,86	48,2	4,7	0,75	0,04
Слабая деградация	Ca	8-24	4,8	1,88	25,5	33,7	0,74	0,15
	Bg	25-87	5,7	1,84	68,6	4,2	0,77	0,06
Средняя деградация	Ca	0-7	5,3	25,4	32,3	45,5	-	-
	Bg	7-98	5,1	3,9	36,6	15,5	0,82	0,14
Сильная деградация	Ca	6-24	5,6	1,7	55,8	67,2	0,81	0,1
	Bg	22-73	5,0	4,4	28,7	14,4	0,91	0,12

При оценке экологического риска, связанного с весенними паводками и их последствиями для затопленных территорий Акмолинской области Республики Казахстан, важно учитывать следующие аспекты:

- Регулярность возникновения весенних паводков из-за таяния снега и сильных ливней.

- Причиняемый ущерб паводковыми водами, включая изменения в почвенном составе и загрязнение почв, что может сделать их непригодными для сельскохозяйственного использования в будущем.

- Ущерб, связанный с подтоплением жилых домов и нарушением обычного образа жизни населения, оказавшегося на территориях затопления.

- Необходимость проведения работ по восстановлению территорий для устранения последствий паводков.

- Важность разработки и внедрения комплекса мероприятий по предотвращению паводков и снижению общего ущерба от них.

Паводковые воды ежегодно приносят значительный материальный ущерб населенным пунктам Акмолинской области, что существенно негативно сказывается на экологическом состоянии почв данного региона. В ряде случаев восстановление почв после паводков требует

значительного времени и финансовых затрат, выделяемых из бюджетных средств [7]. Оценка экологического риска от паводков может быть осуществлена лишь через значительный период времени, необходимый для объективной оценки ущерба и восстановления поврежденных почв до их первоначального состояния. При этом особое внимание следует уделить соблюдению правил использования природных ресурсов в зонах затопления, а также соблюдению техники безопасности при работе с гидротехническими сооружениями. Нарушение этих правил может привести к чрезвычайным ситуациям, сопровождающимся масштабными наводнениями и значительным материальным и экологическим ущербом для хозяйственных объектов в прилегающих районах.

Обсуждение

Наводнение представляет собой значительное затопление территории водой, вызванное резким повышением уровня воды в реках или других водоемах, прилегающих к данной территории. Особую угрозу представляют случаи, когда такое затопление приводит к значительным материальным потерям, угрожает жизни и здоровью местных жителей, а также приводит к

серьезным нарушениям в сельском хозяйстве в регионах, подверженных наводнению. Оценка экологического риска, связанного с наводнениями и весенними паводками, имеет важное значение для прогнозирования экологической ситуации в конкретных географических областях [8].

До недавнего времени эффективное решение проблем, связанных с защитой населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, включало поиск и внедрение методов и средств для устранения последствий таких ситуаций. Эти усилия часто требуют значительных финансовых и временных затрат, их эффективность при этом зачастую оставляет желать лучшего. Доступные ресурсы, которые часто являются ограниченными, следует приоритизировать в направлении снижения вероятности возникновения различных угроз и рисков, а также в направлении ликвидации потенциальных последствий чрезвычайных ситуаций [9].

Весенние паводки на реках часто обусловлены значительным уменьшением площади речной долины из-за строительства мостов, насыпей дорог и промышленных объектов вдоль реки. Это приводит к сужению пропускной способности реки и образованию уровней воды выше по течению во время паводков, что в результате приводит к расширению зон затопления и серьезным материальным потерям. Также наблюдается тесная связь между частотой аварий на гидротехнических сооружениях и затоплениями в конкретных регионах, что порождает значительные экономические проблемы. Соблюдение правил водоохраны при проведении хозяйственных действий на водоохранных территориях способствует снижению рисков наводнений и уменьшению вероятности весенних паводков, что является ключом к успешному хозяйственному развитию региона [10].

Возросшее количество чрезвычайных ситуаций и связанные с ними экономические и экологические проблемы подчеркивают важность обеспечения безопасности жизнедеятельности и устойчивого развития территорий, где осуществляется хозяйственная деятельность. Это актуально в контексте качественного планирования хозяйственных процессов и повышения уровня социальной ответственности за принимаемые хозяйственные решения. Исследование причин и последствий опасных явлений, непосредственно воздействующих на человеческую жизнедеятельность, является перспективным направлением изучения рисков, связанных с

хозяйственной деятельностью, в различных географических зонах и сферах хозяйственной деятельности [11].

Среди многочисленных стихийных бедствий, которые наносят экономикам различных стран мира серьезный ущерб, наводнения занимают преобладающее положение, составляя около 33-35% общего числа таких происшествий за год. Каждый год десятки стран сталкиваются с экономическими потерями из-за наводнений, и несмотря на уровень развития стран, в последние годы не наблюдается снижения рисков возникновения наводнений и других стихийных бедствий [12].

Ежегодно тысячи гектаров земли по всему миру оказываются под водой из-за весенних паводков, приводя к потере тысяч домов и урожая зерновых и других культур. Множество километров дорог, как автомобильных, так и железнодорожных, также подвергаются разрушениям, что влечет за собой серьезные экономические потери. Установка систем прогнозирования возникновения и развития природных бедствий такого рода способствует уменьшению их воздействия и отслеживанию ситуаций, напрямую связанных с человеческой деятельностью, что увеличивает риск наводнений и паводков.

Информацию официального характера относительно экономических потерь, вызванных стихийными бедствиями, включая паводки и наводнения, следует оценивать критически. Чаше всего это связано с тем, что учитывается только прямой ущерб, вызванный физическим воздействием воды стихийного бедствия на объекты хозяйственной инфраструктуры или земельные участки, используемые для производственных целей [13]. В редких случаях учитывается косвенный ущерб, включающий в себя потери, связанные преимущественно с нарушением хозяйственных связей, снижением объемов производства и проблемами в банковской и хозяйственной сферах.

Необходимость углубленных научных исследований в области анализа последствий весенних паводков для сельскохозяйственных земель и территорий, находящихся под угрозой затопления, является критически важной в свете серьезного экономического и экологического ущерба, причиняемого этими явлениями. Эти исследования должны охватывать оценку потенциальных опасностей для земель в зонах затопления и всего региона в целом. Кроме того, следует изучать вопросы организационных и практических мер, направленных на уменьшение

риска возникновения как природных, так и техногенных катастроф [14]. В случае экономических потерь необходимо разработать методологию для определения их масштаба в различных сценариях аварийных ситуаций на прилегающих к затопленным участкам водохранилищам.

Наводнения, вызывающие значительное затопление территории, могут быть результатом различных явлений, включая повышение уровня воды в водоемах в период весеннего половодья, образование ледяных заторов, нагон воды ветром, а также техногенные аварии, такие как прорывы дамб, гидротехнических сооружений или искусственные выпуски воды из водохранилищ [15]. Стоит отметить, что паводок представляет собой относительно кратковременное повышение уровня воды в реке, вызванное таянием снега в период весеннего таяния, обильными дождями и стоком из водохранилищ. Сезонные половодья ежегодно повторяются в одно и то же время года, представляя собой длительные процессы, которые значительно увеличивают водность рек и приводят к повышению уровня воды.

Последствия весенних наводнений, паводков и половодий представляют собой значительные и разносторонние ущербы, оказывающие негативное воздействие на хозяйственную деятельность затопленных территорий. Эти ущербы могут быть как непосредственными, так и косвенными, проявляясь в различных аспектах, включая повреждения инфраструктуры, разрушение жилых и общественных сооружений, утрату урожая сельскохозяйственных культур, деградацию почв, а также человеческие потери, включая жертвы и раненых. Косвенные убытки также включают снижение темпов экономического роста затопленных регионов, ухудшение качества жизни местного населения и значительные финансовые затраты на ликвидацию последствий стихийного бедствия и восстановление разрушенной инфраструктуры [16].

На текущий момент принята система оценки уровня угрозы и масштабов чрезвычайных ситуаций, связанных с наводнениями, основанная на сопоставлении уровня повышения воды в реках с их номинальным уровнем. Общая площадь затопления прямо связана с максимальным уровнем подъема воды в реке во время наводнения. В зависимости от скорости снижения уровня воды после пикового значения рассматриваются перспективы управления чрезвычайной ситуацией, связанной с разливом реки и затоплением окружающей местности.

В последние десятилетия наблюдаются стабильные тенденции к увеличению убытков от наводнений, несмотря на внедрение широкомасштабных мер по защите от паводков. Эта динамика наблюдается даже в случае прохождения относительно незначительных и типичных наводнений. Среди основных факторов, определяющих данную ситуацию, следует выделить: ухудшение способности водоемов к задержке воды вследствие различных антропогенных воздействий, таких как массовая вырубка лесов, осушение болот и регулирование речных пойм; интенсивное использование рискованных территорий для хозяйственных целей, что увеличивает вероятность наводнений; увеличение числа наводнений, вызванных исключительно техногенными факторами, такими как аварии на водозаборных сооружениях; существенное сокращение мероприятий по предотвращению наводнений и ликвидации их последствий из-за значительного снижения финансирования таких проектов [17].

Согласно современным экономическим расчетам, при возникновении паводка, обусловленного примерно 1% годовых осадков, наблюдается затопление территории, охватывающее площадь до 1,405 тыс. гектаров, из которых, по оценкам, как минимум треть приходится на сельскохозяйственные угодья. Эта зона затопления включает несколько сотен населенных пунктов, затронув всех их жителей. Весенние паводки возникают в результате резкого увеличения уровня воды в реках вследствие интенсивных осадков и таяния снега. Своевременная оценка вероятности возникновения паводка в конкретном географическом регионе предоставляет возможность для оперативной оценки ситуации и подготовки к реализации комплекса мер по предотвращению его последствий, что может существенно снизить уровень экономических потерь от паводка [18].

Разработка системы оценки потенциальных масштабов весенних паводков и их угрозы для хозяйственной деятельности в географическом регионе позволяет выявить наиболее гидрологически опасные зоны в стране с целью последующего их разделения на конкретные секторы, с определением возможных масштабов чрезвычайных ситуаций в каждом секторе и созданием примерной оценки ожидаемых последствий, включая экономические и социальные аспекты. Кроме того, важна своевременная оценка экологических рисков от весенних паводков, которые проявляются в нарушении экологиче-

ского баланса региона и возможной угрозе для будущей хозяйственной деятельности в данной местности.

Общие факторы, порождающие и развивающие наводнения и паводки, определяют разнообразие типов подобных природных явлений. Эти типы включают в себя наводнения, вызванные ежегодным сезонным таянием снега и значительным увеличением воды в реках, известные как половодья; наводнения, происходящие в результате обильных ливней, а также комбинации ливней и таяния снега в затопленных районах, известные как паводки; и наводнения, вызванные сопротивлением, с которым сталкивается поток воды из-за образования ледяных заторов в реках. Основным параметром, определяющим характер наводнения, является изменение уровня воды относительно нулевой гидрологической отметки в водоеме. Расход воды во время наводнения определяется как общее количество воды, проходящее через секцию реки за единицу времени.

Основные параметры гидрологического режима реки, такие как её расход и уровень воды, постоянно меняются в течение времени. На определенном участке реки уровень воды напрямую зависит от объема расхода воды, и этот уровень автоматически устанавливается так, чтобы обеспечить пропуск заданного объема воды. Связь между расходом воды и уровнем её можно визуализировать графически путем измерения ряда исходных параметров и анализа изменений во времени. Этот тип зависимости, известный как гидросток, является важным показателем при детальном изучении реки. Он играет существенную роль в определении характера развития наводнений или сезонных паводков, вызванных изменением уровня воды в реке.

Выводы

Результаты научного исследования, посвященного оценке экологического риска влияния весенних паводков на затопленные территории

в Акмолинской области, позволили сделать следующие выводы.

Затопление территорий в Акмолинской области, вызванное сезонными весенними паводками, приносит значительный ущерб хозяйственной деятельности и нарушает экологическое равновесие в области в целом. Этот ущерб проявляется как в материальном аспекте, так и в изменении экологической обстановки. Паводки негативно воздействуют на состояние почв, вызывая их эрозию и сокращая срок их использования в сельскохозяйственных целях. Эти факты свидетельствуют о высоком уровне риска ухудшения экологической ситуации в регионе при наступлении весенних паводков, что подчеркивает необходимость разработки и внедрения комплекса мер по их предотвращению. Особое внимание следует уделить соблюдению техники безопасности при эксплуатации гидротехнических сооружений, поскольку аварийные ситуации, связанные с прорывом дамб или иными обстоятельствами, часто являются причинами наводнений и имеют серьезные негативные последствия для экологической ситуации в регионе.

Паводки негативно воздействуют на почвенный покров Акмолинской области, вызывая вымывание почв, которые пригодны для сельскохозяйственного использования. Эта проблема затрагивает как непосредственно зоны затопления, так и прилегающие районы, что приводит к ухудшению общей экологической обстановки в регионе. Работы по восстановлению почвенного покрова, направленные на возвращение почв к их первоначальному состоянию и восстановление их плодородных свойств, требуют значительных временных и финансовых затрат. Экологический риск от весенних паводков и их последствий для затопленных территорий в Акмолинской области оценивается как высокий, что подчеркивает необходимость разработки эффективных мер по предотвращению весенних наводнений. Эти стихийные бедствия могут серьезно ухудшить экологическую обстановку в данном регионе.

Литература

1. Grantham, T. E., Matthews, J. H., Bledsoe, B. P. (2019). Shifting currents: Managing freshwater systems for ecological resilience in a changing climate. *Water Security*, 8, 100049.
2. Adams, T., Pagano, T. (2016). *Flood forecasting*. London: Academic Press.
3. Brody, S., Lee, Y., Kothuis, B. (2021). *Coastal flood risk reduction*. Oxford: Elsevier.
4. Li, Z., Husein, M., Hemmati, A. (2021). *Foam flooding and gas injection methods*. Oxford: Woodhead Publishing.

5. Madhav, S., Kanhaiya, S., Srivastan, A., Singh, V., Singh, P. (2021). *Ecological significance of river ecosystems*. London: Academic Press.
6. Chaiechi, T. (2020). *Economic effects of natural disasters*. Norwich: William Andrew.
7. Vinet, F. (2017). *Floods*. London: Academic Press.
8. Simonov, V. V., Osadchy, O. V. (2014). The nature of floods, floods and characteristics of their damaging factors. *Scientific and Educational Problems of Civil Protection*, 1, 9-19.
9. Kusainov, A. B. (2015). Analysis and assessment of the risk of hydrological hazards in the territory of the Karaganda region. *Problems of Ensuring Safety in the Elimination of the Consequences of Emergency Situations*, 8, 39-42.
10. Krausmann, E., Cruz, A., Salzano, E. (2016). *Natech risk assessment and management*. Oxford: Woodhead Publishing.
11. Bahrami, G., Noroozi, M., Shakiba, A., Rafiey, H., Sajjadi, H. (2020). The relationship between dysentery and climatic parameters in Iran. *Urban Climate*, 34, 100697.
12. Lutoff, C., Durand, S. (2018). *Mobility in the Face of extreme hydrometeorological events 1*. London: Academic Press.
13. Gerlitz, L., Vorogushyn, S., Gafurov, A. (2020). Climate informed seasonal forecast of water availability in Central Asia: State-of-the-art and decision making context. *Water Security*, 10, 100061.
14. Schumann, G. (2021). *Earth observation for flood applications*. Oxford: Elsevier.
15. Ullah, H., Rashid, A., Liu, G., Hussain, M. (2018). Perceptions of mountainous people on climate change, livelihood practices and climatic shocks: A case study of Swat District, Pakistan. *Urban Climate*, 26, 244-257.
16. Darnthamrongkul, W., Mozingo, L. A. (2020). Challenging anthropocentric stormwater management: Advancing legislation for environmental sustainability in the United States. *Water Security*, 10, 100064.
17. James, L. D., Shafiee-Jood, M. (2017). Interdisciplinary information for achieving water security. *Water Security*, 2, 19-31.
18. Barandun, M., Fiddes, J., Scherler, M., Mathys, T., Saks, T., Petrakov, D., Hoelzle, M. (2020). The state and future of the cryosphere in Central Asia. *Water Security*, 11, 100072.
19. Abdel Rahman, M. A. E., Natarajan, A., Srinivasamurthy, C. A., Hegde, R. (2016). Estimating soil fertility status in physically degraded land using GIS and remote sensing techniques in Chamaraajanagar district, Karnataka, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 19(1), 95-108. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.12.002>
20. Eichelberger, L., Hickel, K., Thomas, T. K. (2020). A community approach to promote household water security: Combining centralized and decentralized access in remote Alaskan communities. *Water Security*, 10, 100066.

Авторлар туралы мәлімет:

Айтжанова Мадина Рустамовна – КЕАҚ «Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті» «Тау-кен ісі, Құрылыс және Экология» кафедрасының постдокторанты (Көкшетау, Қазақстан, электрондық пошта: madina0794e@gmail.com)
Жапарова Саягуль Бекетовна – Техника ғылымдарының кандидаты, профессор (корреспондент-автор), КЕАҚ «Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті» (Көкшетау, Қазақстан, электрондық пошта: zhaparova77@mail.ru)

Information about authors:

Aitghanova Madina Rustamovna – PhD student of the Department of Mining, construction and ecology of the Kokshetau university named after Sh.Ualikhanov (Kokshetau, Kazakhstan, e-mail: madina0794e@gmail.com)
Zhaparova Sayagul Beketovna – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Kokshetau university named after Sh.Ualikhanov (Kokshetau, Kazakhstan, e-mail: zhaparova77@mail.ru)

Поступила: 22 февраля 2023 года

Принята: 26 сентября 2024 года

А.А. Боронбаева

Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан
e-mail: boronbaeva72@list.ru

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ (на примере реки Ак-Бууры)

По данным Государственной инспекции по экологической и технической безопасности при Правительстве КР, в Республике действуют 145 объектов по очистке бытовых и промышленных сточных вод, 22 муниципальных очистных сооружений, механической и биологической очистки сточных вод предприятий и организаций, к которым подключено население.

Сброс сточных вод после прохождения очистных сооружений осуществляется в окружающую среду. Из 145 очистных сооружений: 14 сбрасываются в поверхностные водные объекты, 5 – в сухие ручьи рек и ручьев, 2 – на рельеф, 114 – на орошение и СДУ [<http://data.movegreen.kg/>].

Загрязнение водных объектов не менее опасно, чем их истощение, а ухудшение санитарно-экологической обстановки вместе с ростом сточных вод снижает уровень качества водных ресурсов, что свидетельствует об экологической безопасности населения, которая тесно связана с характером использования водных ресурсов.

Биоремедиация сточных вод с использованием водорослей и бактерий представляют значительный потенциал для устойчивого снижения загрязняющих веществ, а также способствуют восстановлению ресурсов и валоризации биомассы микроводорослей и известно как перспективный подход к очистке вод и реки Ак-Буура. Использование консорциумов микроводорослей и бактерий может обеспечить несколько преимуществ по сравнению с использованием только монокультур микроводорослей для биоремедиационной обработки различных сточных вод, таких как улучшение удаления питательных веществ или антибиотиков, а также снижение риска загрязнения.

Ключевые слова: трансграничные реки, экологическая безопасность, фитобентос, фитопланктон, сток, эвтрофия.

A.A. Boronbaeva

Osh State University, Osh, Kyrgyzstan
e-mail: boronbaeva72@list.ru

Water resources and their ecological state (based on the example of the Ak-Buura river)

According to the State Inspectorate for environmental and technical Safety under the Government of the Kyrgyz Republic, the republic has 145 facilities for the treatment of domestic and industrial wastewater, 22 municipal treatment facilities, mechanical and biological treatment of wastewater from enterprises and organizations to which the population is connected.

The discharge of wastewater after passing through treatment facilities is carried out into the environment. Of the 145 wastewater treatment plants: 14 are discharged into surface water bodies, 5 into dry streams and rivers, 2 onto terrain, 114 into irrigation and SDS [<http://data.movegreen.kg/indicator/49>].

Pollution of water bodies is no less dangerous than their depletion, and the deterioration of the sanitary and environmental situation, together with the growth of wastewater, reduces the quality of water resources, as evidenced by the environmental insecurity of the population, which is closely related to the nature of the use of water resources.

Wastewater bioremediation using algae and bacteria represent a significant potential for sustainable pollutant reduction, as well as contributing to resource recovery and valorisation of microalgae biomass and is known as a promising approach to water treatment and the Ak-Buura River. The use of consortia of microalgae and bacteria can provide several advantages over the use of microalgae monocultures alone for bioremediation treatment of various wastewaters, such as improved removal of nutrients or antibiotics and reduced risk of pollution.

Key words: transboundary rivers, environmental safety phytobenthos phytoplankton, environmental safety, runoff, eutrophy.

А.А. Боронбаева

Ош мемлекеттік университет, Ош к., Кыргызстан
e-mail: boronbaeva72@list.ru

Су ресурсы және олардың экологиялық жағдайы (Ақ-Буура өзені мысалында)

Кыргыз Республикасы Үкіметі жанындағы экологиялық және техникалық қауіпсіздік жөніндегі мемлекеттік инспекцияның мәліметі бойынша, республикада тұрмыстық және өндірістік сарқынды суларды тазартатын 145 нысан, 22 коммуналдық тазарту, ағынды суларды механикалық және биологиялық тазарту бойынша кәсіпорындар мен ұйымдар бар. популяция байланысты.

Ағынды суларды тазарту құрылыстарынан өткеннен кейін қоршаған ортаға төгу жүзеге асырылады. 145 ағынды суларды тазарту қондырғыларының: 14-і жер үсті су объектілеріне, 5-і құрғақ ағындар мен өзендерге, 2-і жер бедеріне, 114-і ирригациялық және СКҚ-ға жіберіледі [<http://data.movegreen.kg/индикатор/49>].

Су объектілерінің ластануы олардың сарқылуынан кем қауіпті емес, ал санитарлық-экологиялық жағдайдың нашарлауы ағынды сулардың көбеюімен бірге су ресурстарының сапасын төмендетеді, бұл халықтың экологиялық қауіпсіздігімен тығыз байланысты. су ресурстарын пайдалану сипатына.

Балдырлар мен бактерияларды пайдалана отырып, ағынды суларды биоремедиациялау ластаушы заттарды тұрақты төмендету үшін айтарлықтай әлеует ұсынады, сондай-ақ микробалдырлар биомассасының ресурстарын қалпына келтіруге және валоризациялауға ықпал етеді және су мен Ақ-Буура өзенін тазартудың перспективалық тәсілі ретінде белгілі. Микробалдырлар мен бактериялар консорциумдарын пайдалану қоректік заттарды немесе антибиотиктерді жоюды жақсарту және ластану қаупін азайту сияқты әртүрлі Ағынды суларды биоремедиациялық өңдеу үшін тек микробалдырлар монокультураларын пайдаланудан бірнеше артықшылықтар бере алады.

Түйін сөздер: трансшекаралық өзендер, экологиялық қауіпсіздік, фитобентос, фитопланктон, ағын су, эвтрофия.

Введение

Ақ-Буура – река в Киргизии и Узбекистане, которая является левым притоком Шахриханса, имеющую 148 км длины. Река образуется на северных склонах Алайского хребта при слиянии реки Чал-Куйрук и реки Сары-Кой у села Ак-Джылга.

Появление новых государственных границ на постсоветском пространстве привело не только к геополитическим и социально-экономическим переменам в регионе, но к обострению очагов эколого-географической напряженности, в том числе и в пределах бассейна р. Ак-Буура [1].

Вода трансграничного бассейна р. Ак-Бууры используют для водоснабжения и орошения полей, а также относится к важнейшим аграрным регионам Андижанской области Республики Узбекистан. Наиболее актуальными эколого-географическими проблемами являются:

- нарастающий дефицит водных ресурсов бассейна р. Ак-Буура в пределах значительной части трансграничного региона;
- ухудшение качества вод трансграничных водных объектов;
- повышение объемов годового стока, в том числе и в ходе эксплуатации очистных сооружений [1].

Развитие и расширение урбанизированных территорий г. Ош, особенно последние 3 – 4 года усугубляет не только социально-экономической инфраструктуры, но и приводит к возникновению негативных эколого-социальных последствий с повышением общего сброса сточных вод [2].

Условно очищенные и недоочищенные стоки являются одним из основных факторов, повышающих эвтрофность водных источников и следовательно их загрязнение различными примесями. Сокращение или прекращение сброса сточных вод, оптимальные режимы их очистки должны способствовать решению проблем, как водоснабжения, так и охраны водоемов от загрязнения. Следует учесть, что в ходе осуществления водохозяйственной деятельности возникают конфликты интересов – потребительское водопользование, регулирование стока, сброс сточных вод и загрязнение органическими веществами и другие [3].

Вопросы охраны природы и ее рационального использования отражены в Конституции Кыргызской Республики – основном законе нашей страны. Во всех законодательных актах республики подчеркивается необходимость экономного и рационального использования водных ресурсов, охраны их от загрязнения [2].

Сегодня в очистке сточных вод применяются преимущественно индустриальные методы, но и в аэротенках и других технических системах полная очистка стоков не достигается. Кроме того, индустриальные методы очистки мало рентабельны. Они не всегда оправдывают расходы из-за дороговизны, особенно в условиях небольших городов, населенных пунктов и отдельных промышленных объектов.

В последнее время в практике очистки сточных вод все шире применяются так называемые биологические методы – пруды, предназначенные для естественной очистки производственных, городских-смешанных коммунально-бытовых сточных вод. Преимущество этих прудов заключается в том, что процессы очистки сточных вод в них не требуют больших энергетических затрат. Соорудить их для малых городов и населенных пунктов просто. Многие исследователи (Oswald, 1963; Винберг, 1966; Таубаев, Буриев 1980; Эргашев, 1981; Абдукадиров, 1987; и др.) отмечают большие возможности применения биологического метода в очистке условно очищенных сточных вод в аэротенках и биологических прудах [4].

Объект исследования

Река Ак-Буура, имеет длину 90 км, площадь водосборного бассейна 2540 км² и уклон 31%. Среднегодовой расход воды реки Ак-Буура в пункте наблюдений Тюлейкен составляет от 14,4 м³/сек до 26,4-37,0 м³/сек при среднем многолетнем расходе 20,7 м³/сек [4].

Река Ак-Буура селеопасная, частота прохождения селей в год один и более раз. Паводок начинается в мае и достигает максимума в июне-июле из-за интенсивного таяния высокогорных ледников и снега. В период прохождения селевых паводков по реке, в отдельные годы, может выноситься более 500 тыс. м³ рыхлообломочного материала. В зимний период в течение 20-40 дней на реке отмечаются ледовые процессы и явления.

Река Ак-Буура зарегулирована Папанским водохранилищем, введенным в эксплуатацию в 1981 году с высотой плотины 50 м, площадью зеркала при НПП (наибольшего подпорного горизонта) 7,1 км² и водоизмещением 240 млн. м³ [1].

От характера питания реки зависит степень прозрачности воды, ее температура, содержание растворенных солей и другие показатели, определяющие развитие водорослей. Водоросли как агенты органических веществ и как важные

индикаторы показывают важность и экологическую стабильность водных ресурсов.

Материалы и методы исследования

Альгофлора р. Ак-Буура на территории г. Ош были изучены нами в 2022-2023 гг. в нескольких пунктах: верхнем (сел. Озгур), среднем (центральный рынок) и в нижнем течении (где сбрасываются сточные воды очистного сооружения в г. Ош). В связи с этим в качестве основных методов исследования и для анализа материалов были использованы гидрологические, альгологические и статистические методы

При сборе материала определяли температуру воздуха и воды, прозрачность и цвет воды, скорость ее течения. Производили описания степени развития высших водных растений, отмечали наличие скоплений донных нитчатых водорослей и их обрастание, а также источников загрязнения.

Кустарники ивы, облепихи, тамарикса украшают островки по берегам р. Ак-Бууры, где ширина реки от 11,5 до 58 м, глубина от 17 до 132 см и более. Сезонные изменения скорости течения реки повышается весной (2,6 м/с), падение скорости (1,37 м/с) отмечены в конце октября и ноября. Самая высокая t° воды реки отмечены в июле (от 9-до 21°C), самая низкая в конце декабря и января (от 1 до 3,7°C). Содержание кислорода варьирует от 86,7 до 140%.

Сбор материала и его изучение по всем водоемам очистного сооружения производились с февраля 2022 г. по декабрь 2023 г. Пробы водорослей собирали подекадно. Всего собрано 85 проб водорослей (фитопланктона, фитобентоса, перифитона).

Качественные пробы фитопланктона брали планктонной сетью (газ №76), количественные, литровые – батометром, отстаивали, а часть фильтровали через мембранный фильтр №6. Фитобентосные образцы (обрастания, налеты, пленки) собирали скребком, скальпелем, скопления нитчаток – руками. Все пробы фиксировали 40% формалином (3-4 капли).

Материал обрабатывали в фиксированном состоянии по общепринятой методике альгологических исследований [5]. По соответствующим группам водорослей, пользовались монографиями отечественных и зарубежных авторов [6,7].

Качественный анализ планктона заключался в определении видового состава водорослей и их встречаемости (просматривали 5-6 капель). При определении частоты встречаемости водорослей применяли следующие обозначения: 1 – единич-

но, 2 – редко, 3 – довольно часто, 4 – часто, 5 – очень часто, 6 – масса. Подсчет количественных проб фитопланктона осуществляли в счетной камере Горяева объемом -1/400 и 1/22 мм. [8].

Результаты исследования и обсуждение

В соответствии с методикой исследования определены альгофлора бассейна реки Ак-Буура в трех пунктах (таблица 1).

Река Ак-Буура является главной водной артерией, обеспечивающая весь город Ош и выходящая на территорию Андижанской области Узбекской Республики, впадая слева в канал Шахрихансай [9]. Начиная от Папанского уще-

ля и в пределах территории города она даёт начало 15 магистральным каналам для орошения прилегающих сельскохозяйственных районов, полива садов и парков.

Всего в бассейне р. Ак-Буура обнаружено 108 видов и разновидностей, относящихся также к 7 отделам водорослей. В отдельных местах прибрежной части наибольшего развития достигают нитчатые водоросли *Stigeoclonium tenue*, *Cladophora glomerata*, *Cl. fracta* и виды родов *Spirogyra*, *Zygnema Mougetia*, *Oedogonium* и др. На поверхности камней и грунта отмечены налеты из диатомовых водорослей – *Cyclotella kuetzingiana*, *Cymbella minutissima*, *C. cistulla*, *Nitzschia amphioxys* и др. (табл.1).

Таблица 1 – Альгофлора бассейна р. Ак-Буура

Отдел водорослей	Количество обнаруженных видов и разновидностей в обследованных пунктах						Общее количество флоры	
	верхний	%	средний	%	нижний	%	Абс.	%
<i>Cyanophyta</i>	7	1,85	11	2,7	15	11,1	17	15,7
<i>Chrysophyta</i>	1	0,9	2	1,85	4	3,7	4	6,4
<i>Bacillariophyta</i>	3	2,7	9	8,3	17	15,7	29	26,8
<i>Xanthophyta</i>	1	0,9	2	0,9	1	0,9	3	2,7
<i>Euglenophyta</i>	-	0,9	3	0,9	7	6,4	9	8,3
<i>Chlorophyta</i>	4	3,7	12	6,4	31	28,7	42	38,8
<i>Charophyta</i>	-	-	1	0,9	-	-	1	0,9
Всего:	12	11,1	24	22,2	72	66,6	108	100

В прибрежье верхней части реки, в области с. Озгур попадались большие заросли высших водных растений – тростника, рогоза, осоки, тамарикса, ряски и др. Вместе с ними довольно часто встречаются зеленоватые, желтоватые налеты, состоящие из *Oscillatoria chalybea*, *Phormidium foveolarum*, *Stigeoclonium tenue*, *Cladophora glomerata*, *Cl. fracta*, *Cosmarium tumidum*, *C. botrytis*, *Navicula tuscula*, *Cyclotella apiculata*, *Achnanthes lanceolata*, *Cocconeis pediculus* [2].

В толще воды в весенне-летнем периоде в нижней части реки, на местах где идет сброс стоков очистного сооружения отмечено массовое развитие хлорококковых, вольвоксовых и других зеленых, а также эвгленовых водорослей. Здесь по богатству видов ведущую роль занимают зеленые, и диатомовые водоросли, которые составляют соответственно 38,8 и 26,8 % общего водорослевого состава. Наиболее богато представлены классы вольвоксовые и хлоро-

кокковые. Здесь доминирующие комплексы составляли *Scenedesmus quadricauda*, *Sc. arcuatus*, *Ankistrodemus minutissimus* и др. Вместе с ними встречались *Euglena proxima*, *Phacus caudatus*, *Oscillatoria tenuis*, *Phormidium ambiguum*, *Lyngbya putcalis* и другие [2].

В средней части также были обильно развиты водно-болотные растения, особенно вдоль центрального рынка. Среди их зарослей и в других местах обильно встречались нитчатые зеленые водоросли – *Stigeoclonium tenue*, *Cladophora fracta*, а также виды родов *Zygnema*, *Mougeotia*, *Oedogonium*. Пленки из синезеленых водорослей составляли виды характерные для загрязненных водоемов: *Oscillatoria brevis*, *O. amoena*, *O. tenuis*, *Phormidium foveolarum*, *Ph. ambiguum*, *Lyngbya putcalis* [10].

На основе выполненного анализа высокая антропогенная нагрузка на экологическое состояние реки наблюдается в районе очистного

сооружения, где идет сброс стоков коммунально-бытовых и производственных, который составляет 80 тыс.м³/сутки.

Повышенная антропогенная нагрузка наблюдается только в районе центрального рынка, где наиболее плотно заселенные торговые места имеющие низкие санитарно-экологические показатели и надо отметить, что большинство торговых точек не имеет водопроводной сети.

Экология

Из-за индустриализации и урбанизации город Ош спрос на воду реки Ак-Буура в значительной степени возрастает и используются

нецеленаправленно. Расширение строительства жилых и коммерческих комплексов вдоль реки критически влияют на экологическое состояние реки. И все эти факторы заставляют людей использовать небезопасную воду, которая подвергает их потенциально смертельным заболеваниям, таким как холера и диарея [11].

Поскольку антропогенная деятельность становится всё интенсивнее, сброс сточных вод в бассейн реки Ак-Буура становятся сложнее, что требует разработки новых методов их очистки, которые будут просты в применении, эффективны и экологичны. Основные причины загрязнения водных ресурсов являются: – минерализация и жесткость воды [12].

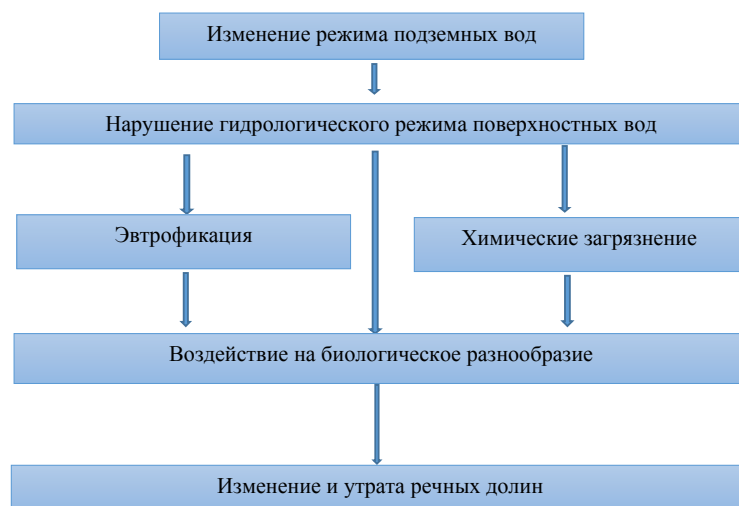


Рисунок 1 – Приоритетные эколого-географические проблемы трансграничного бассейна р. Ак-Буура

Сброс неочищенных промышленных и бытовых стоков в р. Ак-Буура, и проблема вододелиния в бассейне трансграничной реки Ак-Буура усугубляется водно-экологическими характеристиками объектов водоснабжения (в частности, качеством речной воды), тем самым усиливая остроту сложившейся водохозяйственной ситуации на приграничных территориях [1].

В ходе анализа эколого-географических проблем следует обратить внимание на неравномерное размещение объектов социально-экономической сферы в пределах бассейна р. Ак-Буура.

Сброс сточных вод в бассейн трансграничной реки Ак-Буура осуществляется из территории Кыргызской Республики и составляет около 0.255 км³ в год [13]. В связи с этим, качество воды реки Ак-Буура в зависимости от водности изменяется в пределах от «чистого» в верховьях до «умеренно

загрязненного» и «загрязненного» в среднем течении и низовьях. Из-за напряженной ситуации в бассейне трансграничной реки Ак-Буура вызвана продолжающимся освоением природных ресурсов территорий, усилением на них антропогенного воздействия, что приводит к нарушению сложившихся связей между природными компонентами. Наиболее существенные изменения на водосборе бассейна связаны с уменьшением биологического разнообразия, изменением структуры природных ландшафтов, снижением плодородия почв, загрязнением водных ресурсов. Для создания в бассейне управляемых и регулируемых водохозяйственных систем, обеспечивающих развитие природного процесса в соответствии с законами природы, необходимо разработать оптимальное сочетание угодий, экологического каркаса и устойчивой инфраструктуры.

Выводы

Безопасность населения и экологическая устойчивость в значительной степени определяется качеством и объемом водных ресурсов. Острота водохозяйственных проблем в трансграничном бассейне реки Ак-Буура требует принятия ряда решений на межгосударственном и государственном уровнях, направленных на регулирование отношений в сфере природопользования.

Для разработки межгосударственных программ по совместному управлению водными ресурсами р. Ак-Буура в первую очередь необходимо идентифицировать проблемы, связанные с водохозяйственной деятельностью в пределах бассейна и выделить региональные различия.

Информационные источники свидетельствуют, что с каждым годом ухудшается обстановка с обеспечением населения доброкачественной питьевой водой и река Ак-Буура как трансграничная река испытывает антропогенную нагрузку по отдельным видам химических загрязнений. Основными трансграничными загрязнителями являются: сульфаты, хлориды, нитраты, фенолы. В самоочищении водных ресурсов важна естественные процессы, в котором участвуют микроводоросли. Роль микроводорослей велика в биологической очистке водных ресурсов. Исследования все больше признают потенциал водорослей как биотехнологического инструмента для различных применений. Биоремедиация сточных вод с использованием водорослей и

его бактериальные консорциумы представляют значительный потенциал для устойчивого снижения загрязняющих веществ, а также способствуют восстановлению ресурсов и валоризации биомассы микроводорослей [14].

Использование консорциумов микроводорослей и бактерий в биоремедиации известно как перспективный подход к очистке вод и реки Ак-Буура. Эти консорциумы используют синергетическую связь между микроводорослями и бактериями для эффективного разложения органических веществ, удаления неорганических соединений, повышения производства биомассы или улучшения качества притока, среди прочих преимуществ. Использование консорциумов микроводорослей и бактерий может обеспечить несколько преимуществ по сравнению с использованием только монокультур микроводорослей для биоремедиационной обработки различных сточных вод, таких как улучшение удаления питательных веществ или антибиотиков, а также снижение риска загрязнения [15].

Качественные показатели р. Ак-Буура существенно ухудшаются в среднем и нижнем течении из-за расположенных по берегам многочисленных неблагоустроенных населенных пунктов, преобладающее большинство из которых не располагает очистными сооружениями. Указанное загрязнение связано с размещением в зонах санитарной охраны водозабора, плохим санитарным состоянием населенных пунктов, отсутствием систем водоснабжения и канализации [1,4].

Литература

1. Состояние водных ресурсов Кыргызской Республики. Аналитическая записка / Национальный институт стратегических исследований Кыргызской Республики. Бишкек, 2014. 52 с.
2. Боронбаева А.А. Альгофлора водоемов очистного сооружения г. Жалалабат и ее значение (Автореф. Дисс. канд. биол. наук.) Бишкек: 2007. 14 с.
3. Sigamani S., Ramamurthy D., Natarajan H. A review on potential biotechnological applications of microalgae. *Molecular Biology Reports* 13 // *J. Appl. Pharm. Sci.* – 2016. Vol. 6, No. 8, P.179–184. <http://dx.doi.org/10.7324/JAPS.2016.60829>.
4. Каримова Б.К. Альгофлора водоемов юга Кыргызстана. Изд. центр МОК “Технология”, Бишкек, 2002. С.80.
5. Ding X, Lan W, Gu J-D. A Review on Sampling Techniques and Analytical Methods for Microbiota of Cultural Properties and Historical Architecture. *Applied Sciences*. 2020; 10(22):8099. <https://doi.org/10.3390/app10228099>
6. Б.К. Заядан, А.К.Садвакасова, Д.Н. Маторин. Биоремедиация и мониторинг загрязненных экосистем на основе микроводорослей // Монография. – Москва: Изд-во «Альтекс» 2020. – 280 с.
7. Zayadan B., Matorin D. / Biomonitoring water ecosystems based of nmicroalgae // Monograph, Moscow, Alteks, 2015. – 251 p.
8. Sergio de Oliveira Lourenço (2020) Microalgae culture collections, strain maintenance, and propagation. *Handbook of Microalgae-Based Processes and Products*, 49-84, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818536-0.00003-8>
9. Р.Р. Абсатаров, Э.К. Арынбаев, Р.А. Абылов. В городе Ош воздействие автономичных предприятий на окружающую среду. *Science Education Engineering*, June 2024. <https://doi.org/10.54834/vi2.385>
10. Natalya Yuorieva, Maria Sinetova, Ekaterina Messineva and at all //Plants, Cells, Algae and Cyanobacteria In Vitro and Cryobank Collections at the Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences-A Platform for Research and Production Center Article in Biology · June 2023 <https://www.researchgate.net/publication/371417185>

11. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты // Институт водных проблем РАН.- М.: Наука, 2006.-221 с.
12. Кирейчева Л. В., Козыкеева А. Т., Даулетбай С. Т. Оценка экологической устойчивости водосборов в бассейне реки Шу при их комплексном обустройстве // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 9 (40). Ч. 3. С. 23–26
13. Исабеков Т.А. Совершенствование управления водными ресурсами на объектах межгосударственного пользования (на примере рек Чу и Талас): Автореферат на соискание доктора технических наук.- Бишкек, 2014.-46 с
14. Bekzhan D. Kossalbayev, Ardak B. Kakimova, Kenzhegul Bolatkhan, Bolatkhan K. Zayadan*, Sandugash K. Sandybayeva, Ayshat M.Bozieva, Asemgul K. Sadvakasova, Saleh Alwasel, Suleyman I. Allakhverdiev (2022) // Biohydrogen production by novel cyanobacterial strains isolated from rice paddies in Kazakhstan // International Journal of Hydrogen Energy, 47(37). P.16440-16453. Q-1, процентиль – 90. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.03.126>
15. Chang, Y.L.; Nagarajan, D.; Chen, J.H.; Yen Chen, C.; Wu, Y.J.; Whang, L.M.; Lee, D.J.; Chang, J.S. Microalgae-Bacteria Consortia for the Treatment of Raw Dairy Manure Wastewater Using a Novel Two-Stage Process: Process Optimization and Bacterial Community Analysis. Chem. Eng. J. 2023, 473, 145388, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.145388>

References

1. Sostoyanie vodnyh resursov Kyrgyzskoy Respubliki. Analiticheskaya zapiska / Nacional'nyj institut strategicheskikh issledovaniy Kyrgyzskoy Respubliki. Bishkek, 2014. 52 s. (In Russian)
2. Boronbaeva A.A. Al'goflora vodoemov ochistnogo sooruzheniya g. Zhalalabat i ee znachenie (Avtoref. Diss.kand.biol. nauk.) Bishkek: 2007. 14 s. (In Russian)
3. Sigamani S., Ramamurthy D., Natarajan H. A review on potential biotechnological applications of microalgae. Molecular Biology Reports 13 // J. Appl. Pharm. Sci. – 2016. Vol. 6, No. 8, P.179–184. <http://dx.doi.org/10.7324/JAPS.2016.60829>.
4. Karimova B.K. Al'goflora vodoemov yuga Kyrgyzstana. Izd.centra MOK "Tekhnologiya", Bishkek, 2002.S.80. (In Russian)
5. Ding X, Lan W, Gu J-D. A Review on Sampling Techniques and Analytical Methods for Microbiota of Cultural Properties and Historical Architecture. Applied Sciences. 2020; 10(22):8099. <https://doi.org/10.3390/app10228099>
6. B.K. Zayadan, A.K.Sadvakasova, D.N. Matorin. Bioremediatsiya i monitoring zagryaznennykh ekosistem na osnove mikrovdoroslej // Monografiya. – Moskva: Izd-vo «Al'teks» 2020. – 280 s. (In Russian)
7. Zayadan B., Matorin D. / Biomonitoring water ecosystems based of nmicroalgae // Monograph, Moscow, Alteks, 2015. – 251 r.
8. Sergio de Oliveira Lourenço (2020) Microalgae culture collections, strain maintenance, and propagation. Handbook of Microalgae-Based Processes and Products, 49-84, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818536-0.00003-8>
9. R.R. Absatarov, E.K. Arynbaev, R.A. Abylov. V gorode Osh vozdeystvie avtomojnochnykh predpriyatij na okruzhayushchuyu sredu. Science Education Engineering, June 2024. <https://doi.org/10.54834/vi2.385> (In Russian)
10. Natalya Yuorieva, Maria Sinetova, Ekaterina Messineva and at all //Plants, Cells, Algae and Cyanobacteria In Vitro and Cryobank Collections at the Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences-A Platform for Research and Production Center Article in Biology · June 2023 <https://www.researchgate.net/publication/371417185>
11. Danilov-Danil'yan V.I., Losev K.S. Potreblenie vody: ekologicheskie, ekonomicheskie, social'nye politicheskie aspekty // Institut vodnyh problem RAN.- M.: Nauka, 2006.-221 s. (In Russian)
12. Kirejcheva L. V., Kozykееva A. T., Dauletбай S. T. Ocenka ekologicheskoy ustojchivosti vodosborov v bassejne reki SHU pri ih kompleksnom obustrojstve // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2015. № 9 (40). CH. 3. S. 23–26
13. Isabekov T.A. Sovershenstvovanie upravleniya vodnymi resursami na ob'ektah mezhgosudarstvennogo pol'zovaniya (na primere rek CHu i Talas): Avtoreferat na soiskanie doktora tekhnicheskikh nauk.- Bishkek, 2014.-46 s (In Russian)
14. Bekzhan D. Kossalbayev, Ardak B. Kakimova, Kenzhegul Bolatkhan, Bolatkhan K. Zayadan*, Sandugash K. Sandybayeva, Ayshat M.Bozieva, Asemgul K. Sadvakasova, Saleh Alwasel, Suleyman I. Allakhverdiev (2022) // Biohydrogen production by novel cyanobacterial strains isolated from rice paddies in Kazakhstan // International Journal of Hydrogen Energy, 47(37). P.16440-16453. Q-1, процентиль – 90. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.03.126> (In Russian)
15. Chang, Y.L.; Nagarajan, D.; Chen, J.H.; Yen Chen, C.; Wu, Y.J.; Whang, L.M.; Lee, D.J.; Chang, J.S. Microalgae-Bacteria Consortia for the Treatment of Raw Dairy Manure Wastewater Using a Novel Two-Stage Process: Process Optimization and Bacterial Community Analysis. Chem. Eng. J. 2023, 473, 145388, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.145388>

Авторлар туралы мәлімет:

Боронбаева Айназик Әбдіқаарқызы (корреспондент-автор) – биология ғылымдарының кандидаты, Ош мемлекеттік университетінің Ботаника, жалпы биологиялық пән және биологияны оқыту әдістемесі кафедрасының доценті (Ош, Қырғызстан, электрондық пошта: boronbaeva72@list.ru)

Information about authors:

Boronbaeva Ainazik Abdykaarovna (corresponding author) – Cand. Biol.Sc., Associated Professor at the Department of Botany, General Biological Disciplines and Methods of teaching biology, Osh State University (Osh, Kyrgyzstan, email: boronbaeva72@list.ru)

Поступила: 14 августа 2024 года

Принята: 25 сентября 2024 года

2-бөлім
**ҚОРШАҒАН ОРТА ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ
БИОТАҒА ЖӘНЕ ТҮРҒЫНДАР
ДЕНСАУЛЫҒЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ**

Section 2
**ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL
POLLUTION ON BIOTA AND HEALTH**

Раздел 2
**ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ
ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА БИОТУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

**А.Б. Батырханова¹, Р.А. Исаева¹, Б.К. Сарсенбаев¹,
Г.Р. Сауганова¹, А.А. Абдуова*¹**

М. Әуезов атындағы «Оңтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, Шымкент қ., Қазақстан

*e-mail: aisulu.abduova@mail.ru

ӨНЕРКӘСІПТІҢ ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРЫ ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫН ӨНДІРУГЕ БАҒАЛЫ ШИКІЗАТ

Замануи өнеркәсіптік өндірістің өсуі, әсіресе Қазақстанның түсті металлургиясында пайда болатын қалдықтар көлемінің және оларды жинауға, шоғырландыруға, көмуге, кәдеге жаратуға, немесе залалсыздандыруға жұмсалатын шығындардың ұлғаюына әкеп соғады. Металлургиялық өндіріс жүйесі қоршаған ортамен белсенді әрекеттесетін технологиялық өзекті мәселерге негізделген. Қолданыстағы технологиялық өзекті мәселелердің негізгі бөлігі бір жағынан шикізат пен энергияны тұтынатын, екінші жағынан дайын өнімдер мен қалдықтарды шығаратын ашық жүйелер қағидаты бойынша құрылған. Өндірістің қазіргі деңгейін ескере отырып, технологиялық өзекті мәселерді жетілдіруге байланысты өндірістік қалдықтарды айтарлықтай азайту үшін, әлі де уақыт кезеңі қажет. Осы уақытта өндірістік және басқа аумақтарда жинақталған қалдықтар топырақты, ауаны және су көздерін қарқынды ластауды жалғастыруда.

Жұмыстың мақсаты: өнеркәсіптік техногендік қалдықтарын жою немесе кәдеге жарату және олардың негізіндегі композициялық цементтер өндірісінің технологиялық негіздерін әзірлеу. Композициялық цемент өндірісінде «карбонатты-барий қалдықтары», фосфор және домна қожыларын пайдалану, бір жағынан, аймақтың экологиялық жағдайын жақсартады, ал екінші жағынан, болашақ ұрпақ үшін табиғи ресурстардың, әсіресе қалпына келмейтін қорлардың қорын үнемдеуге және өзін – өзі дамытатын табиғи ландшафттардың жойылуын болдырмауға мүмкіндік береді. Жұмыс барысында зерттеу тәжірибесінде стандартты және жалпы қабылданған зерттеу әдістері орындалды: химиялық және минералогиялық әдістері, растрлық электронды микроскопиялық талдау, физика-механикалық сынақтар.

Түйін сөздер: карбонатты-барий қалдықтарын жою, техногендік қалдықтар, ресурс үнемдеу, энергия үнемдеу, фосфор және домна қожылары, экологиялық залал, композициялық азклинкерлі ұсақ ұнтақталған цемент.

A.B. Batyrkhanova, R.A. Issayeva, B.K. Sarsenbayev,
G.R. Sauganova, A.A. Abduova*

NAC "South Kazakhstan University" named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan

*e-mail: aisulu.abduova@mail.ru

Technogenic industrial waste is a valuable raw material for the production of building materials

The growth of industrial production leads to an increase in the volume of waste generated and the costs of their storage, concentration, burial, disposal, capture or neutralization, especially in the non-ferrous metallurgy of Kazakhstan. The metallurgical production system is based on technological processes that actively interact with the environment. The bulk of existing technological processes are built on the principle of open systems, on the one hand consuming raw materials and energy, and on the other – producing finished products and waste. Taking into account the current level of production, a significant period of time is still required to significantly reduce production waste associated with the improvement of technological processes. During these periods, waste accumulating in industrial and other territories continues to intensively pollute the soil, air and water sources.

The purpose of the work: Utilization of man-made industrial waste and development of technological bases for the production of composite cements based on them. The use of waste "carbonate-barium tailings", phosphoric and blast furnace slags in the production of composite cements, on the one hand, improves the ecological situation of the region, and on the other hand, allows us to save reserves of natural resources for future generations, especially non-renewable ones, and prevent the destruction of natural landscapes with natural self-development. In the course of the work, standard and generally accepted research methods were carried out: chemical and mineralogical methods of analysis, scanning electron microscopy, physical and mechanical tests.

Key words: utilization of waste carbonate-barium tailings, technogenic waste, resource conservation, energy conservation, phosphoric and blast furnace slag, environmental damage, composite low-clinker finely ground cement.

А. Батырханова, Р. Исаева, Б.К. Сарсенбаев,
Г.Р. Сауганова, А.А. Абдуова*

НАО «Южно-Казахстанский университет» имени М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан

*e-mail: aisulu.abduova@mail.ru

Техногенные отходы промышленности как ценное сырье для производства строительных материалов

Рост промышленного производства ведет к увеличению объемов образующихся отходов и затрат на их складирование, концентрирование, захоронение, утилизацию, улавливание или обезвреживание, особенно в цветной металлургии Казахстана. Система металлургического производства основывается на технологических процессах, активно взаимодействующих с окружающей средой. Основная масса существующих технологических процессов построена по принципу открытых систем, с одной стороны, потребляющих сырье и энергию, а с другой – выпускающих готовую продукцию и отходы. С учетом нынешнего уровня производства, требуется еще значительный период времени для существенного сокращения производственных отходов, связанных с совершенствованием технологических процессов. В эти сроки, накапливающиеся на производственных и других территориях отходы, продолжают интенсивно загрязнять почву, воздух и водисточники.

Цель работы: Утилизация техногенных отходов промышленности и разработка технологических основ производства композиционных цементов на их основе. Использование отходов «карбонатно-бариевые хвосты», фосфорных и доменных шлаков в производстве композиционных цементов, с одной стороны, улучшает экологическую обстановку региона, а с другой стороны – позволяет сберечь для будущих поколений запасы природных ресурсов, особенно невозобновляемых и предотвратить разрушение природных ландшафтов, обладающих естественным саморазвитием. В процессе работы были выполнены стандартные и общепринятые в исследовательской практике методы исследования: химические и минералогические методы анализа, растровая электронная микроскопия, физико-механические испытания.

Ключевые слова: утилизация отходов карбонатно-бариевых хвостов, техногенные отходы, ресурсосбережение, энергосбережение, фосфорные и доменные шлаки, экологический ущерб, композиционный малоклинкерный тонкомолотый цемент.

Кіріспе

Қалдықтарды жою және кәдеге жарату проблемасының өзектілігін оның барлық ауқымдылығы мен Қазақстандағы үлкен әлеуметтік-экономикалық маңыздылығы (өткен ғасырдың соңында) тау-кен (34), байыту (12) және металлургия (9) өндірістерінің 55 қалдықтар қоймасы ескерілгені дәлелдейді. Техногендік қалдықтардың жалпы қоры шамамен 1500 млн тоннаны құрайды, оның ішінде: тау – кен өндірісінің қалдықтары (аршылған жыныстар) – шамамен 1000 млн.тонна, байыту (байыту қалдықтары) – шамамен 450 млн тонна, металлургиялық (қож және т. б.) – шамамен 50 млн. тонна [1-7]. Бұл жағдайда техникалық және технологиялық құралдардың органикалық қосылуына негізделген қалдықтарды жою немесе кәдеге жарату мәселесіне кешенді көзқарас ерекше маңызға ие.

Қазақстан Республикасындағы тау-кен байыту өндірісі, басқа елдердегідей, осы уақытқа дейін аршу және ұңғыма кенжарларының үйін-

ді жыныстары, байыту қайта бөлу қалдықтары, металлургиялық қожылар түріндегі өнеркәсіптік қалдықтардың жоғары деңгейімен сипатталады. Шын мәнінде, өндірілген кеннің әр тоннасына 125 тоннаға дейін ілеспе тау жынысы және 0,8 тоннаға дейін байыту қалдықтары келеді [8-10].

Өндіріс қалдықтарын жер үсті үйінділеріне орналастыру қоршаған ортаны қорғау қорына үнемі өсіп келе жатқан төлемдер түрінде экологиялық залал шығындарын орналастыра отырып, қоймаларды салуға және күтіп ұстауға кететін белгілі шығындармен байланысты. Жекелеген кәсіпорындар бойынша бір тонна үйінді (шахта жыныстарын) орналастыру құны 2-ден 10 теңгеге дейін өзгереді, ал бір тонна байыту қалдықтары немесе күл қождары 10-15 теңгеге жетеді. Үйінділердегі рекультивациялық жұмыстардың құны бір гектар алаңға 150-200 теңге шегінде жүргізіледі. Шығарындылар үшін төлем (тонна қатты тұрмыстық қалдықтар атмосфераға 150-200 теңгені құрайды, ал су нысаналарын-

да шығарындар көбінесе 10000-20000 теңгеден асады) [9,11-15].

Қазіргі уақытта тау-кен байыту кәсіпорындары келесі себептерге байланысты өздерінің техногендік үйінділерін, қалдықтар мен баланстан тыс кендерді қайта өңдеудің шұғыл қажеттілігіне тап болды [16]. Қалдық қоймаларын пайдалану мерзімі шектеулі, оларды толтыру аяқталған немесе алдағы жылдары аяқталады. Қайта өңдеуге қиын байытылатын кендерді енгізу қажеттілігіне байланысты үйінділердің жинақталу үрдісі өсуде [17].

Үйінділер үлкен аумақтарды алып жатыр және тау-кен байыту кешендерінің жұмыс істейтін аудандары үшін экологиялық қауіп көзі болып табылады, айыппұлдар санкциясы өсуде.

Үйінділер-бұл түсті металлургия қажеттіліктері үшін де, құрылыс материалдарын өндіру үшін де сақталған шикізаттың үлкен мөлшері.

Сондықтан металдарды барынша өндірумен техногендік қалдықтарды кешенді қайта өңдеудің, кенді емес бөлікті жою немесе кәдеге жаратудың және экологиялық жағдайды жақсартудың өзектілігі экологиялық және экономикалық маңызға ие [16-22].

Өнеркәсіптік қалдықтарды залалсыздандыру және жою өткір мәселелердің бірі болып табылады. Өндірістің дәстүрлі технологиялық процестері табиғи ортаның өндірісті өзін-өзі тазартуға табиғи қабілетінен асатын көлемде аумақта орналастырылатын өнеркәсіптік қалдықтар көлемінің ұлғаюымен байланысты.

Топырақтың өндірістік қалдықтармен шамадан тыс жүктелуі биосферадағы заттар мен энергияның қалыпты айналымын бұзады, үлкен кеңістіктердегі топырақтың жойылу қаупін тудырады, бұл биосферада қайтымсыз өзгерістерге әкелуі мүмкін.

Түсті металлургия өндірісі қоршаған ортаға ауыр металдардың түсуінің негізгі көзі болып табылады, олар тірі организмдерге қатысты жоғары уыттылығы бар.

Қазіргі уақытта Қазақстанның энергетика өнеркәсібі мен түсті металлургия үйінділерінде 17 млрд. тоннадан астам қалдық жинақталған және Қазақстан Республикасы өнеркәсібінің барлық қатты қалдықтарының үштен бір бөлігін құрайды. Қалдық қоймаларында ұзақ уақыт сақтаған кезде сульфидтердің тотығуы олардың суда еритін оксидтерге ауысуымен жүреді.

Бұл ретте қалдық түсті металдар өнеркәсіп қалдықтарынан шаймаланып, ашық су айдындары мен жер асты суларына түсетін ауыр металдардың экологиялық зиянды көздеріне

айналады. Сонымен қатар, олар жел мен жауын-шашынның әсерінен ұзақ қашықтыққа шаңды дауыл түрінде тасымалданады, топырақты ластайды, қоршаған аудандардың флорасы мен фаунасына әсер етеді.

Мәселен, Кентау және Түркістан қалаларының ауданында жүргізілген топырақ талдауы бойынша, Түркістан облысы экология департаментінің зертханасынан, топырақтағы қорғасынның мөлшері басқа ауыр металдарды есептемегенде, қалдықтардан шектеулі қашықтықта шекарасы, келесідей: 0,5 км – 1240 мг/кг, 954 мг/кг, 80 км – 754 мг/кг, бұл рұқсат етілген концентрация шегінен тиісінше 38, 62 және 5 есе асып түседі [19,21-24].

Кен емес өнеркәсіп қалдықтарын кешенді пайдалану мәселесін шешу мақсатында құрылыс материалдары өнеркәсібінде түсті металл кендерін байыту қалдықтарын пайдалану бойынша жұмыстар жүргізілді.

Қазіргі уақытта әртүрлі қалдықтарды қолданудың ғылыми алғышарттары жасалды, оның ішінде тұтқыр компоненттердің бірі ретінде байытудың «қалдықтары» [23-25].

«Ачполиметалл» АҚ карбонатты-барий қалдықтарын жою немесе кәдеге жарату мәселелерімен қазіргі уақытта М. Әуезов атындағы ОҚУ КеАҚ және Қазқұрылыс жоба ҒЗИ ғалымдары айналысуда.

Композициялық тұтқыр материалдарды өндіру үшін техногендік минералды шикізаттың әртүрлі түрлерін кеңінен тартудың айқын тиімділігіне қарамастан, бұл мәселе шешілмеген күйінде қалып отыр, бұл олардың физика – химиялық қасиеттерінің ерекшелігіне және олардың құрамындағы жағымсыз қоспалардың болуына байланысты. Бұл одан әрі зерттеу жүргізу және жоғары тиімді материалдарды алу үшін кешенді зерттеудің теориялық және технологиялық аспектілерін дамыту қажеттілігін анықтайды.

Өнеркәсіптік құрылыс материалдары өнімдерінің жаңа түрлерін дамыту және сапасын арттыру оның өзіндік құнын төмендету кезінде және кең таралған жергілікті шикізатты (тас тәрізді жыныстар мен карбонатты-барий қалдықтары) пайдалану кезінде шешілуі керек. Кентау қаласындағы «қалдықтары» саны 135 млн. Түркістан облысы мен Түркістан қаласын дамыту бағдарламасы бойынша қазіргі уақытта Кентау қаласында полиметалл кендерін байыту қалдықтарын қайта өңдеу бойынша өндірістер салу қажет [15,19,21,24]. Өндірістерді ұйымдастыру Кентау қаласының экологиялық, экономикалық

және әлеуметтік мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

ҚР-да атом электр станциясының құрылысына байланысты гамма және рентген сәулелерінен қорғайтын қасиеттері бар тұтқыр заттар негізінде бетондар қажет болады. Мұндай тұтқыр заттардың құрамдас бөліктерінің бірі карбонатты-барий қалдықтары болуы мүмкін.

Материалдар мен әдістер

Қазіргі уақытта Қазақстанда металлургиялық және фосфор қожыларынан басқа, цемент өндірісі үшін химиялық және минералды қоспаларды қолдану қымбатшылығына және тапшылығына байланысты шектелген. Тиімділігі жоғары, үнемді композиттік цементтерді өндірісін ұйымдастыру үшін, өндірістік қалдықтардың шикізат қоры жеткілікті [12,17,21,23].

Олардың бірі карбонатты-барий қалдықтарын пайдалану. Алайда жүргізілген ғылы-

ми зерттеулердің көлемі жеткіліксіз, олардың тиімділігін құрамында карбонатты бар композициялық байланыстырғыштар мен олардың негізіндегі бетондар алу, сонымен қатар композитті азклинкерлі ұсақұнтақталған цементтердің технологиясын жасау зерттеулерді қажет етеді [9,13,15].

Түркістан облысында ең ірі тонналық қалдықтар «Ачполиметалл» АҚ-да карбонатты-барий қалдықтары болып табылады (1-сурет). Карбонатты-барий қалдықтарының қорлары минералды шикізат қорларынан асып түседі, сондықтан композициялық азклинкерлі ұсақұнтақталған цементтерді өндіру үшін әмбебап техногендік шикізат көзі бола алады.

Карбонатты-барий қалдықтары ұсақұнтақталған өнім болып табылады, қолданар алдында қосымша ұнтақтауды қажет етпейді. Келесі түйіршікметриялық құрамы: 25 мкм – 55-65% және 200 мкм-ден үлкен-10-15%; 85 мкм – ден аз дәндер 25-30% құрайды.



1-сурет – Түркістан облысының «Ачполиметалл» АҚ карбонаты-барий қалдықтарының қоймасы

Карбонатты-барий қалдықтарының химиялық құрамы тұрақтылықпен сипатталады және массада ұсынылған %: SiO_2 – 4,36-6; Al_2O_3 – 0,98-1,2; Fe_2O_3 – 2,86-3,5; CaO – 27,79-29; MgO – 14,45-16,3; п.п.п. – 35,25-37; BaSO_4 – 12,7-13,5; FeS_2 – 1,39-1,5; PbSO_4 – 0,03-0,05; PbCO_3 – 0,09-1,2; PbS – 0,14-0,2.

Қалдықтарда катализикалық және модификациялық компоненттер бар, мас. %: Zn 0,01-0,05; Cu 0,002-0,004; Ti 0,03-0,05; Cd 0,002-0,003; 2,7-13,5; FeS_2 1,39-1,5; PbSO_4 0,03-0,05; PbCO_3 0,09-1,2; PbS 0,14-0,2.

Радионуклидтердің төмен белсенділігі (53-55 БК/кг), улы секрециялардың болмауы, ауыр металдардың аз үшқыштығы қалдықтардың радиациялық-экологиялық қауіпсіздігін көрсетеді. Қалдықтардың құрамына кіретін негізгі минералдар: доломит 50-60%; әктас 10-15%; барит 10-20%; сазды заттар 5-8%; кен минералдары 2-3%.

Карбонатты-барий қалдықтарының минералогиялық және түйіршікметриялық құрамы: доломит 50-60%; әктас 10-15%; барит 10-20%; сазды заттар 5-8%; кен минералдары 2-3%, мөлшері

85 мкм – ден аз дәндер 25-30%, 25-85 мкм – 55-65% және 200 мкм-ден үлкен-10-15%, ал сондай-ақ олардың құрамында айтарлықтай мөлшер бар карбонатты жыныстар.

Композициялық азклинкерлі ұсақұнтақталған цементті (КАУЦ) алу үшін, келесі қоспалар қолданылды: «Стандартцемент» ЖШС портландцемент клинкерінің минералдық құрамы %: алит (C_3S) -50 астам, үш кальцийлі алюминаты C_3A – 5 астам, MgO -2,5 аспайды, бос әк пен P_2O_5 мөлшері-0,5 және 0,25 аспайды; көп компонентті цементтерге қойылатын талаптар: п.п. п. 0,5-тен аспайды, сондай-ақ фосфор қожы және модификациялаушы қоспа. Бірлескен ұнтақтаудан кейінгі ұнтақтау $S_{уд} = 400 - 450 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Эксперименттік жұмыстарда ірі және ұсақ толтырғыштар ретінде: доломит қиыршық тастары, кварц құмы, жергілікті карьерлердің карбонатты қиыршық тастары, жергілікті карьерлердің құм-қиыршық тас қоспасы қолданылды.

Композициялық азклинкерлі ұсақұнтақталған цемент және олардың негізіндегі бетондардың құрылыс-техникалық сипаттамаларын анықтау үшін мынадай нормативтік-техникалық құжаттамалар пайдаланылды:

- МемСт 10180-90 «Бақылау үлгілері бойынша беріктікті анықтау әдістері».

- МемСт 12730.5-78(1994) «Бетондарды суға төзімділікті анықтау әдістері».

- МемСт 12730.0-78 – МемСт 12730.4-78 әдістеріне сәйкес 10x10x10 см үлгілердегі бетонның тығыздығы анықталды кем дегенде 6 үлгі сынақтан өтті.

- сәуле үлгілерін сынау – композициялық азклинкерлі ұсақұнтақталған цемент және олардың негізіндегі бетондардың қысу беріктігі PSU-10, PSU-50 және PSU-200 зертханалық престерінде 0,1 МПа/с жүктеме жылдамдығымен жүргізілді, ал цемент-құм ерітіндісін бұғу кезінде МИИ-100 құрылғысындағы 40x40x160 мм үлгілерде жүргізілді.

- композициялық азклинкерлі ұсақұнтақталған цементтер мен қожылардың әртүрлі құрамдарын ұнтақтау үшін диірмендер қолданылды: Мл -1, Активатор – 4М және СВМ-3.

- МемСт 12730.3 әдістемесі бойынша судың сіңуі және бетонның кеуектілігінің сипаттамалары анықталды.

ПСХ-12 құралының көмегімен тұтқыр материалдардың ұнтақтылығын анықтау, сондай-ақ Fritsch Particle Sizer ANALYSETTE 22 құрылғысындағы объектіні лазерлік дисперсиялау әдісі арқылы ұнтақталған материалдардың фракциялық құрамы анықталды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Фосфор қожысы негіздегі композициялық азклинкерлі ұсақұнтақталған цементтерден ауыр бетондардың бетон қоспасын дайындау үшін, М500 Д0 портландцементі және суперпластификатор қосылған карбонатты-барий қалдықтары ірі толықтырғыш ретінде СЛ-ЦБ-10 бетон араластырғышын қолданды, құм, цемент, содан кейін судың қажетті мөлшерін қосу.

Карбонат-барий қалдықтары қосылған композициялық шағын клинкерлі ұсақ ұнтақталған цементтерден жасалған ауыр бетондар олар П4-(ОК ≥ 19 см) маркасынан төмен емес жылжыма-лы қоспалардан дайындалды.

Бетон қоспасы мен бетонның келесі құрылыс-техникалық қасиеттері зерттелді: жұмыс қабілеттілігі (конус шөгіндісі бойынша), тығыздық, ауа тарту, су бөлу және беріктік.

Карбонатты-барий қалдықтары бар композициялық азклинкерлі ұсақұнтақталған цементтерден жасалған ауыр бетондардың қасиеттері мен құрамдарын зерттеу нәтижелері 1 және 2-кестелерде келтірілген.

Көріп отырғаныңыздай, 3-кестеден және 4-кестеден карбонатты-барий қалдықтары қосылған композициялық шағын клинкерлі ұсақ ұнтақталған цементтер негізіндегі ауыр бетондардың құрамы беріктігі бойынша жобалық сыныпқа (маркаға) сәйкес келеді. №2 құрамы беріктік пен су бөлу талаптарын қанағаттандырмайды, бұл бетондағы карбонатты-барий қалдықтары қосылған композициялық азклинкерлі ұсақұнтақталған цементтердің аз тұтынылуымен түсіндіріледі. Карбонатты-барий қалдықтары бар композиттік азклинкерлі ұсақұнтақталған цементтердің болмауына байланысты және толтырғыштың аз қалыңдығы оның дәндері арасындағы үйкелісті арттырады, бұл бетон қоспасының жұмыс қабілеттілігінің төмендеуіне әкеледі. Карбонатты-барий қалдықтары бар композиттік азклинкерлі ұсақұнтақталған цементтердің қажетті қозғалғыштығына қол жеткізу үшін судың артық мөлшерін қосу керек, ол уақыт өте келе бетон қоспасынан бөлінеді.

Жоғарыда айтылғандар процестер су қажеттілігінің (ΔB) төмендеуіне карбонатты-барий қалдықтары бар композиттік азклинкерлі ұсақұнтақталған цементтердің тәуелділікпен де расталады -портландцементтегі бетондарға қатысты бетондар композициялық азклинкер ұсақұнтақталған цементтерді тұтынудың артуымен. Бетон қоспасының жұмыс қабілеттілігінің жоғарылауы бұл жағдайда толтырғыш дәндері-

нің айналасындағы майлау қалыңдығының жоғарылауымен қамтамасыз етіледі, бұл қосымша су шығынын қажет етпейді.

Төмен дәнекерленген бетондарды өндіру үшін карбонатты-барий қалдықтары қосылған

30-АҮЦ қажет, оның шығыны айтарлықтай жоғары болады, карбонатты-барий қалдықтары қосылған 50-АҮЦ пайдаланудан гөрі, 250 кг бетондағы карбонатты-барий қалдықтары қосылған 30-АҮЦ сондықтан тұтынуды шектеуге болады.

1-кесте – ПЦ500Д0 және карбонатты-барий қалдықтарының қоспасы бар КАҮЦ негізіндегі бетондардың құрамы.

Құрамдардың №	Тұтқыр түрі	Цемент пен толтырғыштардың шығыны			
		кг/м ³			
		цемент	ұсақ (күм)	ірі (қиыршық тас)	су
M100 (B7,5)					
1	ПЦ500Д0	190	880	1080 (қиыршық тас)	200
2	карбонатты-барий қалдықтарының қоспасы бар КАҮЦ				180
M200 (B15)					
3	ПЦ500Д0	260	940	1060 (қиыршық тас)	170
4	карбонатты-барий қалдықтарының қоспасы бар КАҮЦ				130
M300 (B22,5)					
5	ПЦ500Д0	280	850	1150 (қиыршық тас)	172
6	карбонатты-барий қалдықтарының қоспасы бар КАҮЦ				124
M550 (B40)					
7	ПЦ500Д0	390	780	1160 (қиыршық тас)	168
8	карбонатты-барий қалдықтарының қоспасы бар КАҮЦ				123

2-кесте – Карбонатты-барий қалдықтары қосылған КАҮЦ жасалған ауыр бетон құрамдарының құрылыс-техникалық қасиеттері

Құрамдардың №	Конустық шөгу, см	су/Ц	Δсу, %	Бетон қоспасының тығыздығы, кг/м ³	Ауа тарту, %	Су бөлу, %	Бетонның қысу беріктігі, МПа			
							жылу-ылғалдылықты өңдеуден кейін	жасы, тәулік		
								1	7	28
M100 (B7,5)										
1	20,9	1,3	-	2345	6,8	0,5	5,9	2,5	5,9	11,5
2	19,3	1,1	9,9	2360	6,9	3,1	4,8	2,3	6,5	9,5
M200 (B15)										
3	20,5	0,86	-	2335	5,5	0,2	13,7	5,0	19,1	26,4
4	19,8	0,63	18,8	2380	5,8	0,4	13,5	5,6	18,9	27,5
M300 (B22,5)										
5	22,0	0,61	-	2320	5,3	жоқ	16,5	8,9	22,0	32,4
6	20,5	0,53	27,9	2330	4,8	жоқ	18,8	10,8	23,5	35,2
M550 (B40)										
7	21,0	0,46	-	2400	3,5	жоқ	34,0	20,6	41,8	51,5
8	24,8	0,35	26,8	2450	3,1	жоқ	38,1	25,5	46,8	54,6

3-кесте – Карбонатты-барий қалдықтары қосылған 30-КАҰЦ жасалған ауыр бетонның құрамы

Құрамдардың №	Тұтқыр түрі	Бетон қоспасының тығыздығы, кг/м ³			
		цемент	ұсақ (күм)	ірі (қиыршық тас)	су
M100 (B7,5)					
1	карбонатты-барий қалдықтарының қоспасы бар КАҰЦ	280	850	1150	127

4-кесте – Карбонатты-барий қалдықтары қосылған 30-КАҰЦ жасалған ауыр бетон құрамдарының құрылыс-техникалық қасиеттері

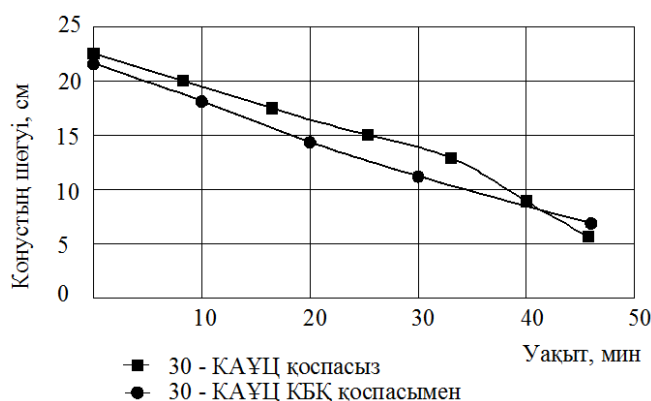
Құрамдардың №	КШ, см	С/Ц	ΔС, %	Бетон қоспасының тығыздығы, кг/м ³	Ауа тарту, %	Су бөлу, %	Бетонның қысу беріктігі, МПа			
							жылу-ылғалдылықты өңдеуден кейін	жасы, тәулік		
								1	7	28
M100 (B7,5)										
1	19	0,44	-		5,6	0,2	9,0	3,8	6,9	12,5

Эксперименттік деректерді талдаудан талап етілетін МемСт 10181-2000 (0,8 %) мәннен аспайтын, құрамында карбонатты-барий қалдықтары қосылған 30-КАҰЦ жасалған ауыр бетонның беріктігі бойынша жобалық маркаға сәйкес келеді және су бөлумен сипатталатынын көруге болады.

Бетон қоспасы үшін ұтқырлықтың сақталуы маңызды сипаттама болып табылады. Сондықтан да біз тәжірибелік жұмыста беріктігі бойын-

ша М300 (В22,5) маркалы карбонатты-барий қалдықтары қоспасымен 30-КАҰЦ жасалған ауыр бетон мысалында ұтқырлықтың сақталуын бағаладық. 2-суретте эксперименттік сынақтардың нәтижелері келтірілген.

2-суретте бетон қоспасының 30-КАҰЦ қоспасыз және карбонатты-барий қалдықтары қоспасымен 30-КАҰЦ сақталуы іс жүзінде ерекшеленбейді.



2-сурет – Бетон қоспасының 30-КАҰЦ қозғалғыштығын қоспасыз және карбонатты-барий қалдықтары қоспасымен сақтау

Қорытынды

Осылайша, әдеби деректер мен патенттік іздеулерді талдау фосфор және домна қожылар мен құрамында карбонаты бар қалдықтарының

құрылыс материалдары өнеркәсібінде баға жетпес шикізат екенін көрсетеді. Алайда құрылыс материалдары технологиясында техногендік қалдықтарды қолдану көлемі әлі жеткілікті деңгейде емес. Бұл үлкен энергия мен ресурс шы-

ғындарымен және тапшы қатаю белсенділігін қолдану және автоклав технологиясын қолданумен байланысты. Осыған байланысты құрылыс материалдарын өндіруде техногендік қалдықтарды (карбонатты-барий қалдықтары) пайдалану, олардың негізінде композициялық цемент және бетон алу технологиясын жасау қажет.

Гранулометриялық талдау әдісімен карбонатты-барий қалдықтарының негізгі модульдік мөлшері 25-85 мкм дәндерден тұратындығы анықталды. Сондықтан қалдықтарды технологиялық процестен қосымша ұнтақтауды алып тастауға болады.

Табиғи және техногендік толтырғыштардан жасалған азклинкерлі ұсақұнтақталған цемент негізінде алынған бетондардың пайдалану сипаттамалары мен беріктігі зерттелді.

Қазақстанда металлургиялық және фосфор қожыларынан басқа цемент қоспаларының кең спектрін қолдану тәжірибесі жоқ екенін атап өткен жөн. Сонымен бірге жоғары тиімді, үнемді

композициялық цементтер өндірісін ұйымдастыру үшін шикізат қорлары жеткілікті.

Құрылыс материалдарын өндіруде карбонатты-барий қалдықтарын пайдалану келешегі кең ауқымды болып табылады. Алайда, олардың негізіндегі композиттік цементтер мен олардан бетондар алу өндірісіндегі тиімділігін растайтын ғылыми зерттеулердің көлемі жеткіліксіз, тұтқыр заттардың осы түріне зерттеу жүргізу қажеттілігін тудырды. Жоғарыда көрсетілген мәселелер жұмыстың орындау мақсатын анықтады.

Карбонатт-барий қалдықтары ұнтақтау кезінде цемент қоспасы ретінде пайдалану композициялық цементтерді шығаруға табиғи шикізаттың едәуір мөлшерін үнемдейді, қоймалар мен үйінділерді күтіп ұстауға арналған қалдықтарды тасымалдау және сақтау шығындарын азайтады, қоршаған ортаның ластануын азайтады және өңірлердің экологиялық жағдайын жақсартады.

Әдебиеттер

1. Strategic plan of the Ministry of Industry and New Technologies of the Republic of Kazakhstan for 2011-2015. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1100000102>
2. Abstract of the optimistic scenario for the development of the direction "New materials and technologies" in Kazakhstan until 2030, developed as part of the system analysis and forecasting in the field of science and technology. -2013. – 33 p.
3. Bazhenov S.V. Competition between brick construction and new types of building technologies // Building materials. – 2008. – No. 11. – P. 62-63.
4. Ponamarev I.G. The Russian market of silicate bricks // Building materials. – 2010. – No. 9. – P. 4-5.
5. Barinova L.S., Kupriyanova L.I., Mironova V.V. Silicate brick in Russia: current state and development prospects // Building materials. – 2008. – No. 11. – P. 4-9.
6. Козлова В.К., Маноха А.М., Лихоморатов А.А., Мануйлов Е.В. Влияние карбонатсодержащих добавок на свойства композиционных цементов // Цемент и его применение. -2012. – №5. – С.53-57.
7. Пьячев В.А., Ишутин К.Р. Свойства портландцементов с частичной заменой гипса известняком // Цемент и его применение. - 2009. – №1. – С.59-60.
8. Патент РК пайдалы модельге / на полезную модель / for utility model № 5645 от 08.12.2020 «Вязущее» авторы Сарсенбаев Б.К., Сарсенбаев Н.Б., Сауганова Г.Р. и др
9. Худякова Т.М., Вернер В.Ф., Нестеренко Н.Г. Особенности переработки отходов обогащения полиметаллических руд горнообогатительных комплексов. // Материалы МНПК «Сохранение окружающей среды – важнейшая проблема современности». – Орал. – 2005. – С. 31-33.
10. Худякова Т.М., Вернер В.Ф., Потемкин Л.В. Из одного вида отходов -многообразие материалов. // Наука и образование Южного Казахстана. – 2005. – №4(44). – С. 133-135.
11. Сивков С.П. Особенности процессов гидратации цементов в сухих строительных смесях // Строительные материалы. -2008. -№2.-С.4-5.
12. Утениязова Г.К., Искелдеров А.М., Атакузиев Т.А. О влиянии карбонатов кальция на свойства цементов // Журнал ДАН Руз, 2006, – №2. – С.60-62.
13. В.Г. Хозин, О.В. Хохряков, Б.К. Сарсенбаев, Н.Б. Сарсенбаев, С.Д. Карымсахов // Об эффективности применения промышленных отходов Республики Казахстан для производства цементов низкой водопотребности // журнал Строительные материалы №5, май 2013, С.82-85.
14. Худякова Т.М., Вернер В.Ф., Нестеренко Н.Г., Шупакова Р. Композиционные вяжущие вещества из природного и техногенного сырья. // Наука и образование Ю.К.,. Химия и химическая технология. – 2003. – №35. – С. 189-191.
15. Худякова Т.М., Вернер В.Ф., Гаспарян Е.В. Решение задач ресурсосбережения и экологической безопасности при получении вяжущих материалов на основе отходов промышленности // Труды МНПК «Современные проблемы инновационных технологий в образовании и науке» – Шымкент, АИУ, 2009. Т.3. – С.9-13.
16. Сарсенбаев Б.К., Айменов А.Ж., Таубаев Н.А., Нарикбаев Б.Б. // Влияние отходов обогащения полиметаллических руд на свойства шлакощелочного цемента и бетона // «Вестник КазГАСА, Алматы-2016, С.107-111.

17. Айменов А.Ж., Батырханов А.Т., Киізбай Ә.К., Тағыбаев А.Б. //Отходы обогащения полиметаллических руд как минеральная добавка к цементам и бетонам// «Вестник КазГАСА, Алматы-2016, с.88-94.
18. A. S. Yespayeva, Z. N. Altayeva, B. K. Sarsenbayev, G. O. Karshyga and G. R. Sauganova Lightweight materials based on wood waste// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 945. 012030.
19. Sarsenbayev B.K., Aumenov A.Zh., Khudyakova T.M. Studying the mineral additives effect on a composition and properties of a composite binding agent/ Oriental journal of chemistry. G.A.Iqbal.- 2018. Vol.34, No.(4).Pg.1945-1955.
20. N.N. Zhanikulov, T.M. Khudyakova, B.T. Taimassov, B.K. Sarsenbayev, M.S. Dauletirov, A.S. Kolesnikov, R.O. Karshy-gayev /Receiving portland cement from technogenic raw materials// «Eurasian chemico-technological journal» SCOPUS –Volume 21 –Number 4-2019 . P.333-340.
21. Sarsenbayev N.B., Sarsenbayev B.K., Aubakirova T.S., Aimenov J.T., Abdiramanova K.S. Phase composition and structure-formation of the low-clinkered floured cements // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2014. – V. 16. – Iss. 4. – P.333-338.
22. A.Zh. Aumenov, N.B. Sarsenbayev, T.M. Khudyakova, B.K. Sarsenbayev, B.T.Kopzhassarov// Effect of additive of poly-metallic ores' tailings on properties of composite cements// «Eurasian chemico-technological journal» -2016. – p.153-160.
23. Сарсенбаев Н.Б., Айменов А.Ж., Сарсенбаев Б.К., Айменов Ж.Т., Алдияров Ж.А., Сауганова Г.Р./ Влияние добавок отходов карбонатно-бариевых хвостов на свойства композиционных вяжущих и бетонов// научно-теоретический журнал «Вестник» БГТУ им В.Г. Шухова, №4, -2019.- С. 24-31.
24. Худякова Т.М., Вернер В.Д., Сарсенбаев Б.К., Гаспарян Е.В., Сауганова Г.Р. Шакей А.М. Отходы обогащения полиметаллических руд – потенциальное сырье промышленности строительных материалов // Научно- практический журнал «Архитектура. Строительство. Дизайн» Ташкентский архитектурно-строительный институт. Ташкент, -2020.- С.136-139
25. Патент РК на полезную модель №6338 от 20.08.2021г./Композиционный тонкомолотый цемент и способ его получения // авторы: Сарсенбаев Б. К., Сауганова Г.Р. и др.

References

1. Strategic plan of the Ministry of Industry and New Technologies of the Republic of Kazakhstan for 2011-2015. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1100000102>
2. Abstract of the optimistic scenario for the development of the direction “New materials and technologies” in Kazakhstan until 2030, developed as part of the system analysis and forecasting in the field of science and technology. -2013. – 33 p.
3. Bazhenov S.V. Competition between brick construction and new types of building technologies // Building materials. – 2008. – No. 11. – P. 62-63.
4. Ponamarev I.G. The Russian market of silicate bricks // Building materials. – 2010. – No. 9. – P. 4-5.
5. Barinova L.S., Kupriyanova L.I., and Mironova V.V. Silicate brick in Russia: current state and development prospects // Building materials. – 2008. – No. 11. – P. 4-9.
6. Kozlova V.K., Manoha A.M., Lihomoratov A.A., Manujlov E.V. «Vliyanie karbonatsoderzhashchih dobavok na svojstva kompozitsionnyh cementov.[The effect of carbonate-containing additives on the properties of composite cements].» *Cement i ego primeneniye*. no.5 (2012) : 53-57(In Russian)
7. P'yachev V.A., Ishutin K.R. «Svojstva portlandcementov s chastichnoj zamenoj gipsa izvestnyakom [Properties of Portland cement with partial replacement of gypsum with limestone]» *Cement i ego primeneniye*, no. 1(2009) :59-60 (In Russian)
8. Patent of the Republic of Kazakhstan for a paidal model / for utility model No. 5645 dated 08.12.2020 “Knitting” authors Sarsenbaev B.K., Sarsenbaev N.B. and Sauganova G.R.
9. Khudyakova T.M., Verner V.F., Nesterenko N.G. «Osobennosti pererabotki otkhodov obogashheniya polimetallicheskikh rud gornoobogatitel'ny'kh kompleksov. [Features of processing of polymetallic ore enrichment waste from mining and processing complexes]» *Materialy` MNPK «Sokhraneniye okruzhayushhej sredy` – vazhnejshaya problema sovremennosti»*. Oral (2005): 31-33(In Russian)
10. Khudyakova T.M., Verner V.F., Potemkin L.V. «Iz odnogo vida otkhodov -mnozhestvo materialov [From one type of waste – a lot of materials]» *Nauka i obrazovaniye Yuzhnogo Kazakhstana*, no. 4 (2005) :133-135. (In Russian)
11. Sivkov S.P. «Osobennosti processov gidrataczii czementov v sukhikh stroitel'ny'kh smesyakh [Features of cement hydration processes in dry building mixes]» *Stroitel'ny'e materialy`* no. 2 (2008) :4-5. (In Russian)
12. Uteniyazova G.K., Iskelderov A.M., Atakuziev T.A. «O vliyanii karbonatov kal'czya na svojstva czementov [On the effect of calcium carbonates on the properties of cements]» *Doklady` Akademii nauk Respubliki Uzbekistan*, no. 2. (2006):60-62. (In Russian)
13. V.G. Khozin, O.V. Khokhryakov, B.K. Sarsenbaev, N.B. Sarsenbaev, S.D. Kary`msakhov «Ob e`ffektivnosti primeneniya promy`shlenny`kh otkhodov Respubliki Kazakhstan dlya proizvodstva czementov nizkoj vodopotrebnosti [On the effectiveness of the use of industrial waste of the Republic of Kazakhstan for the production of cements of low water demand]» *zhurnal Stroitel'ny'e materialy`* No. 5(2013): 82-85. (In Russian)
14. Khudyakova T.M., Verner V.F., Nesterenko N.G., Shupakova R. «Kompozitsionny`e vyazhushhie veshhestva iz prirod-nogo i tekhnogennogo sy`r`ya [Composite binders from natural and man-made raw materials]» *Nauka i obrazovaniye Yu.K., Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*, No. 35.(2003): 189-191. (In Russian)
15. Khudyakova T.M., Verner V.F., Gasparyan E.V. «Resheniye zadach resursoberezheniya i e`kologicheskoy bezopasnosti pri poluchenii vyazhushhhikh materialov na osnove otkhodov promy`shlennosti [Solving the problems of resource conservation and environmental safety in the production of binders based on industrial waste]». *Trudy` MNPK «Sovremenny`e problemy` innovatsionny`kh tekhnologii v obrazovanii i nauke»* no.3(2009):9-13. (In Russian)

16. Sarsenbaev B.K., Ajmenov A.Zh., Taubaev N.A., Narikbaev B.B. «Vliyanie otkhodov obogashheniya polimetallicheskikh rud na svoystva shlakoshhelochnogo czementa i betona [Influence of polymetallic ore enrichment waste on the properties of slag-alkali cement and concrete]» *Vestnik KazGASA* (2016):107-111 (In Russian)
17. Ajmenov A.Zh., Baty`rkhanov A.T., Kii`zbaj Ə.K., Tary`baev A.B. «Otkhody` obogashheniya polimetallicheskikh rud kak mineral`naya dobavka k czementam i betonam [Polymetallic ore dressing waste as a mineral additive to cements and concretes]» *Vestnik KazGASA, Almaty`* (2016):88-94 (In Russian)
18. A. S. Yespayeva, Z. N. Altayeva, B. K. Sarsenbayev, G. O. Karshyga and G. R. Sauganova Lightweight materials based on wood waste// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 945. 012030.
19. Sarsenbayev B.K. , Aymenov A.Zh., and Khudyakova T.M. Studying the mineral additives effect on a composition and properties of a composite binding agent/ *Oriental journal of chemistry*. G.A.Iqbal.- 2018. Vol.34, No.(4).Pg.1945-1955.
20. N.N. Zhanikulov, T.M. Khudyakova, B.T. Taimassov, B.K. Sarsenbayev, M.S. Dauletarov, A.S. Kolesnikov, and R.O. Karshygayev /Receiving portland cement from technogenic raw materials// «Eurasian chemico-technological journal» SCOPUS – Volume 21 –Number 4-2019 . Pg.333-340.
21. Sarsenbayev N.B., Sarsenbayev B.K., Aubakirova T.S., Aimenov J.T., and Abdiramanova K.S. Phase composition and structure-formation of the low-clinkered floured cements // *Eurasian Chemico-Technological Journal*. – 2014. – V. 16. – Iss. 4. – P.333-338.
22. A.Zh. Aymenov, N.B. Sarsenbayev, T.M. Khudyakova, B.K. Sarsenbayev, B.T.Kopzhassarov// Effect of additive of poly-metallic ores` tailings on properties of composite cements// «Eurasian chemico-technological journal» 2016 y. c.153-160.
23. Sarsenbaev N.B., Ajmenov A.Zh., Sarsenbaev B.K., Ajmenov Zh.T., Aldiyarov Zh.A., and Sauganova G.R. «Vliyanie dobavok otkhodov karbonatno-barievyy`kh khvostov na svoystva kompoziczionny`kh vyazhushhikh i betonov scientific and theoretical journal [The effect of carbon-barium tailings waste additives on the properties of composite binders and concretes]» *Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Vestnik» BGTU im V.G. Shukhova*, no. 4, (2019): 24-31(In Russian)
24. Khudyakova T.M., Verner V.D., Sarsenbaev B.K., Gasparyan E.V., Sauganova G.R. and Shakej A.M. «Otkhody` obogashheniya polimetallicheskikh rud – potentsial`noe sy`r`e promy`shlennosti stroitel`ny`kh materialov [Polymetallic ore processing waste is a potential raw material for the construction materials industry]», *Nauchno- prakticheskij zhurnal «Arkhitektura. Stroitel`stvo. Dizajn» Tashkentskij arkhitekturno-stroitel`ny`j institut. Tashkent* (2020):136-139
25. RK patent for utility model No. 6338 dated 08/20/2021 /Composite finely ground cement and method of its preparation// authors: Sarsenbaev B. K. and Sauganova G.R., etc.

Авторлар туралы мәлімет

Батырханова Акмарал Батырханқызы – М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университетінің «Экология» кафедрасының PhD докторанты (Шымкент, Қазақстан, e-mail:aisulu.abduova@mail.ru)

Исаева Разия Адильбековна – техника ғылымдарының кандидаты, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университетінің «Экология» кафедрасының профессоры (Шымкент, Қазақстан, e-mail:razia_68@mail.ru)

Сарсенбаев Бакытжан Құдайбергенович – техника ғылымдарының докторы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университетінің «Құрылыс материалдары, құрылыс және сәулет» ғылыми зерттеу зертханасының меңгерушісі, профессор (Шымкент, Қазақстан, e-mail:stroitelstvo_ukgu@mail)

Сауганова Гаухар Рамзеевна – магистр, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университетінің «Құрылыс материалдары, құрылыс және сәулет» ғылыми зерттеу зертханасының ғылыми қызметкері (Шымкент, Қазақстан, e-mail:stroitelstvo_ukgu@mail)

Абдуова Айсулу Алишынбековна (корреспондент-автор) – техника ғылымдарының кандидаты, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университетінің «Экология» кафедрасының меңгерушісі (Шымкент, Қазақстан, e-mail: aisulu.abduova@mail.ru)

Information about authors

Batyrkhanova Akmaral Batyrkhanovna – PhD student of Department Ecology of M.Auezov South Kazakhstan University (Shymkent, Kazakhstan, e-mail:aisulu.abduova@mail.ru)

Issayeva Raziya Adilbekovna – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of “Ecology” of M. Auezov South Kazakhstan University (Shymkent, Kazakhstan, e-mail:razia_68@mail.ru)

Sarsenbayev Bakytzhan Kudaibergenovich – Doctor of Technical Sciences, Head of the Research Laboratory “Building Materials, Construction and Architecture” of M. Auezov South Kazakhstan University , Professor (Shymkent, Kazakhstan, e-mail:stroitelstvo_ukgu@mail)

Sauganova Gaukhar Ramzeyevna – Master, Researcher of the Scientific Research Laboratory “Building Materials, Construction and Architecture” of M. Auezov South Kazakhstan University (Shymkent, Kazakhstan, e-mail:stroitelstvo_ukgu@mail)

Abduova Aisulu Alshynbekovna (corresponding author) – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of “Ecology” of M. Auezov South Kazakhstan University (Shymkent, Kazakhstan, University e-mail: aisulu.abduova@mail.ru)

*Келін түсті: 03 қантар 2024 жыл
Қабылданды: 26 қыркүйек 2024 жыл*

К.Ж. Дакиева¹ , Г.Е. Саспугаева² , Ж.Б. Тусупова² ,
С. Құмарбекұлы^{1*} , Г.Ж. Калелова¹ 

¹С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен қ., Қазақстан

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

*e-mail: sanat_kv@mail.ru

ХИМИЯЛЫҚ ЗАТТАР КЕШЕНІМЕН АҒЗАНЫҢ УЛАНУЫ КЕЗІНДЕ ОРГАНИЗМДЕГІ БИОХИМИЯЛЫҚ МЕХАНИЗМДЕРДІҢ РӨЛІ

Қазіргі таңда денсаулықты бағалау өндірістік факторлардың теріс әсерінің ықпалынан ағзаның ерте өзгерістердегі күйін анықтауға ғылыми тәсілдерді әзірлеуді талап етеді.

Еңбек әрекеті кезінде ағзаның функционалдық жағдайына, ең алдымен, орталық жүйке жүйесінің реттеуші әсерінен реттеу механизмдерінің (жүйке, гуморальды, зат алмасу) шиеленісуін тудыратын еңбек процесінің факторлары әсер ететіні белгілі. Ферментативті белсенділікті реттеу механизмдерін зерттеу тірі организмдердегі метаболикалық процестерді және олардың қоршаған орта факторларына бейімделу механизмдерін зерттеудегі маңызды міндеттердің бірі болып табылады.

Ферменттер өте жоғары тиімділік пен ерекшелікке ие. Әрбір тірі жасушада сырттан келетін қоректік заттардың ыдырауы мен тотығуын жүзеге асыратын жүздеген биохимиялық реакциялар үздіксіз жүреді, нәтижесінде органикалық заттарды түрлендіру (синтездеу) үшін энергия пайда болады және катализаторлар сияқты ферменттер осындай биохимиялық реакциялардың жылдам жүруін қамтамасыз етеді. Әрбір фермент молекуласы минутына бірнеше мыңнан бірнеше миллионға дейін операция жасайды, ал фермент субстратпен әрекеттесіп, оның өзгеруін тездетеді, сапалық жағынан да, сандық жағынан да өзгеріссіз қалады.

Өскемен титан – магний комбинатының негізгі цехтарында химиялық заттар кешенінің эксперименттік жануарлар ағзасының биохимиялық механизміне, атап айтқанда ферменттік бейінге әсерін зерттеу жүргізілді. Экспериментте «Wister» линиясының жыныстық жетілген ақ егеуқұйрықтары пайдаланылды. Фермент профилі көрсеткіштерінің өзгеруін бағалау үшін гамма -глутамилтрансфераза, аспаратамитрансфераза, ланинаминотрансфераза, креатининфосфокиназа, лактатдегид-рогеназа, холинэстераза, сілтілі фосфатаза және альфа – амилаза белсенділігі анықталды. Жүргізілген эксперимент нәтижесінде хлор, сутегі хлориді, титан тетрахлориді, фосген, магний дихлориді сияқты №1, №2 және №3 цехтардағы улы заттар кешенінің әсерінен эксперименттік жануарлар организмнің ферменттік мәртебесінің көрсеткіштерінде өзгерістер анықталды. Анықталған өзгерістер ферменттердің белсенділігіне және бауыр тініндегі биосинтезге әсер ететін химиялық заттар кешенінің әсерінен болатын сияқты.

Түйін сөздер: ферменттік профиль, тәжірибелік жануарлар, химиялық заттар кешені.

K.Zh. Dakieva¹, G.Y. Saspugayeva², Zh.B. Tussupova²,
S. Kumarbekuly^{1*}, G.Zh. Kalelova¹

¹Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

*e-mail: sanat_kv@mail.ru

The role of biochemical mechanisms in the body in intoxication with complex chemicals

Assessment of health at the present stage urgently requires the development of scientific approaches to identify early changes in the state of the organism under the influence of negative effects of production factors.

It is known that the functional state of the organism at work is influenced primarily by factors of the work process that cause tension of regulatory mechanisms (nervous, humoral, metabolic) under the regulatory influence of the CNS. The study of mechanisms of regulation of enzymatic activity is one of the most important tasks in the study of metabolic processes in living organisms and in the mechanisms

Enzymes are characterised by extremely high efficiency and specificity. In every living cell hundreds of biochemical reactions are taking place continuously carrying out decomposition and oxidation of nutrients coming from outside, as a result of which energy is generated for the transformation (synthesis) of organic substances, and enzymes are catalysing the rapid progress of these biochemical reactions. Each enzyme molecule performs several thousand to several million operations per minute, while the enzyme reacts with the substrate and accelerates its transformation and remains unchanged, both qualitatively and quantitatively.

The study of the influence of a complex of chemicals on the biochemical mechanism of the body of experimental animals, namely, on the enzyme profile, was carried out in the main workshops of Ust-Kamenogorsk Titanium-Magnesium Combine. In the experiment were used sexually mature white rats line "Wister". The activity of gamma-glutamyltransferase, aspartate-transferase, alanine aminotransferase, creatinine phosphokinase, lactate dehydrogenase, cholinesterase, alkaline phosphatase and alpha-amylase was determined to evaluate the changes in the enzyme profile. As a result of the experiment during exposure to a complex of toxic substances in workshops No1, No2, and No3, such as chlorine, hydrogen chloride, tetrachloride, phosgene, magnesium dichloride, changes in the enzyme status of the body of experimental animals were revealed. The revealed changes, apparently, are caused by influence of a complex of chemical substances influencing enzyme activity and biosynthesis in liver tissue.

Key words: enzyme profile, experimental animals, complex chemicals.

К.Ж. Дакиева¹, Г.Е. Саспугаева², Ж.Б. Тусупова²,
С. Құмарбекұлы^{1*}, Г.Ж. Калелова¹

¹Восточно-Казахстанский университет имени С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

²Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

*e-mail: sanat_kv@mail.ru

Роль биохимических механизмов в организме при интоксикации комплексом химических веществ

Оценка здоровья на современном этапе настоятельно требует разработки научных подходов к выявлению ранних изменений состояния организма под влиянием негативных последствий производственных факторов.

Известно, что на функциональное состояние организма при трудовой деятельности оказывают влияние, в первую очередь факторы трудового процесса, которые вызывают напряжение регуляторных механизмов (нервные, гуморальные, метаболические) под регулирующим влиянием ЦНС. Исследование механизмов регуляции ферментативной активности одна из важнейших задач в изучении обменных процессов в живых организмах и в механизмах их адаптации к факторам окружающей среды.

Ферменты отличаются чрезвычайно высокой эффективностью и специфичностью. В каждой живой клетке непрерывно происходят сотни биохимических реакций, осуществляющих распад и окисление поступающих извне питательных веществ, в результате которых образуется энергия для превращения (синтеза) органических веществ и ферменты, как катализаторы, обеспечивают быстрое протекание таких биохимических реакций. Каждая молекула фермента осуществляет от нескольких тысяч до нескольких миллионов операций в минуту, при этом фермент, реагируя с субстратом и ускоряя его превращение, остается неизменным, как качественно, так и количественно.

Изучение влияния комплекса химических веществ на биохимический механизм организма экспериментальных животных, а именно на ферментный профиль, проводили в основных цехах Усть-Каменогорского титано – магниевого комбината. В эксперименте использованы половозрелые белые крысы линии «Wister». Для оценки изменений показателей ферментного профиля определяли активность гамма – глутамилтрансферазы, аспартатаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, креатининфосфокиназы, лактатдегидрогеназы, холинэстеразы, щелочной фосфатазы и альфа – амилазы. В результате проведенного эксперимента при воздействии комплекса токсических веществ в цехах №1, №2, и №3, таких как хлор, хлористый водород, четыреххлористый титан, фосген, двуххлористый магний, были выявлены изменения показателей ферментного статуса организма экспериментальных животных. Выявленные изменения, по-видимому, обусловлены воздействием комплекса химических веществ, влияющих на активность ферментов и биосинтез в ткани печени.

Ключевые слова: ферментный профиль, экспериментальные животные, комплекс химических веществ.

Кіріспе

Дені сау адамдар мен жануарларда гомеостаздың тұрақтылығы ассимиляция процестері, яғни метаболиттердің ыдырауы мен синтезі, дене функциясының сыртқы және ішкі ортаның үнемі өзгеріп отыратын жағдайларына минут сайын бейімделуінің негізін құрайтын жасуша элементтерінің жетілуі мен деградациясы процестері арасындағы теңдестірілген күймен қамтамасыз етілетіні белгілі [1, 2, 3]. Бұл жағдайда гомеостаздың тұрақтылығы антагонистік реттеу және функцияларды қайталау механизмдерімен, жасушалардың полифункционалдылығымен тіндік құрылымдардың рекомбинациялық түрленуімен қамтамасыз етіледі [4, 5, 6].

Өндірістік стресс, кез келген басқа сияқты, организмнің тұрақтылығын арттыруға және гомеостазды және органдар мен жүйелердің қалыпты жұмысын сақтау үшін қажетті энергия ресурстарын жұмылдыруға бағытталған дене мен метаболизмнің физиологиялық функцияларын қайта құруды тудырады [7, 8, 9].

Ферментативті белсенділікті реттеу механизмдерін зерттеу тірі организмдердегі метаболиттік процестерді зерттеудегі маңызды міндеттердің бірі болып табылады.

Ферменттер өте жоғары тиімділік пен ерекшелікке ие. Әрбір тірі жасушада сырттан келетін қоректік заттардың ыдырауы мен тотығуын жүзеге асыратын жүздеген биохимиялық реакциялар үздіксіз жүреді, нәтижесінде органикалық заттарды түрлендіру (синтездеу) үшін энергия пайда болады және катализаторлар сияқты ферменттер биохимиялық реакциялардың жылдам жүруін қамтамасыз етеді. Әрбір фермент молекуласы минутына бірнеше мыңнан бірнеше миллионға дейін қызмет жасайды, фермент субстратпен әрекеттесіп, оның өзгеруін тездетеді, сапалық жағынан да, сандық жағынан да өзгеріссіз қалады [10, 11, 12].

Ферменттердің жұмыс істеу механизмі ерекше: дене жасушасындағы әрбір операцияны жеке фермент орындайды. Ферменттер топтары биохимиялық катализатор конвейерінің бір түрін құрайды әрбір фермент молекулалық машинаның бір түрі болып табылады. Ферменттердің жұмыс принципі қазіргі заманғы техниканың негізінде секілді автоматтандырылған сияқты. Ферменттің әсер ету механизмі-ол өзінің субстратын таниды, оны бекітеді және ферменттік ақуыз молекуласының молекулалық құрылымына және осы ақуыздағы аминқышқылдарының

белгілі бір орналасуына байланысты оның өзгеруін тездетеді [13, 14, 15].

Бүгінгі таңда жұмыс істейтін халықтың денсаулығын сақтау тұрақты әлеуметтік-экономикалық дамудың маңызды факторы болып табылады, бұл жұмысшыға белсенді еңбек қызметі процесінде де, бүкіл өмір процесінде де салауатты және өнімді өмір сүруге мүмкіндік береді [16, 17, 18].

Титан тетрахлоридін өндіретін цехінің жұмысшыларында жоғарғы тыныс алу жолдарының, бронхопульмональды аппараттың және жүйке жүйесінің жиі зақымдануы байқалады [19, 20, 21]. Жұмысшылардың айтарлықтай жұмыс өтілі кезінде инфильтрацияланған талшықты өзгерістер анықталады. Титан металлы мен оның диоксидінің шаңына ұшыраған кезде эндо – және перибронхиттер байқалды. Созылмалы шаң бронхитінің ағымы айқын тыныс алу жеткіліксіздігінің құбылыстарымен қатар жүрді. Гипертрофиялық риниттер мен субатрофиялық фарингиттер тетрахлоридті титан мен оның диоксиді өнімдерінің әсерінен анықталады. Титан тетрахлоридін алу цехінің жұмысшыларының арасында жоғарғы тыныс алу жолдарының зақымдануынан, шыққан улы газдардан бронхитпен зардап шегетін адамдар табылды. Титан тетрахлоридінің улы газдарының және оның гидролиз өнімдерінің, хлордың және титан диоксидінің, титан металл шаңының әсері титан өндірісінің технологиялық процесін және еңбек жағдайларын санитарлық-гигиеналық зерттеулерді зерттеу кезінде анықталды [22, 23].

Ғылыми әдебиеттерде магний, титан өндірісінің зиянды компоненттерінің және олардың қосылыстарының ағзаға әсері туралы мәліметтер қоры аз мөлшерде кездеседі.

Осыған байланысты осы жұмыстың мақсаты титан – магний комбинатының негізгі цехтарының химиялық заттар кешенінің әсерінен эксперименттік жануарлардың ферментативті белсенділігін зерттеу болып табылады.

Материалдар мен әдістер

Улы газдар мен шаң кешенінің (титан диоксиді аэрозолы, титан металлының шаңы, тетрахлоридті титан және оның гидролиз өнімдері, сондай-ақ хлор мен фосген) әсерінен дамиды жануарлар ағзасындағы патологиялық өзгерістердің сипатын нақтылау мақсатында титан-магний өндірісі жағдайында тікелей эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Бұл тәсіл, біздің

көзқарасымыз бойынша, тиісті клиникалық және эксперименттік параллельдерді барынша толық жүргізуге мүмкіндік беретін ең тиімді эксперименттік модельді жасай алады. Сондықтан эксперименттік жануарларды «ӨТМК» АҚ-ның үш негізгі цехының (1, 2 және 3 цехтары) аумағына орналастырды. Жануарлар 25-26 бастан тұратын арнайы жасалған торлардың әрқайсысына орналастырылды, олар адамның тыныс алу деңгейінде орнатылды. Тәжірибелік бақылауға арналған жануарлар (28 жануар) комбинат аумағында ұсталды, бірақ олар бөлек, таза, жақсы желдетілетін бөлмеде негізгі өндіріс цехтарынан едәуір қашықтықта болды. Бақылау тобындағы жануарлар эксперименттік жануарлармен бірдей мерзімде сойылды (2, 4 және 12 апта).

Трансаминдену процестерін, аралық алмасудың негізгі рөлін және аминқышқылдарының синтезін сипаттау үшін - гамма-глутамилтрансфераза (ГГТФ), Кульганек және Димов (1996) әдісі бойынша анықталды.

Аспаратаминотрансфераза (АсАТ) және аланинаминотрансфераза (АлАТ) белсенділігі “Лахема” фирмасының реагенттер жиынтығын қолдана отырып, “Cobas-integra”400 plus автоматты биохимиялық анализаторында Райтман-Френкельдің (1957) біріздендірілген әдісімен анықталды.

Гетерогенді ферменттердің ішінен креатинфосфокиназаның (КФК) белсенділігі Петрова Т.А. және бірлескен авторлардың (1989) әдісімен анықталды.

Лактаттың пируватқа айналуының қайтымды реакциясын катализдейтін гликолиз ферменті лактатдегидрогеназа (ЛДГ) екені белгілі. ЛДГ белсенділігі Севел мен Товаректің (1955) әдісі бойынша автоматты биохимиялық анализаторда анықталды.

Автоматты биохимиялық анализатордағы цитоплазмалық гетерогенді холинэстераза (ХЭ) ферментінің белсенділігін анықтау Хуэрго, Весиник және Поппер модификациясындағы Хестерин әдісімен жүргізілді (1949).

Қан сарысуындағы сілтілі фосфатаза (СФ) белсенділігін Бессей, Лоури, Брок әдісімен анықталды.

Альфа – амилазаның анықтамасы (α -амилаза) – полисахаридтерді декстриндер мен мальтозаға дейін ыдырататын фермент. Каравей әдісі бойынша жүргізілді (1968).

Алынған мәліметтерге статистикалық талдау Реброва О.Ю. әдісі бойынша жүргізілді [23].

Нәтижелер және талқылау

№1, 2 және 3 цехтардың аумағында болған жануарларда α -амилаза, ГГТФ, ЛДГ, СФ, ХЭ, КФК, АсАТ, АлАТ белсенділігі анықталды.

№1 цехтың жануарларынан алынған деректерді талдау α -амилазаның белсенділігі эксперименттің 4-ші аптасынан бастап 250%-ға $12 \pm 1,2$, $p < 0,001$ дейін $4,7 \pm 1,0$ мг(с·л) бақылаумен салыстырғанда жоғарылағанын анықтады.

Эксперименттің 12 аптасынан кейін α -амилаза белсенділігі 200%-ға $8,1 \pm 1,3$, $p < 0,01$ дейін өсті. Бұл ферменттің белсенділігі ұйқы безінің қызметін сипаттайтын сияқты.

№2 цехта α -амилаза қанының белсенділігі 4 апталық кезеңнен бастап 25%-ға, бақылауға қарсы $5,9 \pm 1,6$ мг(С·л) – $4,7 \pm 1,0$ дейін өсті. 12 аптадан кейін α -амилаза белсенділігі 200%-ға өсті. №3 цехта α -амилазаның белсенділігі 12 аптадан кейін ғана 200% – ға өсті ($p < 0,01$).

№1 цехтағы ГГТФ белсенділігі тек 12 апталық мерзімге 50%-ға $1921 \pm 15,0$ нм (с·л), $p < 0,01$ дейін төмендеді. №2 цехта 2 апталық мерзімде фермент белсенділігінің $54,6\%$ -ға $690 \pm 60,0$ ($p < 0,001$) дейін төмендеу үрдісі байқалды, ал №3 цехта осы мерзімде (2 апта) ферментативті белсенділіктің 120% -ға 1670 ± 50 ($p < 0,01$) дейін, в 4 апталық мерзім 130% -дан 1710 ± 39 -ға дейін ($p < 0,001$).

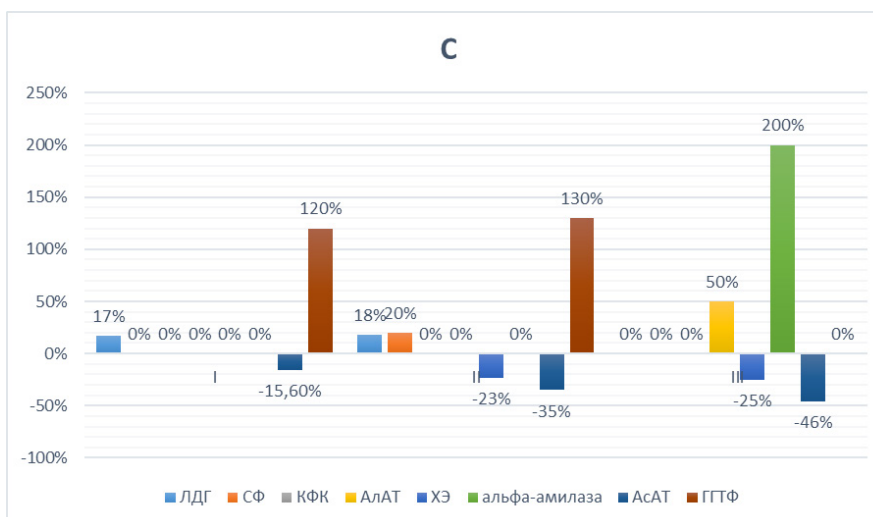
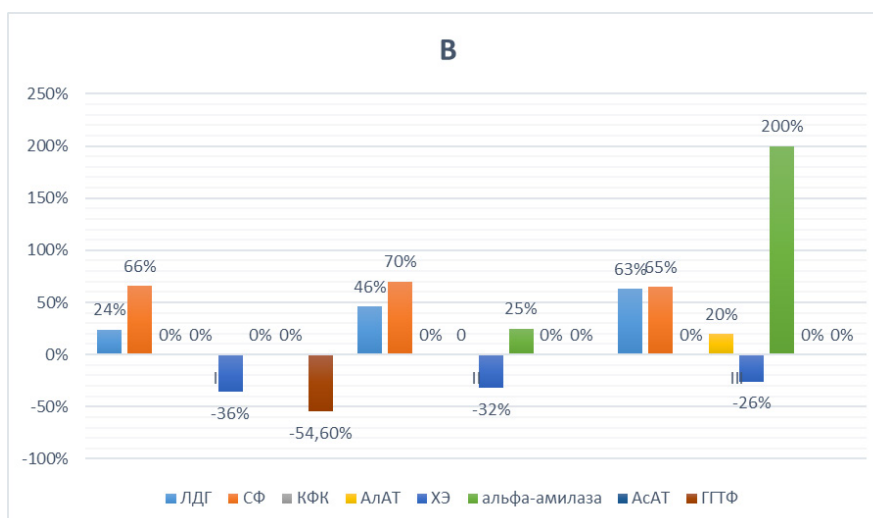
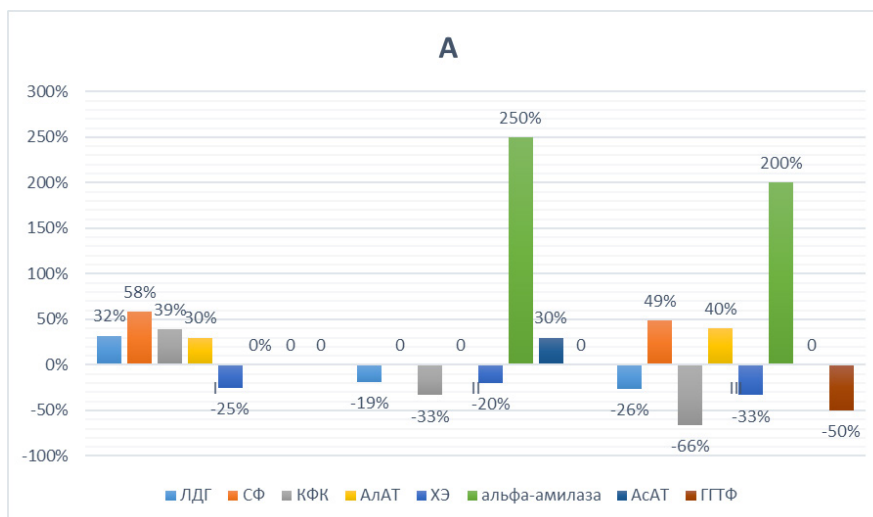
№1 цехтағы ЛДГ белсенділігі 2 аптадан кейін 32% -ға $7,2 \pm 0,51$ КАТ/л дейін өсті, $p < 0,01$, содан кейін 4 және 12 аптадан кейін-фермент белсенділігінің 19 және 26% төмендегені анықталды $p < 0,01$ және $p < 0,001$ $4,2 \pm 0,21$ және $3,6 \pm 0,23$ КАТ/л дейін. Бақылау тобында бұл шамалар $5,46 \pm 0,69$, $5,21 \pm 0,34$ және $4,9 \pm 0,36$ сәйкес келді. №2 цехта фермент белсенділігінің $6,8 \pm 0,28$ -ден біртіндеп артуы байқалды; $7,6 \pm 0,32$ -ден $8,0 \pm 0,18$ КАТ/л-ге дейін бақылау шамаларынан 24, 46 және 63% жоғары ($5,46 \pm 0,69$; $5,21 \pm 0,34$ және $4,9 \pm 0,36$ КАТ/л). №3 цехта ЛДГ белсенділігі 4 аптаға қарай 17% -ға, $p < 0,05$ $6,1 \pm 0,3$ -ке дейін және 18% -ға-12 аптаға, $5,8 \pm 0,22$ -ге, $p < 0,01$ -ге дейін өсті. ЛДГ белсенділігі бауырда, атап айтқанда гликолиз процестерінде, пирожүзім мен сүт қышқылдарының метаболикалық өзгерістерінде маңызды рөл атқаратыны белгілі.

№1 цехта болған жануарлардың қанындағы сілтілі фосфатазаның белсенділігі 2 апта және 12 апта мерзімінде ұлғайтылды. 2 аптадан кейін ферменттің белсенділігі 58% -ға $2,3 \pm 0,15$ -ке дейін өсті, бақылауға қарсы- $1,45 \pm 0,25$ КАТ/л, $p < 0,01$.

1-кесте – «ӨТМК» АҚ цехтарының аумағында болған эксперименттік жауарлардағы қанның ферменттік бейінің белсенділігі

№ п/п	Көрсеткіштер Жануарлар сериясы	n	α-амилаза, мг (с-л)	ГТТФ, нм (с-л)	ЛДГ	ЩФ	ХЭ	КФК	АсАТ	АлАТ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Бақылау: 2 апта	10	4,9±1,2	1520±4,01	5,46±0,69	1,45±0,25	63,07±6,28	0,18±0,03	32±1,2	28±1,1
		9	4,7±1,0	1480±6,07	5,21±0,34	1,56±0,27	59,3±5,9	0,16±0,05	37±1,6	33±1,2
		9	4,0±1,5	1260±8,24	4,9±0,36	1,68±0,31	52,2±4,8	0,14±0,06	30±1,8	28±1,1
2	№1 цех: 2 апта	9	5,3±1,0	1610±40,0	7,2±0,51 ^{xx}	2,3±0,15 ^{xx}	49,3±4,1 ^{xxx}	0,25±0,03 ^{xxx}	34±1,8	30±1,2
		8	12±1,2 ^{xxx}	1390±15,0	4,20±0,21 ^{xx}	1,72±0,6	47,4±4,2 ^{xxx}	0,12±0,03 ^{xxx}	36,8±1,1	42±1,6 ^{xxx}
		8	8,1±1,3 ^{xx}	1921±15,0 ^{xx}	3,6±0,23 ^{xxx}	2,5±0,47 ^{xx}	35,1±3,1 ^{xxx}	0,06±0,004 ^{xxx}	32,6±1,2	48±1,4 ^{xxx}
3	№2 цех: 2 апта	10	5,1±1,0	690±60,0 ^{xxx}	6,8±0,28	2,4±0,26 ^{xxx}	50,6±4,1 ^{xxx}	0,26±0,05	29±1,1	32±1,5
		9	5,9±1,6	1360±20,0	7,6±0,32 ^{xxx}	2,66±0,32 ^{xx}	40,5±3,2 ^{xxx}	0,20±0,08	38±1,2	38±2,5
		9	8,0±1,4 ^{xx}	1120±13,0	8,0±0,18 ^{xxx}	2,8±0,22 ^{xx}	39,4±3,0 ^{xxx}	0,16±0,10	26±1,3	35±2,3 ^{xx}
4	№3 цех: 2 апта	10	5,2±1,0	1670±50 ^{xx}	5,9±0,45	1,62±0,3	56,2±3,5	0,22±0,09	27±1,0 ^{xxx}	30±1,0
		9	6,0±1,3	1710±39 ^{xxx}	6,1±0,30 ^s	1,84±0,43	45,2±4,2 ^x	0,25±0,10	24±1,2 ^{xxx}	36±1,5
		9	8,4±1,1 ^{xx}	1341±15,0	5,8±0,22 ^{xx}	2,01±0,32 ^{xxx}	39,8±3,1 ^{xx}	0,20±0,08	16±1,4 ^{xxx}	42±2,0 ^{xxx}

Ескерту – ^x – p<0,05; ^{xx} – p<0,01; ^{xxx} – p<0,001



Эксперимент мерзімі: I-2 апта, II – 4 апта, III-12 апта
 Цехтар: А – №1 цех, В – №2 цех, С – №3 цех

1-сурет – “ӨТМК” АҚ цехтарының аумағында болған эксперименттік жануарлардағы қандағы ферменттер белсенділігінің өзгеруі

12 аптадан кейін СФ белсенділігі $2,5 \pm 0,47$ КАТ/л болды, бұл бақылаудан 49% артық болды ($1,68 \pm 0,31$ КАТ/л), $p < 0,01$. №2 цехта СФ белсенділігі 2, 4 және 12 апта ішінде өсті. 2 аптадан кейін өсім 66%-дан $2,4 \pm 0,26$ -ға дейін, $p < 0,001$, 4 аптадан кейін 70%-ға ($2,66 \pm 0,32$), $p < 0,01$ және 12 аптадан кейін $2,8 \pm 0,22$ (бақылаудан 65% артық), $p < 0,01$. №3 цехта СФ белсенділігі 12 аптадан кейін ғана артып, жануарлардың қанында $2,01 \pm 0,32$ КАТ/л, $p < 0,001$ құрады, бұл бақылаудан 20% жоғары болды.

№1 цех аумағында орналасқан жануарлардың қанындағы холинэстеразаның белсенділігі 25, 20 және 33%-ға төмендеді $49,3 \pm 4,1$; $47,4 \pm 4,2$; $35,1 \pm 3,1$, $p < 0,001$. №2 цехта жануарлардың қанында ХЭ белсенділігінің 36, 32 және 26%-ға $50,6 \pm 4,1$ КАТ/л, $40,5 \pm 3,2$ және $39,4 \pm 3,0$, $p < 0,001$ дейін төмендеуі анықталды.

№3 цехтағы жануарларда ХЭ белсенділігі 4 апталық мерзімнен бастап – 23%-ға $45,2 \pm 4,2$, $p < 0,05$ дейін және 12 аптадан кейін 25%-ға $39,8 \pm 3,1$ КАТ/л, $p < 0,01$ дейін төмендеді.

№1 цех аумағында орналасқан жануарлардағы креатинфосфокиназаның (КФК) белсенділігі 2 аптадан кейін $0,25 \pm 0,03$ КАТ/л, $p < 0,01$ дейін өсті, бұл бақылаудан 39%-ға артық болды ($0,18 \pm 0,03$). 4 және 12 аптадан кейін кк ферментативті белсенділігі 33 және 66%-ға $0,12 \pm 0,03$, $p < 0,01$; $0,06 \pm 0,004$ КАТ/л, $p < 0,001$ дейін төмендеді.

АсАТ белсенділігі №3 цехта 2,4 және 12 аптадан кейін 15,6%, 35% және 46%-ға $27 \pm 1,0$ дейін төмендеді, $24 \pm 1,2$ және $16 \pm 1,4$, $p < 0,001$ бақылауға қарсы $32 \pm 1,2$, $37 \pm 1,6$ және $30 \pm 1,8$.

АлАт белсенділігі №1 цехтағы жануарлардың қанында 4-ші аптадан бастап 30% – ға $42 \pm 1,6$ -ға дейін және 12 аптада 40%-ға $48 \pm 1,4$ -ке дейін, $p < 0,001$, бақылау шамаларына қарсы $33 \pm 1,2$ және $28 \pm 1,1$ нМ / (с-л).

№2 цехта қандағы АлАТ белсенділігі тек 12 аптаға 20%-ға, $p < 0,01$ -ге, №3 цехтағы сияқты 50%-ға $42 \pm 2,0$ -ге, $p < 0,001$ -ге дейін өсті.

Ферменттер спектріндегі анықталған өзгерістер олардың бауыр тініндегі белсенділігі мен биосинтезіне әсер ететін өндірістік факторлар кешенінің әсеріне байланысты сияқты.

ТМК зиянды факторларының әсері және олардың денсаулықтың бұзылуының пайда болуындағы рөлі денсаулық жағдайын жақсартуға және өнімділікті арттыруға бағытталған сауықтыру іс-шараларының кешенін әзірлеуге негіз бола алатын бірқатар зерттеулерді жүргізу үшін қажет.

Титан губкасын алудың технологиялық процесінде бірқатар заманауи жетілдірулер енгізілгеніне қарамастан, еңбек жағдайлары қолайсыз болып қала береді.

Өндірістің озық технологиялары таллий, висмут және кремний қоспалары бар басқа металдардан жасалған жоғары температуралы жоғары өткізілетін Керамикалық материалдарды пайдалануды қамтиды. Мұндай керамиканың құрамына кіретін көптеген химиялық қосылыстар өте улы болып табылады және адам мен жануарлар жұтылған кезде бірқатар жүйелер мен органдардың өзгеруіне әкеледі. Зерттеулер көрсеткендей, металлокерамиканың құрамына кіретін элементтер негізінен метаболикалық процестердің қарқындылығы байқалатын органдарда – эндокриндік бездерде, бауырда, бүйректе және асқазан-ішек жолдарында жинақталады, өйткені негізгі функционалдық сдисулар, ең алдымен, осы органдарда болады. Сонымен, құрылыс пластиктерін өндіруде гепатотропты өнеркәсіптік заттардың әсерінен улы гепатиттер өте жиі кездеседі. Бауырдың уытты генезінің ерте клиникаға дейінгі өзгерістерін анықтайтын әдістер ретінде фермент профилін-аланинаминотрансфераза, аспаратаминотрансфераза, гамма-глутамилтранспептидаза белсенділігін анықтау ұсынылады [24].

Сонымен, фосфор өндірісінің жұмысшыларында белсенділіктің жоғарылауы анықталды: гамма-глутамилтранспептидаза, лактатдегидрогеназа, лейцинаминопептидаза және т.б. бауыр профиліндегі ферменттердің жоғарылауы гепатциттер мембраналарының өткізгіштігінің өзгеруін және экскреторлық функцияның бұзылуы нәтижесінде органға тән ферменттердің қанға шығуын және бауыр тінінің гипоксиясының болуын көрсетеді.

Миокардинальды маркерлер – креатинфосфокиназа, лактатдегидрогеназа және аспаратаминотрансфераза белсенділігінің жоғарылауы жүрек-қантамыр жүйесіне созылмалы өндірістік стресс әсер еткенде көмір өндірушілерде анықталды [25, б.45]. Резинотехникалық өндірістің негізгі кәсіптеріндегі жұмысшыларда бауырдың индикаторлық органға тән ферменттерінің (АЛТ, АСТ, ЛДГ, ГГТФ) белсенділігінің жоғарылауы анықталды.

Сілтілік фосфатаза деңгейінің, холинэстераза концентрациясының, билирубиннің, β -липопротеидтердің, тимол сынамаасының уытты химиялық заттар мен физикалық кернеудің әсерінен сенімді жоғарылауы анықталды. Резино-

техникалық өндіріс процесінде қолданылатын химиялық жоғары молекулалық қосылыстар адам ағзасына уыттылыққа ие болды, әртүрлі гепатопатияларды тудырды [26, б.44].

Өкпенің тыныс алу бөліміндегі жануарларда морфологиялық өзгерістер айқын сипатта болды, осыған байланысты өкпе тінінде альвеолиттің орташа экссудативті-пролиферативті көріністері бар альвеолярлы қалқалардың салыстырмалы түрде бұзылмаған аймақтары да, ошақты зақымдануы да сақталды. Септалды бөлімдер ошақты қалыңдатылды. Қалыңдау аймақтарында интерстиций моноклеарлар мен эозинофилдердің жасушалық анық емес анықталған борпылдақ кластерлері [27, б.88].

Қорытынды

«ӨТМК» АҚ негізгі цехтарының аумағында 2,4 және 12 апта мерзімге ақ егеуқұйрық – жануарларды орналастырумен жүргізілген эксперименттік зерттеулер №1 цехта қанның ферменттік алмасу көрсеткіштерінің айқын өзгерістерін, α-амилазаның 4 және 12 апта және АлАТ мерзімдерінде ұлғаюын, ГГТФ белсенділігі 12 апта, ЛДГ мерзімінде сенімді түрде ұлғайды. барлық үш мерзім 2,4 және 12 апта, сондай-ақ ХЭ және КФК белсенділігі айтарлықтай өсті, ал СФ 2 апта және 12 аптада өсті. №2 цехтағы жануарларда эксперименттің 2 аптасында ГГТФ сенімді түрде өзгерді, 4 және 12 апталарда ЛДГ мен АлАТ 12 аптада айтарлықтай өзгерді, ал эксперименттің

барлық үш мерзімінде СФ және ХЭ белсенділігі сенімді түрде өсті. №3 цехта болған жануарларда ГГТФ, ЛДГ 2 және 4 апта мерзімдерінде, ал α-амилаза, ЛДГ, СФ, ХЭ және АлАТ 4 және 12 апта мерзімдерінде қанның ферменттік бейінінің мынадай көрсеткіштері анық ұлғайды. Эксперименттің барлық үш кезеңінде АсАТ белсенділігі айтарлықтай өсті.

Осылайша, жүргізілген эксперименттер нәтижесінде біз «ӨТМК» АҚ негізгі цехтарында орналастырылған эксперименттік жануарлардың қанының ферменттік спектрі көрсеткіштерінің өзгеруін анықтадық, онда жануарлар ағзасына тетрахлоридті титан және оның гидролиз өнімдері, сондай-ақ хлор мен фосген сияқты химиялық заттар кешені және эксперименттердің барлық мерзімдерінде (2,4 және 12 апта).

Жануарлар ағзасына зиянды өндірістік факторлардың әсерін толық ауқымды тәжірибеде зерттеу әлі зерттелмеген өте өзекті мәселе болып табылады. Бұл зерттеулер химиялық заттар кешеніне ұшыраған жұмысшылардың еңбек жағдайлары мен денсаулық жағдайын жақсарту бойынша шараларды әзірлеу үшін қажет.

Ризашылық, мүдделер қақтығысы

Авторлар цехтар жағдайында эксперимент жүргізуге мүмкіндік бергені үшін «ӨТМК» АҚ әкімшілігіне алғыстарын білдіреді.

Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын растайды.

Әдебиеттер

1. Ильясова Б. И. Показатели нейругуморальной регуляции и стресс //Вестник Карагандинского университета. – 2010. – Т.4. – № 60 – С. 72.
2. Конкабаева А.Е. Формирование адаптации при воздействии неблагоприятных экологических факторов в сочетании с физической нагрузкой на организм экспериментальных Ильясова Б. И. Показатели нейругуморальной регуляции и стресс животных /А.Е.Конкабаева, С.С.Тыржанова, Б.И.Ильясова, Л.С.Заркенова, Д.М.Джангозина и др. //Аллергология и иммунология. – 2006. – Т.7. – № 1. – С.164.
3. Мойсеенко С.С., Силкин Д.Н. Медико-биологические подходы к сохранению здоровья и первичной профилактике заболеваний //Здоровье для всех. – 2015. – С. 125-127.
4. Кулқыбаев Г.А. К оценке адаптационного потенциала организма работающих на современном этапе //Материалы V съезда физиологов Казахстана «Физиология, адаптация, стресс». – 2003. – С. 9-13.
5. Курмангалиева Д.С. Особенности некоторых физиолого-биохимических изменений при адаптации к напряженности мышечной деятельности /Д.С. Курмангалиева, Б.А.Курлянский, Т.А.Таткеев, И.А. Аманжол, Е.С.Сейтахмет и др. //Актуальные вопросы профессиональной патологии: сб. ст. – Караганда, 2005. – Вып. II. – С.135-139.
6. Маймулов В.Г., Баскович Г.А., Дадали В.А. Методологические аспекты биохимических исследований адаптационного статуса организма //Гигиена и санитария. – 1993. – №. 10. – С. 63-65.
7. Lemmer Bjorn, Witte Klaus, Enrminger Helene, Schiffer Sabine, Hauptfleisch Stefan. Transgenic TGR (mREN2) 27 rats as a model for disturbed circadian organization at the level of the brain, the heart, and the kidneys //Chrono biol. Int.-2003.-20. №4.-p.711-738.
8. Пенкнович А.А. и др. Бронхолегочная патология у работников, подвергающихся воздействию раздражающих газов //Медицина труда и промышл. экология. – 2001. – №. 9. – С. 33-36.

9. Bermudez E, Mangum JB, Wong BA, Asgharian B, Hext PM, Warheit DB, Everitt JI. Pulmonary responses of mice, rats, and hamsters to subchronic inhalation of ultrafine titanium dioxide particles./ CUT Centrs for Health Research, Research Triangle Park, North Carolina 27709, Usa/ Toxicol Sci.; 2003. 77(2): 347-357
10. Kanabrocki E.L., Sothorn R.B., Ryan M.D., Kahn S., Augustijne G., Johnson C., Foley S., Gathing A., Eastman G., Friedman N., Nemchausky B.A., Kaplan E. Circadian characteristics of serum calcium, magnesium and eight trace elements and of their metallo-moieties in urine of healthy middle-aged men //Clin.ter.-2008.-159.- №5.-p.329-346.
11. Eriksen W. Work factor as predictors of persistent fatigue. Occup and Environ // Med.- 2006.- 63.- № 6.-P. 428- 434.
12. Рослый И. М., Абрамов С. В., Покровский В. И. Ферментемия-адаптивный механизм или маркер цитолиза? // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2002. – № 8. – С. 3-9.
13. Basaga H.S. Biochemical aspects of free radicals //Biochem. and Cell Biol.-1990.-V.68.- №7-8.-P.989-998.
14. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья //Валеология: диагностика, средства и практика обеспечения здоровья.–СПб.: Наука. – 1993. – №. 2. – С. 33-48.
15. Kontos H.A. Vascular endothelium. Physiological Basis of Chiminal Problems series A: Life Science. New York.- London.-1991.-V.47.-P.208.
16. Dalton J. S. et al. Photocatalytic oxidation of NOx gases using TiO2: a surface spectroscopic approach //Environmental Pollution. – 2002. – Т. 120. – № 2. – С. 415-422.
17. Dembe Allard E., Erickson J. Bianca, Delbos Rachel G., Banks Steven M. Nonstan-bard chift schedules and the of job-related injuries //scand. J. Work, Environ and Health.-2006.-32.- №3.-p.232-240.
18. Dinkova Kr., Medjidieva D., Zanov Vi., Demirova M., Nicheva A. Vibration disease accompanying occupational lung diseases // Acta med. bulq.- 2006.- 33.- №1.- P. 10-14.
19. Elfering A. et al. Workplace observation of work stressors, catecholamines and musculoskeletal pain among male employees //Scandinavian journal of work, environment & health. – 2008. – С. 337-344.
20. Swaminathan R. Magnesium metabolism and its disorders //The Clinical Biochemist Reviews. – 2003. – Т. 24. – №. 2. – С. 47.
21. Eriksen W. Work factors as predictors of persistent fatigue: a prospective study of nurses' aides //Occupational and Environmental Medicine. – 2006. – Т. 63. – № 6. – С. 428-434.
22. Fujiwara K. et al. Urinary catecholamines and salivary cortisol on workdays and days off in relation to job strain among female health care providers //Scandinavian journal of work, environment & health. – 2004. – С. 129-138.
23. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica-М., Медисфера, 2006.-312 с.-3-е издание //Dental science and practice. – 2014. – №. 1. – С. 43-47.
24. Атчабаров Б. А. К вопросу о механизме общетоксического действия химических веществ //Медицина труда и промышленная экология. – 1998. – №. 8. – С. 21-26.
25. Кузьмина Л. П., Тарасов А. А., Хайбуллина А. З. Клинико-биохимические изменения при воздействии производственных стресс-факторов у шахтеров-угольщиков //Медицина труда и промышленная экология. – 2001. – Т. 8. – С. 42-5.
26. Жумабекова Б. К., Байманова А. М., Рахметова А. М. Биохимические показатели в оценке функционального состояния печени у рабочих резинотехнического производства //Медицина труда и промышленная экология. – 2005. – №2. – С. 24-28.
27. Казизкая А.С. и др. Имунные механизмы формирования профессиональной пылевой патологии бронхолегочной системы //Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – №. 6. – С. 33-38.

References

1. Iliasova B. I. “Pokazateli neirogumoralnoi reguliatsii i stress [Indicators of neurohumoral regulation and stress].” KhABARShYSY VESTNIK (2010):72- (in Russian)
2. Konkabaeva A.E., Tyrzhanova S.S., Iliasova B.I, Zarkenova L.S., Dzhangozina D.M. i dr. “Formirovanie adaptatsii pri vozeistvii neblagopriiatnykh ekologicheskikh faktorov v sochetanii s fizicheskoi nagruzkoi na organizm eksperimentalnykh zhyvotnykh [Formation of adaptation when exposed to adverse environmental factors in combination with physical exercise in experimental animals].” Allergologiya i immunologiya, 7, no. 1 (2006):164 – (in Russian)
3. Moiseenko S.S., Silkin D.N. “Mediko-biologicheskies podkhody k sokhraneniuu zdorovia i pervichnoi profilaktike zabolovani [Biomedical approaches to health promotion and primary prevention].” Zdorove dlia vsekh, (2015): 125-127-(in Russian)
4. Kulkybaev G.A. “K otsenke adaptatsionnogo potentsiala organizma rabotaiushchikh na sovremennom etape [Towards an assessment of the adaptation potential of the body of workers at the present stage].” Materialy V sieezda fiziologov Kazakhstana «Fiziologiya, adaptatsiia, stress», (2003): 9-13 -(in Russian)
5. Kurmangalieva D.S., Kurlianskii B.A., Tatkeev T.A., Amanzhol I.A., Seitakhmet E.S. i dr. “Osobennosti nekotorykh fiziologo-biokhimicheskikh izmenenii pri adaptatsii k napriazhennosti myshechnoi deiatelnosti [Peculiarities of some physiological and biochemical changes during adaptation to muscular exertion].” Aktualnye voprosy professionalnoi patologii: sb. st. – Karaganda, 2, (2005):135-139 (in Russian)
6. Maimulov V.G., Baskovich G.A., Dadali V.A. “Metodologicheskies aspekty biokhimicheskikh issledovani adaptatsionnogo statusa organizma [Methodological aspects of biochemical research into the adaptation status of the body].” Gigiena i sanitariia. no.10 (1993): 63-65 – (in Russian)

7. Lemmer Bjorn, Witte Klaus, Enrminger Helene, Schiffer Sabine, Hauptfleisch Stefan “Transgenic TGR (mREN2) 27 rats as a model for disturbed circadian organization at the level of the brain, the heart, and the kidneys”. *Chrono biol. Int*, 20, no.4 (2003): 711-738
8. Penknovich A.A., Litovskaia A.V., and Vladyko N.V. “Bronkhologichnaia patologiiia u rabotnikov, podvergaiushchikhsia vozdeistviu razdrazhaiushchikh gazov [Bronchopulmonary pathology in workers exposed to irritant gases].” *Meditsina truda i promyshl. Ekologiiia*, no. 9 (2001): 33-36 -(in Russian)
9. Bermudez E, Mangum JB, Wong BA, Asgharian B, Hext PM, Warheit DB, Everitt JI. “Pulmonary responses of mice, rats, and hamsters to subchronic inhalation of ultrafine titanium dioxide particles”. *CUT Centrs for Health Research, Research Triangle Park, North Carolina 27709, Usa/ Toxicol Sci.*, 2, no.77 (2003):347-357
10. Kanabrocki E.L., Sothern R.B., Ryan M.D., Kahn S., Augustijne G., Johnson C., Foley S., Gathing A., Eastman G., Friedman N., Nemchausky B.A., Kaplan E. “Circadian characteristics of serum calcium, magnesium and eight trace elements and of their metallo-moieties in urine of healthy middle-aged men.” *Clin.ter.*, 159, no. 5 (2008): 329-346.
11. Eriksen W. “Work factor as predictors of persistent fatigue. *Occup and Environ*”.*Med.*, 63, no. 6(2006): 428- 434.
12. Roslyi, I.M., Abramov, S.V., & Pokrovskii, V.I. “Fermentemiiia-adaptivnyi mekhanizm ili marker tsitoliza?[Is fermentemia an adaptive mechanism or a marker of cytolysis?].” *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, no. 8 (2002): 3-9- (in Russian)
13. Basaga H.S. “Biochemical aspects of free radicals.” *Biochem. and Cell Biol.*, 68, no. 7-8(1990): 989-998.
14. Baevskii R.M., Berseneva A.P. “Donozologicheskaiia diagnostika v otsenke sostoianiiia zdorovia [Pre-social diagnosis in health assessment].” *Valeologiiia: diagnostika, sredstva i praktika obespecheniia zdorovia.*–SPb.: Nauka, no.2(1993): 33-48 – (in Russian)
15. Kontos H.A. “Vascular endothelium”. *Physiological Basis of Chirical Problems series A: Life Science. New York.-London*, 47 (1991): 208.
16. Dalton, J.S., Janes, P.A., Jones, N.G., Nicholson, J.A., Hallam, K.R., & Allen, G.C. “Photocatalytic oxidation of NOx gases using TiO2: a surface spectroscopic approach”. *Environmental Pollution*, 120, no. 2 (2002): 415-422.
17. Dembe Allard E., Erickson J. Bianca, Delbos Rachel G., Banks Steven M. “Nonstan-bard chift schedules and the of job-related injuries”.*scand. J. Work, Environ and Health*, 32, no. 3 (2006): 232-240.
18. Dinkova Kr., Medjidieva D., Zanol Vi., Demirova M., Nicheva A. “Vibration disease accompanying occupational lung diseases”.*Acta med. bulq.*, 33, no. 1(2006): 10-14.
19. Elfering, A., Grebner, S., Gerber, H., & Semmer, N.K. “Workplace observation of work stressors, catecholamines and musculoskeletal pain among male employees.” *Scandinavian journal of work, environment & health*, (2008): 337-344.
20. Swaminathan, R. “Magnesium metabolism and its disorders.” *The Clinical Biochemist Reviews*, 24, no. 2 (2003): 47.
21. Eriksen W. “Work factors as predictors of persistent fatigue: a prospective study of nurses’ aides.” *Occupational and Environmental Medicine*, 63, no.6 (2006): 428-434.
22. Fujiwara, K., Tsukishima, E., Kasai, S., Masuchi, A., Tsutsumi, A., Kawakami, N., ... & Kishi, R. “Urinary catecholamines and salivary cortisol on workdays and days off in relation to job strain among female health care providers.” *Scandinavian journal of work, environment & health*, (2004): 129-138.
23. Rebrova O.Iu. “Statisticheskii analiz meditsinskikh dannikh. Primenenie paketa prikladnykh programm Statistica-M., Medisfera, 2006.-312 s.-3-e izdanie [Statistical analysis of medical data. Application of the Statistica software package- M., Medisphere, 2006.-312 p.-3rd edition].” *Dental science and practice*, no.1 (2014): 43-47- (in Russian)
24. Atchabarov, B.A. “K voprosu o mekhanizme obshchetoksicheskogo deistviia khimicheskikh veshchestv[On the mechanism of the general toxic effects of chemicals].” *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiiia*, no.8 (1998): 21-26- (in Russian)
25. Kuzmina, L.P., Tarasov A.A., Khaibullina A.Z. “Kliniko-biokhimicheskie izmeneniia pri vozdeistvii proizvodstvennykh stress-faktorov u shakhterov-ugolshchikov [Clinical and biochemical changes during exposure to occupational stressors in coal miners].” *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiiia*, 8 (2001): 42-5- (in Russian)
26. Zhumabekova, B.K., Baimanova A.M., Rakhmetova A.M. “Biokhimicheskie pokazateli v otsenke funktsionalnogo sostoianiiia pecheni u rabochikh rezinotekhnicheskogo proizvodstva [Biochemical indicators in assessing the functional status of the liver in rubber workers].” *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiiia*, no. 2 (2005): 24-28- (in Russian)
27. Kazitskaia A.S., Mikhailova N.N., Zhukova A.G., & Gorokhova, L.G. “Immunnye mekhanizmy formirovaniia professionalnoi pylvevoi patologii bronkhologichnoi sistemy [Immune mechanisms of occupational dust-induced bronchopulmonary pathology].” *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiiia*, no.6 (2018): 33-38- (in Russian)

Авторлар туралы мәлімет

Дакиева Кульзипа Жүсіпқызы (корреспондентный автор) – биология ғылымдарының докторы, Сарсен Аманжолов атаңдағы Шығыс Қазақстан университет, экология және география кафедрасының профессоры (Өскемен, Қазақстан, email: ecology-2014@mail.ru)

Саспуғаева Гүлнур Ержановна – қоршаған ортаны қорғау ғылымдары саласындағы PhD, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қоршаған ортаны қорғауды басқару және инжиниринг кафедрасының доценті (Астана, Қазақстан, email: gulnur_erzhanovna@mail.ru)

Тусупова Жазгул Болатовна-биология ғылымдарының кандидаты, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қоршаған ортаны қорғауды басқару және инжиниринг кафедрасының доценті.(Астана, Қазақстан, email: zh_tusupova@mail.ru)

Құмарбекұлы Санат (корреспондентный автор) – техника ғылымдарының магистрі, С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Экология және география кафедрасының сениор лекторы (Өскемен, Қазақстан, email: sanat_kv@mail.ru)

Калелова Гульфат Жанболатовна – С. Аманжолов атындағы ШҚУ, экология және география кафедрасының сениор-лекторы (Өскемен, Қазақстан, email: gkalelova@bk.ru)

Information about authors:

Dakieva Kulzipa Zhusupovna (corresponbing author) – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Departanent of Ecology and Geography Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, email: ecology-2014@mail.ru)

Saspugayeva Gulnur – PhD in environmental sciences, Associate Professor of the Department of Environmental Engineering and Management, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, email: gulnur_erzhanovna@mail.ru)

Tussupova Zhazgul – Candidate of biological sciences, Associate Professor of the Department of Environmental Engineering and Management, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, email: zh_tusupova@mail.ru)

Kumarbekuly Sanat (corresponding author) – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Ecology and Geography, Sarsen Amanzholov University of East Kazakhstan (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, email: sanat_kv@mail.ru)

Kalelova Gulfat Zhanbolatovna – VKU named after S. Amanzholov, senior lecturer of the Department of Ecology and Geography (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, email: gkalelova@bk.ru)

*Келіп түсті 04 шілде 2024 жыл
Қабылданды 26 қыркүйек 2024 жыл*

А.В. Липихина^{1*}, Г.М. Есилканов¹, Ю.Ю. Брайт¹,
Р. Харброн², Е.В. Остроумова², К.Н. Апсаликов¹

¹НИИ радиационной медицины и экологии НАО «Медицинский университет Семей», г. Семей, Казахстан

²Международное агентство по изучению рака / ВОЗ, г. Лион, Франция

*e-mail: a.v.lipixina@mail.ru

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА УРДЖАРСКОГО РАЙОНА ОБЛАСТИ АБАЙ

Атмосферные испытания, которые стали основной причиной радиоактивного загрязнения природной среды, на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне были завершены в 1962 году. Китайская Народная Республика (КНР) проводила ядерные испытания в атмосфере с 1965 по 1980 годы. Населённые пункты Урджарского района области Абай расположены на удалении 600-700 км от Семипалатинского полигона и на расстоянии 900-1100 км от китайского полигона Лоб-Нор. Основным научным вопросом всего исследования является изучение вклада ионизирующей радиации в диапазоне малых доз в результате проведения ядерных испытаний на полигоне Лоб-Нор в формировании радиационной обстановки на территории южного региона области Абай. Важным аспектом научного исследования станет изучение влияния ядерных испытаний на полигоне Лоб-Нор (КНР) на население Казахстана. В данной статье представлены результаты анализа ранее неопубликованных архивных данных параметров радиационно-гигиенической обстановки на территории исследования. По содержанию радиоизотопов цезия-137 и стронция-90 в почве Урджарского района выделяются два пика, которые приходятся на июнь 1967 года и июль 1973 года и значительно превышают показатели 1963 года и средние по стране уровни загрязнения почв.

Ключевые слова: ядерный полигон, радиационная обстановка, радионуклиды, мощность дозы, содержание радионуклидов в почве.

A.V. Lipikhina^{1*}, G.M. Yesilkanov¹, Y.Y. Brait¹,
R. Harbron², E.V. Ostroumova², K.N. Apsalikov^{1*}

¹Research institute of radiation medicine and ecology of NCJSC «Semey Medical University», Semey, Kazakhstan

²International Agency for Research on Cancer / WHO, Lyon, France

*e-mail: a.v.lipixina@mail.ru

Retrospective radiation situation of the urdzhar district of the Abai region

Atmospheric tests, which became the main cause of radioactive pollution of the environment, at the Semipalatinsk nuclear test site were completed in 1962. The People's Republic of China (PRC) conducted nuclear tests in the atmosphere from 1965 to 1980. The settlements of the Urdzhar district of the Abai region are located at a distance of 600-700 km from the Semipalatinsk test site and at a distance of 900-1100 km from the Chinese Lob-Nor test site. The main scientific issue of the entire study is to assess the contribution of ionizing radiation at low dose range due to the Lob-Nor nuclear tests to the formation of the radiation situation in the southern part of the Abai region. An important aspect of the research will be to study the impact of nuclear tests at the Lob-Nor test site (PRC) on the population of Kazakhstan. The paper presents the analysis results of previously unpublished archival data on the parameters of radiation-hygienic situation in the study area. According to the content of radioisotopes, caesium-137 and strontium-90, in soil of Urdzhar district, two peaks are distinguished, which occurred in June 1967 and July 1973 and significantly exceed the indicators of 1963 and the national average levels of soil contamination.

Key words: nuclear test site, radiation situation, radionuclides, dose rate, radionuclide content in soil.

А.В. Липихина^{1*}, Г.М. Есильканов¹, Ю.Ю. Брайт¹,
Р. Харброн², Е.В. Остроумова², Қ.Н. Әпсалықов^{1*}

¹«Семей медицина университеті» КеАҚ радиациялық медицина және экология ҒЗИ, Семей қ., Қазақстан

² Халықаралық қатерлі ісіктерді зерттеу агенттігі / ДДҰ, Лион қ., Франция

*e-mail: a.v.lipixina@mail.ru

Абай облысы үржар ауданының ретроспективті радиациялық жағдайы

Семей ядролық сынақ полигонында табиғи ортаның радиоактивті ластануының негізгі себебі болған атмосфералық сынақтар 1962 жылы аяқталды. Қытай Халық Республикасы (ҚХР) 1965 жылдан 1980 жылға дейін атмосферада ядролық сынақтар жүргізді. Абай облысы Үржар ауданының елді мекендері Семей полигонынан 600-700 км қашықтықта және қытай полигонынан 900-1100 км қашықтықта орналасқан. Бүкіл зерттеудің негізгі ғылыми мәселесі Абай облысының оңтүстік өңірінің аумағында радиациялық жағдайды қалыптастыруға Лоб-Нор полигонында ядролық сынақтар жүргізу нәтижесінде аз дозалар диапазонында иондаушы сәулеленудің үлесін зерделеу болып табылады. Ғылыми зерттеудің маңызды аспектісі Лоб-Нор полигонындағы (ҚХР) ядролық сынақтардың Қазақстан халқына әсерін зерттеу болады. Бұл мақалада зерттеу аумағындағы радиациялық-гигиеналық жағдай параметрлерінің бұрын жарияланбаған мұрағаттық деректерін талдау нәтижелері келтірілген. Үржар ауданының топырағында цезий-137 және стронций-90 радиоизотоптарының құрамы бойынша 1967 жылдың маусымы мен 1973 жылдың шілдесіне сәйкес келетін және 1963 жылғы көрсеткіштерден және топырақтың орташа ластану деңгейінен едәуір асатын екі шыңды бөліп көрсетуге болады.

Түйін сөздер: ядролық полигон, радиациялық жағдай, радионуклидтер, доза қуаты, топырақтағы радионуклидтердің құрамы.

Введение

Современная территория Урджарского района области Абай в 1960-1990 гг. по административному делению территории Казахстана относилась к Семипалатинской области и включала в себя три района: Урджарский, Маканчинский и Таскескенский. Административные центры этих районов, села Урджар, Маканчи и Таскескен, являются сегодня самыми крупными населёнными пунктами Урджарского района.

Населённые пункты Урджарского района расположены на удалении 600-700 км от Семипалатинского испытательного ядерного полигона (СИЯП) и на расстоянии 900-1100 км от китайского полигона Лоб-Нор [1,2]. Атмосферные испытания, которые стали основной причиной радиоактивного загрязнения природной среды [3], на Семипалатинском полигоне были завершены в 1962 году. Китайская Народная Республика (КНР) проводила ядерные испытания в атмосфере с 1965 по 1980 годы [4].

Учитывая, что южные районы Семипалатинского региона не попали в ареал воздействия локальных радиоактивных осадков в результате ядерных взрывов, проведенных на СИЯП, а население получило очень малые дозы облучения, до 1987 года исследования на этих территориях проводились эпизодически. Результаты этих исследований не выявили радиационно-индуцированных эффектов для здоровья населения.

Однако в период с 1987 по 1996 гг. эпидемиологами и клиницистами Научно-исследовательского института радиационной медицины и экологии (НИИ РМиЭ) отмечено существенное увеличение онкозаболеваемости и онкосмертности среди населения Маканчинского, Урджарского и Таскескенского районов. Увеличение показателей было получено для смертности от всех злокачественных новообразований, а также для отдельных локализаций рака, таких как рак легких и рак молочной железы [5].

В 2000-2001 гг. японские исследователи [6] изучали содержание цезия-137 (Cs-137) и изотопов плутония (Pu) на территории Казахстана на казахстанско-китайской границе, не связывая полученные результаты с воздействием ядерных испытаний ни на СИЯП, ни на Лоб-Нор, рекомендуя использовать полученные результаты для оценки доз облучения населения.

В 2011 году проводилась совместная работа ученых Казахстана, России и Японии по оценке доз населения юго-восточной части Семипалатинской области методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) [7], результаты которой показывают превышение доз над результатами контрольного района, но вывод о влиянии ядерных испытаний на полигоне Лоб-Нор на население Семипалатинского региона нет.

В 2020 году опубликована работа казахстанских исследователей [1], в которой приведен

анализ сейсмических событий в районе полигона Лоб-Нор.

Вполне вероятно проводились и другие исследования по данному вопросу, но по ряду причин, не зависящих от научного сообщества, результаты таких исследований не публиковались. Так, в архиве НИИ РМиЭ (в 1954-1991 гг. закрытое учреждение – Диспансер №4 МЗ СССР) хранятся данные результатов исследований 1960-1990 годов радиационно-гигиенической обстановки на территориях южного региона области Абай, в частности на территориях Урджарского, Маканчинского и Таскескенского районов бывшей Семипалатинской области [2, 8-11].

Архивные данные позволяют провести ретроспективную оценку радиационной ситуации на территории Урджарского района области Абай за период 1963-1998 годов, а значит позволят получить информацию о радиационной обстановке в регионе в период проведения ядерных взрывов на полигоне Лоб-Нор (1965-1980 гг.), определить основные дозообразующие взрывы и рассчитать дозы облучения, полученные населением, что позволит оценить степень влияния взрывов, проведенных на полигоне Лоб-Нор, на население Казахстана. Влияние китайского ядерного полигона Лоб-Нор на приграничные районы Казахстана может иметь несколько аспектов. Одним из основных факторов является радиационная безопасность и возможные последствия радиационного загрязнения воздуха, почвы и водных ресурсов. Архивные

исследования, включающие исторические документы, отчеты и исследования, связанные с радиационным влиянием, могут предоставить ценную информацию о прошлых происшествиях, авариях или ядерных испытаниях. Эти записи могут помочь понять исторический контекст и служить основой для оценки долгосрочных последствий радиационного загрязнения изучаемой территории.

Материалы и методы

Основной научный вопрос всего исследования – изучение вклада ионизирующей радиации в диапазоне малых доз в результате проведения ядерных испытаний на полигоне Лоб-Нор в формирование радиационной обстановки на территории южного региона области Абай. Важным аспектом данного научного исследования является изучение влияния ядерных испытаний в КНР на население Казахстана.

Для решения вышеперечисленных научных задач проведен аналитический анализ ретроспективных материалов – архивных данных параметров радиационно-гигиенической обстановки на территории южного региона области Абай, которые ранее были собраны исследовательской группой и внесены в созданные базы данных «Содержание радиоактивных элементов в почве» и «Мощность экспозиционной дозы».

Количество архивных данных, вошедших в аналитическую обработку, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Количество архивных данных, вошедших в аналитическую обработку, единиц/записей

Территория исследования	Измерения МЭД	Пробы почвы	Измерения содержания радиоактивных элементов в почве
Маканчи село	12	41	161
Маканчинский район	-	21	71
Таскескен село	12	46	173
Таскескенский район	-	11	32
Урджар село	12	46	173
Урджарский район	-	11	31
Всего	36	176	641

Пробы почвы проходили обработку и измерения в физико-химических лабораториях НИИ РМиЭ (ранее – Диспансер №4).

Методика отбора проб поверхностного слоя почвы

Место отбора проб почвы в населённом пункте выбиралось по результатам дозиметрических исследований с помощью дозиметра ДРГ-01-Т. Очень важным критерием являлось отсутствие видимых следов хозяйственной деятельности человека (вспашка земли, строительство, свалка отходов). С места отбора пробы почвы убирался растительный покров земли, а также крупные и острые камни. После проведения замеров мощности дозы на открытой местности отбиралась проба почвы. Для унификации пробоотбора использовалась пробоотборная лопатка размером 100x100x10 мм. Вес каждой пробы составлял не менее трёх килограмм.

Отбор проб методом шурфирования

С наветренной стороны копалась траншея размером 60x150 см. Глубина ее определялась предполагаемой глубиной отбора шурфа с небольшим превышением (для шурфа глубиной 100 см копалась траншея глубиной 110 см). Проведя подготовительную работу, приступали к непосредственному отбору проб почвы. Он производился, начиная с верхнего слоя, с выбранным шагом отбора. Каждая проба упаковывалась в отдельный, приготовленный и промаркированный пакет. В проведенной работе шаг отбора был выбран 5 см до слоя 10 см, далее до глубины 100 см – шаг отбора принимался равным 10 см. Вес каждой пробы составлял не менее трех килограмм.

Методика приготовления препаратов

Доставленные в лабораторию пробы почвы квартовались, высушивались при температуре 60-80°C. Из них удалялись инородные тела, остатки растительности. Проба просеивалась через сито с ячейками диаметром 3,25 мм. Для гамма-спектрометрических измерений препараты упаковывались в сосуды Маринелли. Масса препаратов составляла 1,8-2,5 кг. Для радиохимического анализа пробы почвы массой 80-100 грозялись при температуре 400-450°C.

Исследования в радиометрической и гамма-спектрометрической лабораториях

Определение суммарной бета-активности препаратов проводилось относительным методом на бета-радиометрах типа Б-2 с торцовым счетчиком МСТ-17 или СБТ-10. До 1973 года калибровка бета-радиометров проводилась эталоном Sr-90+Y-90 в равновесном состоянии.

Средняя энергия препаратов почвы не учитывалась, поэтому данные по суммарной бета-активности можно использовать как относительные, допускающие занижение или завышение результатов, в случае, если средняя энергия препаратов отличалась от средней энергии калибровочного эталона. В последующий период калибровка бета-радиометров проводилась набором радионуклидов (углерод-14, таллий-204, калий-40, стронций-90+иттрий-90, иттрий-90), имеющих диапазон средних энергий от 0,05 до 0,9 МэВ. Средняя энергия измеряемых препаратов определялась экспериментально методом поглощающих алюминиевых экранов. Препараты почвы измерялись в алюминиевых подложках (мишенях) диаметром 32 мм и высотой 6 мм. Активность препаратов рассчитывалась по известным формулам. Средняя относительная ошибка измерений препаратов почвы при скорости счета 2-7 имп/мин составляла 30-80%.

Радионуклидный состав проб почвы определялся на сцинтилляционных гамма-спектрометрических установках, детекторами которых являлись сцинтиллы с кристаллами NaI(Tl), размером 63x63 и разрешением по Cs-137 не хуже 10% и анализаторами типа АИ-128-3 и АИ-256-6.

Для определения содержания радионуклидов с 1991 года препараты измерялись на двух комплексах, в состав которых входили:

- детекторы германиевые диффузно-дрейфовые ДГДК-50Б-3 и ДГДК-63-В с защитой из свинца толщиной 100 мм,
- анализаторы импульсов многоканальные амплитудные АИ-1024-95-17м,
- персональные компьютеры ЕС-1841-11, IBM PC,
- программа обработки гамма-спектров BaltiSpektр 3.02 и ППД-93.

Измерения проводились по «живому» времени в интервале 3,5-5,5 часа.

Чувствительность применяемого метода по отдельным линиям составляет для геометрии сосуда Маринелли (пробы почвы):

- для энергии 186.1 кэВ0.301 * 0.136 Бк/кг,
- для энергии 661.662 кэВ0.257 * 0.249 Бк/кг,
- для энергии 1460.75 кэВ20.156 * 6.047 Бк/кг.

Энергетическая градуировка спектрометра и снятие кривой эффективности регистрации гамма-квантов по пику полного поглощения проводилась с помощью набора образцовых излуча-

телей ОСГИ по 10 энергетическим линиям (для иттрия-88 – 1836 и 898 кэВ, кобальта-60 – 1332 и 1173 кэВ, натрия-22 – 1275 и 511 кэВ, цинка-65 – 1115 кэВ, марганца-54 – 834 кэВ, цезия-137 – 661 кэВ, олова-113 – 391 кэВ, церия-139 – 166 кэВ, кобальта-57 – 122 кэВ, америция-241 – 59,5кэВ). Для идентификации радионуклидов проводились повторные измерения проб. В расчетные формулы по определению удельной активности гамма-излучающих радионуклидов, помимо квантовых выходов, входят величины эффективности гамма-спектрометра по регистрируемым гамма-квантам, поправки на конфигурацию измеряемого образца и на массу измеряемого препарата.

Исследования в радиохимической лаборатории.

Доставленные в лабораторию пробы озолялись при температуре 450°С. Для определения содержания стронция-90(Sr-90) озолненные пробы почвы массой 80-100 гр. переводились в раствор с помощью азотной кислоты.

Sr-90 определялся методом осаждения карбонатов с носителем стабильного стронция из азотнокислой вытяжки золы почвы. До осаждения карбонатов проводили очистку стронция от мешающих примесей. Сопутствующие радиоактивные элементы отделялись соосаждением.

Карбонаты стронция растворяли в минимальном количестве азотной кислоты, вносили носитель иттрия и раствор оставляли на 14 дней для накопления. После установления радиохимического равновесия между стронцием-90 и иттрием-90, готовили препарат гидроокиси иттрия-90 для измерения его активности на бета-радиометрической установке. Активность Sr-90 рассчитывалась по активности иттрия-90.

Измерения проводились на радиометрических установках, в состав которых входили:

- детектор бета-частиц со счетчиком СБТ-10 с защитой из свинца толщиной 50 мм,
- пересчетный прибор ПСО2-4,
- комплект сопутствующей электронно-физической аппаратуры.

Измерения проводились в интервале 1,0-1,5 часа.

Чувствительность применяемого метода составляет 0,05 Бк/кг.

Ошибка метода – 27,27 %.

Инструментальные исследования на загрязненной территории

При проведении исследовательских работ проводилась гамма-съемка территории путем

измерения мощности экспозиционной дозы на местности. Для этих целей использовался дозиметр ДРГ-01Т.

В точках отбора проб определялся уровень глубинной миграции радиоактивного следа. Для этого через каждые пять сантиметров проводилось измерение поверхностного загрязнения почвы путем определения плотности потока альфа- и бета-частиц. При этом применялся радиометр КС-01Р-01 со сменными датчиками. При измерении альфа-частиц использовался блок детектирования БДКА-01Р. В каждой точке проводилось 10 измерений с экспозицией по 100 секунд. При измерении бета-частиц применялся блок детектирования БДКБ-01Р с крышкой-фильтром, позволяющей производить измерение потока бета-частиц при наличии фонового гамма-излучения. При этом при закрытой крышке измеряется гамма-излучение, при открытой – гамма+бета-излучение. По разнице этих двух величин рассчитывается бета-излучение. В каждой точке проводилось 10 измерений с экспозицией по 10 секунд.

Результаты и обсуждение

Мощность экспозиционной дозы (МЭД) – один из основных радиационных параметров, по значению которого оценивается радиологическая обстановка на местности, в частности степень радиационного загрязнения окружающей среды [12]. Также значение МЭД на местности после проведения ядерного испытания является одним из входных параметров при расчетном методе оценки дозовых нагрузок населения от внешнего воздействия ионизирующей радиации [13].

В архивных материалах за период 1966-1981 гг. есть значения МЭД для территории сел Маканчи, Таскескен, Урджар на момент проведения на полигоне Лоб-Норкаждого из 12 ядерных взрывов, которые, с учётом метеорологических условий в день проведения испытаний, могли оказать влияние на территории южного региона области Абай. Все значения МЭД – расчётные значения на 24 часа после проведения ядерного испытания, полученные по эмпирическим моделям на основании параметров ядерного взрыва. Значения МЭД находятся в широких пределах. Большинство значений МЭД составляют десятые доли мР/ч. Значимые для дальнейшей оценки доз облучения населения значения МЭД приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Мощность экспозиционной дозы на открытой местности на 24 часа после ядерного испытаний, мР/ч

Дата взрыва	Маканчи	Урджар	Таскескен
17.06.1967	48,5	41,2	36,1
27.06.1973	74,0	70,1	59,0
17.11.1976	93,6	84,0	70,4
16.10.1980	35,0	31,5	26,5

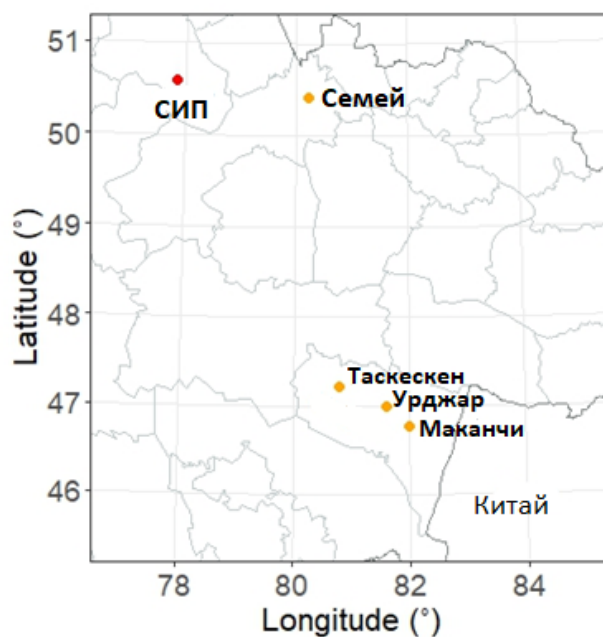
В целях ретроспективного анализа содержания радионуклидов в почве Урджарского района области Абай, в частности наиболее важных долгоживущих радионуклидов Cs-137 и Sr-90, из общего объёма архивных данных были выделены три точки, в которых вёлся мониторинг радиоактивности почв в Урджарском районе (таблица 3).

Карта-схема расположения мониторинговых точек Урджарского района представлена на рисунке 1.

Необходимо отметить, что значения содержания Cs-137 в почве после проведения ядерного взрыва являются основой для современных расчётных методик оценки доз внешнего облучения населения [14,15].

Таблица 3 – Координаты мониторинговых точек Урджарского района

Административная единица	Точка мониторинга	Координаты
Маканчинский сельский округ	Маканчи	46°47'26'', 82°01'06''
Урджарский сельский округ	Урджар	47°05'16'', 81°37'47''
Таскескенский сельский округ	Таскескен	47°13'23'', 80°47'20''
Мониторинговые даты: 1963, 01.04.1967, 25.06.1967, 10.04.1972, 10.07.1973, 30.09.1976, 30.09.1977, 20.03.1978, 16.11.1981, апрель-май 1998		

**Рисунок 1** – Мониторинговые точки радиоактивности почв Урджарского района.

Содержание радионуклидов Cs-137 и Sr-90 в почве мониторинговых точек представлено на рисунке 2.

Значения содержания радионуклидов в разных точках мониторинга на одну и ту же дату исследования близки друг другу.

В 1963 г. концентрация Sr-90 в поверхностном слое почвы (0-1 см) сел Маканчи, Урджар и Таскескен лежит в диапазоне 30-34 Бк/кг, концентрация Cs-137 – 44-68 Бк/кг. Данные значения характеризуют содержание радиоактивных элементов в почве исследуемой территории после прекращения атмосферных ядерных испытаний на СИЯП и до начала проведения атмосферных ядерных испытаний на полигоне Лоб-Нор в КНР.

В период 1965-1980 гг. пробы почвы в мониторинговых точках также отбирались на глубину до 1 см в целях оценки «свежих» выпадений радиоактивных изотопов после проведения ядерных испытаний на полигоне Лоб-Нор.

На рисунке 2 видно наличие двух пиков радиоактивности цезия и стронция. Первый пик приходится на дату мониторинга 25.06.1967 г., второй – 10.07.1973 г. Таким образом, основная часть загрязнения территорий южного региона области Абай произошла в результате испытаний, проведенных на полигоне Лоб-Нор 17.06.1967 г. и 27.06.1973 г.

17 июня 1967 года в КНР было проведено ядерное испытание мегатонной мощности с уровнем энерговыделения до 3,3 Мт (по разным источникам от 0,4 до 3,3 Мт) на башне высотой 100-150 м. Через восемь дней после взрыва в населённых пунктах Маканчи, Урджар и Таскескен отбирались пробы почвы. Эти пробы выявили наличие короткоживущих продуктов деления, значительно превышающих «фоновые» уровни в Казахстане. На основе пяти проб на каждую точку средняя общая активность поверхности почвы в слое 0-1 см составила $1,38 \cdot 10^6$, $1,09 \cdot 10^6$ и $1,02 \cdot 10^6$ Бк/кг для Маканчи, Урджара и Таскескена соответственно, уменьшаясь, таким образом, с увеличением расстояния от границы с Китаем. Большая часть этой активности приходилась на I-131, Sr-89, Zr-95, Te-132 и Ba-140. Активности Cs-137 и Sr-90 составляли 4000-5000 Бк/кг. Содержание радиоактивных изотопов Cs-137 и Sr-90 в почве южного региона области Абай превышало средний уровень загрязнения почв СССР в 1967 году примерно в 20 раз, и на два порядка превышало показатели 1963 года.

Радиационная обстановка на исследуемых территориях в 1973 году могла быть обусловлена проведенным 27 июня 1973 года в КНР тер-

моядерным взрывом мощностью 2-3 Мт. Термоядерный заряд был сброшен с самолёта на высоте 1000-1500 м. Отбор проб почвы на территории исследуемых сел проводился 10.07.1973 г. через 13 дней после испытания. Средняя суммарная активность для почвы составила $1,85 \cdot 10^7$, $1,63 \cdot 10^7$ и $1,51 \cdot 10^7$ Бк/кг в Маканчи, Урджаре и Таскескене соответственно. Активности Cs-137 и Sr-90 составляли 5000-6000 Бк/кг. Результаты лабораторных измерений показали также наличие «свежих» продуктов деления Sr-89, Zr-95, Ba-140 и радиоактивных изотопов йода. Накопление на почве Zr-95+Nb-95 является, наиболее чувствительным показателем для установления новых поступлений продуктов ядерных взрывов из атмосферы. Имея периоды полураспада 65 и 35 дней соответственно, они могут быть определены достаточно точно и, в то же время, после прекращения атмосферных радиоактивных выпадений запас этих изотопов в почве убывает сравнительно быстро. Среднее по СССР значение содержания накопленного в почве Zr-95 после китайского ядерного испытания 27 июня 1973 г. составляло 148 Бк/м². В селе Таскескен, наиболее удалённом от полигона Лоб-Нор, его содержание на июль 1973 года составило 657 432 Бк/м².

После ядерных испытаний 17.11.1976 г. и 16.10.1980 г., для которых были определены высокие значения МЭД (таблица 2), отбор проб почвы Урджарского района области Абай не проводился. Для всех остальных мониторинговых дат активность образцов почвы была на один-два порядка ниже, чем после тестов 17.06.1967 г. и 27.06.1973 г., при этом общая активность составляла около 5000-9000 Бк/кг, активность Cs-137 и Sr-90 составляла около 30-70 Бк/кг.

В 1998 году отбирались пробы почвы до глубины 100 см для определения глубинной миграции радиоактивных элементов (рисунок 3).

В почве сел Маканчи и Урджар максимальное содержание Sr-90 и Cs-137 определено в слое 0-40 см. При относительно равномерном распределении долгоживущих продуктов деления в нижних слоях отмечено накопление Sr-90 в слое 50-70 см, Cs-137 – в слое 50-60 см. Превышение суммарного запаса Sr-90 над Cs-137 составляет 1,12-1,13 раза. Их миграция не заканчивается на глубине 100 см. Результаты измерения проб почвы шурфа в селе Таскескен несколько отличаются от результатов в других населённых пунктах. 81,5% Sr-90 сосредоточено в слое почвы 0-50 см. Начиная с 50 см, наблюдается его равномерное распределение по глубине. При-

мерно половина Cs-137 (55,8%) лежит в слое 0-20 см, глубже распределение цезия по слоям практически равномерно. Однако миграция долгоживущих радиоактивных изотопов вероятно не заканчивается на глубине 100 см. Если на глу-

бине почвы от 5 до 50 см удельная активность Sr-90 по слоям выше, то в более низких слоях наблюдается некоторое превышение удельной активности Cs-137. Превышение суммарного запаса Sr-90 над Cs-137 составляет 1,25 раза.

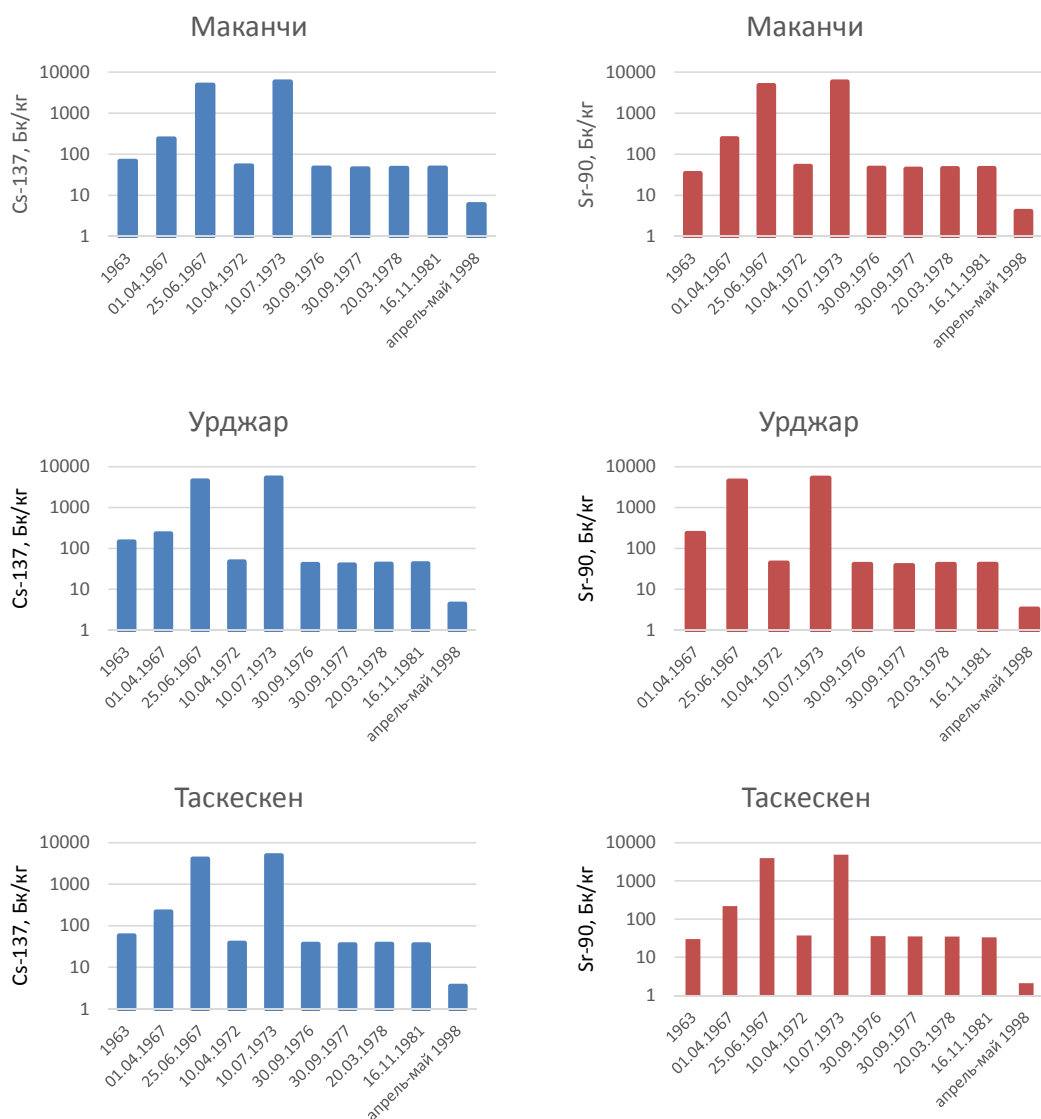


Рисунок 2 – Динамика содержания Cs-137 и Sr-90 (Бк/кг) в почве Урджарского района в период с 1963 по 1998 гг.

Результаты современных исследований содержания Cs-137 и Pu-238,239 в почве, проводимых как на казахстанских, так и китайских территориях, подвергшихся радиационному воздействию в результате деятельности полигона Лоб-Нор, показывают [6, 16-22]:

Содержание Cs-137 в почве находится в пределах 1000-3000 Бк/м². Эти значения такие

же или ниже, чем содержание Cs-137 от глобальных осадков в Японии (6000-7000 Бк/м² для побережья Японского моря и 3000-4000 Бк/м² для побережья Тихого океана), содержание для почв Семипалатинского региона определенное другими исследованиями (1850-18500 Бк/м²), а также указанное в архивных данных (100-40000 Бк/м²).

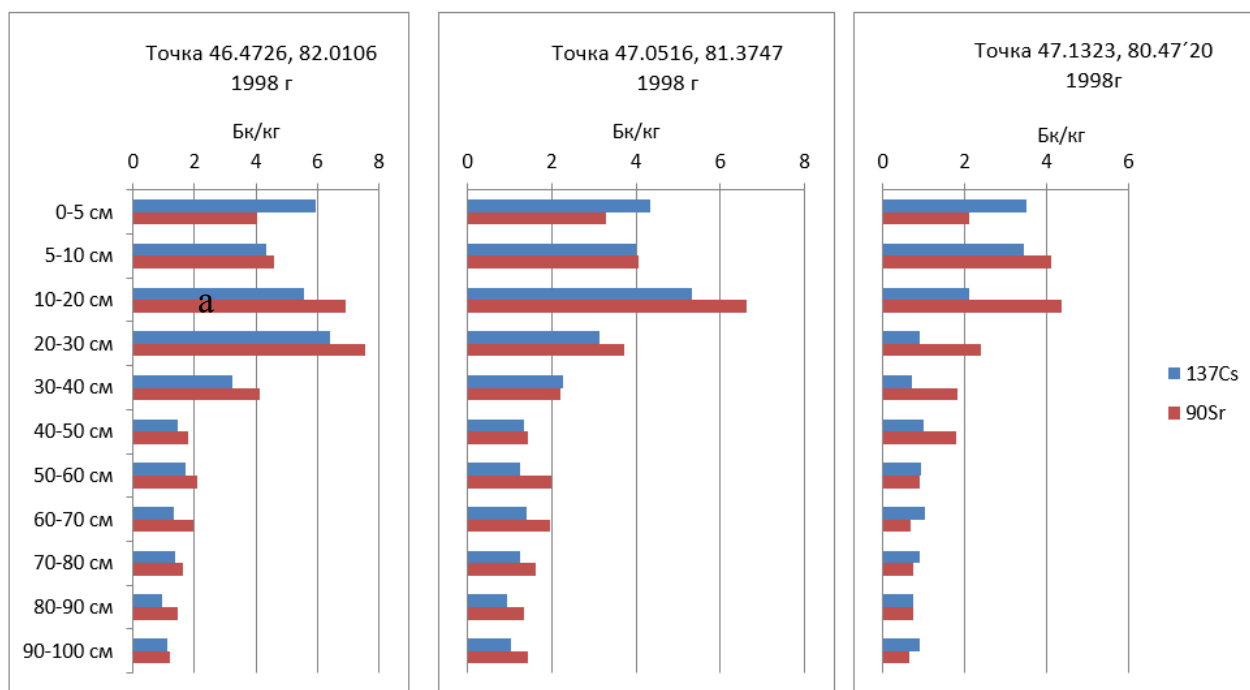


Рисунок 3 – Особенности вертикального распределения ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве на территории
 а) Маканчинского сельского округа, б) Урджарского сельского округа,
 в) Таскескенского сельского округа на 1998 год

Содержание Pu-239,240 зарегистрировано в пределах 28-677 Бк/м², что на отдельных локальных участках выше, чем содержание, наблюдаемое в Японии (40-120 Бк/м²), и средний предполагаемый уровень глобальных выпадений в Семипалатинском регионе (50 Бк/м²).

Для окончательного заключения о возможном влиянии проведенных на полигоне Лоб-Нор атмосферных ядерных испытаний на территорию и население Казахстана в настоящее время ведутся работы по оценке содержания радиоактивных элементов в объектах окружающей среды доз облучения населения Урджарского района области Абай. Учитывая неоднозначность, а порой и отсутствие, ретроспективных данных, которые должны быть использованы в качестве входных параметров при оценке доз облучения населения, необходим комплексный подход к решению поставленной задачи. Так, например, верифицировать значения параметров ядерных испытаний, проведенных более 40 лет назад, можно путем исследования в настоящее время донных отложений на территории южного региона области Абай [23]. Достоверная оценка накопленной дозы внешнего облучения населения возможна при использовании комплекса хорошо зарекомендованных в мировой

практике методов оценки доз. Среди них метод термолюминесцентной дозиметрии определения поглощенной дозы внешнего гамма-облучения по термолюминесценции кварца строительной керамики, метод электронного парамагнитного резонанса для определения дозы облучения по зубной эмали человека, расчётный метод оценки доз внешнего облучения по уровню содержания Cs-137 в почве [24-25].

Заключение

В целях оценки влияния атмосферных ядерных испытаний, проведенных на полигоне Лоб-Нор, на территорию и население Республики Казахстан выполнен анализ архивных материалов и данных научных публикаций о радиационной обстановке в Урджарском районе области Абай.

По значениям МЭД на 24 часа после ядерного испытания (в диапазоне 26,5 – 93,6 мР/ч) выделяются ядерные взрывы, проведенные 17 июня 1967 г., 27 июня 1973 г., 17 ноября 1976 г. и 16 октября 1980 г.

Аналитический анализ динамики содержания радионуклидов в почве Урджарского района в период 1963-2000 гг. показал, что в 1963 году после прекращения атмосферных ядерных ис-

пытаний на СИЯП концентрация Sr-90 и Cs-137 в поверхностном слое почвы находится в диапазоне 30-34 Бк/кг и 44-68 Бк/кг соответственно.

Проведённый анализ позволил выделить два пика радиоактивности цезия и стронция в почве исследуемого региона. Первый пик приходится на дату мониторинга 25 июня 1967 г., второй – 10 июля 1973 г. Содержание радиоактивных изотопов в почве в десятки-сотни раз превышало аналогичные показатели 1963 года в изучаемом регионе, а также средний уровень загрязнения почв СССР на год исследования. Повышение радиоактивности в почве территорий Урджарского района области Абай коррелирует с ядерными испытаниями, проведёнными на полигоне Лоб-Нор 17 июня 1967 г. и 27 июня 1973 г.

Радиоактивность почвы в мониторинговых точках падает в зависимости от удаления от границы с Китаем. Наибольшее радиоактивное загрязнение установлено в почвах села Маканчи и Маканчинского сельского округа. Наименее радиоактивно загрязненными были почвы Таскескенского сельского округа, включая село Таскескен.

Анализ вертикального распределения радионуклидов Cs-137 и Sr-90 в почве исследуемых территорий показал, что наибольшее содержание радионуклидов в 1998 году находилось в слое до 30 см.

Продолжаются работы, направленные на оценку современной радиационной обстановки Урджарского района области Абай и на оценку доз облучения, которые могли получить жители в результате проведения ядерных испытаний на полигоне Лоб-Нор.

Источник финансирования

Работа выполняется в рамках Договора на грантовое финансирование научных стартап проектов научно-педагогических кадров НАО «Медицинский университет Семей» на 2022-2025 гг. (Договор №378 от 12 сентября 2022 г.) на базе Научно-исследовательского института радиационной медицины и экологии НАО «Медицинский университет Семей».

Уведомление

Если авторы указаны как сотрудники Международного агентства по изучению рака / Всемирной организации здравоохранения, только авторы несут ответственность за взгляды, выраженные в этой статье, и они не обязательно отражают решения, политику или взгляды Международного агентства по изучению рака / Всемирной организации здравоохранения.

Литература

1. Соколова И.Н. Современный мониторинг сейсмических событий из района испытательного полигона Лобнор по данным сети ИГИ РК / И.Н. Соколова, А.Е. Великанов // Вестник НЯЦ РК. – 2020. – 3. – С. 24-31.
2. Радиационно-гигиеническая обстановка, сформированная в Маканчинском, Урджарском и Таскескенском районах Семипалатинской области. Ретроспективная оценка за 1964 – 1998 годы: этапный отчет / Каз. НИИ радиационной медицины и экологии; Б.И. Гусев; Н.Н. Куракина. – Семипалатинск, 1998. – 62 с.
3. Логачев В.А. Радиологические последствия проведения ядерных испытаний на полигонах мира / В.А. Логачев, Л.А. Логачева // Вестник НЯЦ РК. – 2003. – 3. – С. 7-17.
4. Inaba J. Dose Reconstruction for Residents Near the Former Semipalatinsk Nuclear Test Sites with a Focus on the Study of Radiation Health Effects / Inaba J., Ishida JI, Hirota S, Yoshinaga S, Kusumi S, Baigazinov Z, Berezina MV, Kenzhina GT, Be-rezin SA, Ogiu T. // Japanese Journal of Health Physics. 2020;55(4):250-256.
5. Cancer Mortality in Populations in Kazakhstan Subjected to Irradiation from Nuclear Weapons Testing in China: Technical Report / Department of Defense USA. – 2008. – 138 p.
6. Yamamoto M. Current levels and distribution of ¹³⁷Cs and Pu isotopes in soil on the Kazakhstan territory of the Kazakhstan-Chinese border: Semipalatinsk and Lob Nor nuclear test sites detonation / M. Yamamoto, M. Hoshi, J. Takada, A. Sakaguchi, K.N. Apsalikhov, B.I. Gusev. // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2004;261(3):533-545.
7. Zhumadilov K. The influence of the lop nor nuclear weapons test base to the population of the republic of Kazakhstan / Zhumadilov K., Hoshi M., Ivannikov A., Stepanenko V., Zharlyganova D., Zhumadilov Z., Apsalikhov K., Toyoda S., Endo S., Tanaka K., Miyazawa C., Okamoto T. // Radiation Measurements. 2011;46(4):425-429.
8. Радиологическая карта Семипалатинской области (Данные на 1963 год): отчет о НИР, Диспансер №4 МЗ СССР. – Семипалатинск, 1963. – 14 с.
9. Работа по плановым темам №№1,8 за 1966 год: отчет / предприятие п/я В-8375; рук. С.И. Маковой. – Семипалатинск, 1967. – 275 с.
10. Расчет доз внешнего облучения населения на территориях Маканчинского и Урджарского районов Семипалатинской области, сформированном в результате испытаний ядерного оружия в КНР: этапный отчет / К.И. Гордеев, Н.Н. Куракина. – Семипалатинск, 1982. – 10 с.

11. Параметры радиационно-гигиенической обстановки на территориях Маканчинского и Урджарского районов Семипалатинской области: этапный отчет, Радиологический диспансер МЗ СССР / К.И. Гордеев, Н.Н. Куракина. – Семипалатинск, 1990 – 16 с.
12. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности». Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 15 декабря 2020 года № ҚР ДСМ-275/2020.
13. Simon S.L. Dose estimation for exposure to radioactive fallout from nuclear detonations / Simon S.L., Bouville A., Beck H.L., Anspaugh L.R., Thiessen K.M., Hoffman F.O., Shinkarev S // *Health physics*. 2022;122(1): p. 1-20.
14. André Bouville. A methodology for estimating external doses to individuals and populations exposed to radioactive fallout from nuclear detonations. / André Bouville, Harold L. Beck Lynn R. Anspaugh, Konstantin Gordeev, Sergey Shinkarev, Kathleen M. Thiessen, F. Owen Hoffman, Steven L. Simon // *HealthPhys*. 2022;122:p.54 – 83.
15. Harold L. A method for estimating the deposition density of fallout on the ground and on vegetation from a low-yield, low-altitude nuclear detonation./ Harold L. Beck, André Bouville, Steven L. Simon, Lynn R. Anspaugh, Kathleen M. Thiessen, Sergey Shinkarev, Konstantin Gordeev // *Health Phys*. 2022;122:p. 21 – 53.
16. Feng D. Distribution of plutonium isotopes in soils between two nuclear test sites: Semipalatinsk and Lop Nor. / Feng D, Yang F, Wang X, Zhou X, Liu Z, Liao H // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2022;242:106792
17. Zhao X, Qiao J, Hou X. Plutonium isotopes in Northern Xinjiang, China: Level, distribution, sources and their contributions. *Environmental Pollution*. 2020; 265:114929.
18. Huang, Y., Tims, S.G., Froehlich, M.B., Pan, S., Fifield, L.K., Pavetich, S., Koll, D. The 240Pu/239Pu atom ratio in Chinese soils. *Sci. Total Environ*. 678, 603–610.
19. Huang, Y., Sun, X., Zhang, W., Xiao, Z., 2022. Spatial distribution and migration of 239+240Pu in Chinese soils. *Sci. Total Environ*. 824, 153724.
20. Li, S., Ni, Y., Guo, Q., 2022. Sources and variability of plutonium in Chinese soils: a statistical perspective with moving average. *Atmosphere* 13, 769. <https://doi.org/10.3390/atmos13050769>.
21. Методы исследования донных отложений озер Карелии / Т.С. Шелехова, З.И. Слукровский, Н.Б. Лаврова. – Петрозаводск: карельский научный центр РАН, 2020. – 111 с.
22. Instrumental estimates of accumulated external dose using method of single grain retrospective luminescence dosimetry with quartz microcrystals: First results of international study for samples - “witness” of nuclear tests (Semey city, Republic of Kazakhstan) / Stepanenko V., Kaprin A., Ivanov S., Muldagaliev T., Kolyzhenkov T., Bogacheva V., Petukhov A., Akhmedova U., Lipikhina A., Jambaev M., Apsalikhova Z., Mansarina A., Iaskova E., Ivannikov A., Skvortsov V., Zhumadilov K., Hoshi M. // *Radiation and Risk*. – 2019. – 28(4). – P. 118–128. DOI 10.21870/0131-3878-2019-28-4-118-128.
23. Stepanenko V, Shinkarev S, Kaprin A, Apsalikhov K, Ivanov S, Shegay P, Ostroumova E, Kes-miniene A, Lipikhina A, Bogacheva V, Zhumadilov K. Comparison of external dose estimates using different retrospective dosimetry methods in the settlements located near Semipalatinsk Nuclear Test Site, Republic of Kazakhstan. *Journal of Radiation Research*. 2023 Nov 18.

References

1. Sokolova I.N. Sovremennyj monitoring sejmicheskikh soby'tij zrazjonaispy'tatel'nogopoligona Lobnorpodanny'mseti IGI RK / I.N. Sokolova, A.E. Velikanov // *Vestnik NYa CzRK*. – 2020. – 3. – S. 24-31.
2. Radiacionno-gigienicheskaya obstanovka, sformirovannaya v Makanchinskom, Urdzharskom i Taskeskenskom rajonakh Semipalatinskoy oblasti. Retrospektivnaya ocenka za 1964 – 1998 gody: etapnyj otchet / Kaz. NI radiacionnoj mediciny i ekologii; B.I. Gusev; N.N. Kurakina. – Semipalatinsk, 1998. – 62 s.
3. Logachev V.A. Radiologicheskie posledstviya provedeniya yaderny'kh ispy'tanij na poligonakh mira / V.A. Logachev, L.A. Logacheva // *Vestnik NYa CzRK*. – 2003. – 3. – S. 7-17.
4. Inaba J. Dose Reconstruction for Residents Near the Former Semipalatinsk Nuclear Test Sites with a Focus on the Study of Radiation Health Effects / Inaba J., Ishida JI, Hirota S, Yoshinaga S, Kusumi S, Baigazinov Z, Berezina MV, Kenzhina GT, Be-rezin SA, Ogiu T. // *Japanese Journal of Health Physics*. 2020;55(4):250-256.
5. Cancer Mortality in Populations in Kazakhstan Subjected to Irradiation from Nuclear Weapons Testing in China: Technical Report / Department of Defense USA. – 2008. – 138 p.
6. Yamamoto M. Current levels and distribution of 137Cs and Pu isotopes in soil on the Kazakhstan territory of the Kazakhstan-Chinese border: Semipalatinsk and Lob Nor nuclear test sites detonation / M. Yamamoto, M. Hoshi, J. Takada, A. Sakaguchi, K.N. Apsalikhov, B.I. Gusev. // *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2004;261(3):533-545.
7. Zhumadilov K. The influence of the Lop Nor nuclear weapons test base to the population of the Republic of Kazakhstan / Zhumadilov K., Hoshi M., Ivannikov A., Stepanenko V., Zharlyganova D., Zhumadilov Z., Apsalikhov K., Toyoda S., Endo S., Tanaka K., Miyazawa C., Okamoto T. // *Radiation Measurements*. 2011;46(4):425-429.
8. Radiologicheskaya karta Semipalatinskoy oblasti (Danny'ena 1963 god): otchet o NIR, Dispanser 4 MZ SSSR. – Semipalatinsk, 1963. – 14 s.
9. Rabotapoplanovy' mtemam ##1,8 za 1966 god: otchet / predpriyatye p/ya V-8375; ruk. S.I. Makerova. – Semipalatinsk, 1967. – 275 s.
10. Raschet doz vzheshnego obluheniya naseleniya na territoriyakh Makanchinskogo i Urdzharskogo rajonov Semipalatinskoy oblasti, sformirovannom v rezul'tate ispy'tanij yadernogo oruzhiya v KNR: etapnyj otchet / K.I. Gordeev, N.N. Kurakina. – Semipalatinsk, 1982. – 10 s.
11. Parametry radiacionno-gigienicheskoy obstanovki na territoriyakh Makanchinskogo i Urdzharskogo rajonov Semipalatinskoy oblasti: etapnyj otchet, Radiologicheskij dispanser MZ SSSR / K.I. Gordeev, N.N. Kurakina. – Semipalatinsk, 1990 – 16 s.

12. Sanitarny`epriavila «Sanitarno-e`pidemiologicheskietrebovaniya k obespecheniyuradiaczionnojbezopasnosti». PrikazMin-istradzravookhraneniyaRespubliki Kazakhstan ot 15 dekabrya 2020 goda # QR DSM-275/2020.
13. Simon S.L. Dose estimation for exposure to radioactive fallout from nuclear detonations / Simon S.L., Bouville A., Beck H.L., Anspaugh L.R., Thiessen K.M., Hoffman F.O., Shinkarev S // Health physics. 2022;122(1): p. 1-20.
14. André Bouville. A methodology for estimating external doses to individuals and populations exposed to radioactive fallout from nuclear detonations. / André Bouville, Harold L. Beck Lynn R. Anspaugh, Konstantin Gordeev, Sergey Shinkarev, Kathleen M. Thiessen, F. Owen Hoffman, Steven L. Simon // HealthPhys. 2022;122: p.54 – 83.
15. Harold L. A method for estimating the deposition density of fallout on the ground and on vegetation from a low-yield, low-altitude nuclear detonation./ Harold L. Beck, André Bouville, Steven L. Simon, Lynn R. Anspaugh, Kathleen M. Thiessen, Sergey Shinkarev, Konstantin Gordeev // Health Phys. 2022;122:p. 21 – 53.
16. Feng D. Distribution of plutonium isotopes in soils between two nuclear test sites: Semipalatinsk and Lop Nor. / Feng D, Yang F, Wang X, Zhou X, Liu Z, Liao H // Journal of Environmental Radioactivity. 2022;242:106792
17. Zhao X, Qiao J, Hou X. Plutonium isotopes in Northern Xinjiang, China: Level, distribution, sources and their contributions. Environmental Pollution. 2020; 265:114929.
18. Huang, Y., Tims, S.G., Froehlich, M.B., Pan, S., Fifield, L.K., Pavetich, S., Koll, D. The 240Pu/239Pu atom ratio in Chinese soils. Sci. Total Environ. 678, 603–610.
19. Huang, Y., Sun, X., Zhang, W., Xiao, Z., 2022. Spatial distribution and migration of 239+240Pu in Chinese soils. Sci. Total Environ. 824, 153724.
20. Li, S., Ni, Y., Guo, Q., 2022. Sources and variability of plutonium in Chinese soils: a statistical perspective with moving average. Atmosphere 13, 769. <https://doi.org/10.3390/atmos13050769>.
21. Metody`issledovaniyadonny`khotlozhenijozerKarelii / T.S. Shelekhova, Z.I. Slukovskij, N.B. Lavrova. – Petrozavodsk: karel'skijnauchny`jcentr RAN, 2020. – 111 s.
22. Instrumental estimates of accumulated external dose using method of single grain retrospective luminescence dosimetry with quartz microcrystals: First results of international study for samples - “witness” of nuclear tests (Semey city, Republic of Kazakhstan) / Stepanenko V., Kaprin A., Ivanov S., Muldagaliev T., Kolyzhenkov T., Bogacheva V., Petukhov A., Akhmedova U., Lipikhina A., Jambaev M., Apsalikova Z., Mansarina A., Iaskova E., Ivannikov A., Skvortsov V., Zhumadilov K., Hoshi M. // RadiationandRisk. – 2019. – 28(4). – R. 118–128. DOI 10.21870/0131-3878-2019-28-4-118-128.
23. Stepanenko V, Shinkarev S, Kaprin A, Apsalikov K, Ivanov S, Shegay P, Ostroumova E, Kes-miniene A, Lipikhina A, Bogacheva V, Zhumadilov K. Comparison of external dose estimates using different retrospective dosimetry methods in the settlements located near Semipalatinsk Nuclear Test Site, Republic of Kazakhstan. Journal of Radiation Research. 2023 Nov 18.

Авторлар туралы мәлімет

Липихина Александра Викторовна – биология ғылымдарының кандидаты, «Семей медицина университеті» КЕАҚ Радиациялық медицина және экология ғылыми-зерттеу институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары, Семей қ., Қазақстан (e-mail: a.v.lipixina@mail.ru)

Есілқанов Фани Мұхтарұлы – ғылым магистрі, «Семей медицина университеті» КЕАҚ Радиациялық медицина және экология ғылыми-зерттеу институтының ғылыми қызметкері, Семей қ., Қазақстан (e-mail: al-g_007@mail.ru)

Брайт Юлия Юрьевна – ғылым магистрі, «Семей медицина университеті» КЕАҚ Радиациялық медицина және экология ғылыми-зерттеу институтының ғылыми бөлімінің меңгерушісі, Семей қ., Қазақстан (e-mail: d.yuliy@mail.ru)

Ричард Харброн – Қатерлі ісік мәселелерін зерттеу жөніндегі халықаралық агенттік/ДДҮ, Лион, Франция (e-mail: harbronn@iarc.who.int)

Остроумова Евгения Владимировна – медицина ғылымдарының кандидаты, Онкологиялық зерттеулер жөніндегі халықаралық агенттік/ДДҮ, Лион, Франция (e-mail: ostroumova@iarc.who.int)

Апсаликов Казбек Негматович – профессор, медицина ғылымдарының докторы, Семей қ., Қазақстан (e-mail: k.n.apsalikov@mail.ru)

Information about authors:

Lipikhina Alexandra Viktorovna – Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Scientific Affairs, Research Institute of Radiation Medicine and Ecology, NAO “Medical University Semey” Semey, Kazakhstan (e-mail: a.v.lipikhina@mail.ru)

Esilkanov Gani Mukhtarovich – Master of Science, research associate of the Research Institute of Radiation Medicine and Ecology, NAO “Medical University Semey” Semey, Kazakhstan (e-mail: al-g_007@mail.ru)

Yulia Yurievna Brait – Master of Science, Head of Scientific Department, Research Institute of Radiation Medicine and Ecology, NAO “Medical University Semey” Semey, Kazakhstan (e-mail: d.yuliy@mail.ru).

Richard Harbronn – International Agency for Research on Cancer/WHO, Lyon, France (e-mail: harbronn@iarc.who.int)

Ostroumova Evgenia Vladimirovna – Candidate of Medical Sciences, International Agency for Research on Cancer/WHO, Lyon, France (e-mail: ostroumova@iarc.who.int).

Apsalikov Kazbek Negmatovich – Professor, MD, Semey, Kazakhstan (e-mail: k.n.apsalikov@mail.ru)

*Поступила: 23 мая 2024 года
Принята: 26 сентября 2024 года*

3-бөлім
**БИОЛОГИЯЛЫҚ
АЛУАНТҮРЛІКТІ САҚТАУДЫҢ
ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

Section 3
**ACTUAL PROBLEMS
OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

Раздел 3
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОХРАНЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**

Т.З. Бегиллов^{1*}, Н.А. Бижанова²,
Б.Е. Есжанов¹, Б.Б. Сарсенова³

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі,
Ғылым комитетінің “Зоология институты”, Алматы қ., Қазақстан

³Махамбет Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан Университеті, Орал қ., Қазақстан

*e-mail: talgat.begilov@mail.ru

ЕДІЛ-ЖАЙЫҚ ПОПУЛЯЦИЯСЫ КИІКТЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ КЕЗДЕГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ПОПУЛЯЦИЯНЫҢ ТҰРАҚТЫ ДАМУЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Бұл мақала Қазақстандағы Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің қазіргі таңдағы жағдайы мен динамикасы туралы жан-жақты мәліметтер ұсынатын осы популяцияның күрделі экологиясына арналған. Киіктердің төлдеу орындары, жазғы жайлауы, қысқы қыстаулары сияқты маңызды орындарына жүргізілген ауқымды далалық экспедициялар барысында олардың тіршілік ету жағдайлары мен экологиясы, басқа да жануарлармен байланыстары зерттелді. Популяция санының өте күшті артып отырған жағдайында киіктер мен ауыл шаруашылығы өндірушілерінің арасында туындап отырған мүдделер қақтығысы да қарастырылды және ол қақтығыстарды шешуге оң әсер етеді деген шаралар ұсынылды. Сонымен қатар киіктердің қазіргі агроландшафттарға кірігуінің бағыттары мен әлеуеттері анықталды.

Киіктердің Еділ-Жайық популяциясы қазіргі таңда саны бойынша дүние жүзіндегі ең үлкен популяция болып отыр. Сондай ақ Қазақстан мен Ресей Федерациясының арасындағы шекаралық аймақтағы трансшекаралық популяция жағдайы да киіктердің бұл популяциясының өзіндік ерекшелігін айқындайды. Киіктердің соңғы жылдары әсіресе көктемде төлдейтін орындар іздеп Батыс Қазақстан облысының батысы мен солтүстік батысында екі елдің шекарасынан өту жағдайлары жиіледі.

Киік санының бірнеше жылдың ішінде қауіпті деңгейден рекордтық жағдайға дейінгі ауытқуы популяцияны қалай ұзақ уақыт тұрақты дамытуға болады деген сұрақты туындатып отыр. Авторлардың зерттеулері осы сұрақтарға жауап іздеуге бағытталған. Авторлардың ұстанымы саны шектен тыс артып отырған киік популяцияларын тиімді реттеу қажеттілігінен туындаған олардың бір бөлігін аулап өнімдерін пайдаға асыру қажет деген басқа да зерттеушілердің пікірлерімен сәйкес келеді.

Бұл мақала табиғатты қорғауға, оның ішінде киіктерді қорғауға мүдделі тараптар және аймақта ауыл шаруашылығын дамыту бағытындағы мүдделі тараптар үшін де өте құнды ресурс болып табылады. Жұмыс Жайық өзенінің оң жақ жағалауы экожүйесінің күрделі байланыстарын терең түсінуге жағдай жасай отырып осы аймақтың биоалуантүрлілігінің маңызды элементі болып табылатын киіктерді сақтау үшін табиғи ресурстарды тұрақты пайдаланудың қажеттілігін көрсетеді.

Түйін сөздер: киік, популяция, эпизоотия, миграция, тіршілік ету ареалы, жыртқыштар.

T.Z. Begilov^{1*}, N.A. Bizhanova²,
B.Y. Yeszhanov¹, B. Sarsenova³

¹ Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

² “Institute of Zoology” of the committee of Science, Ministry of Science and higher education
of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan

³ Makhambet Utemisov West Kazakhstan University, Uralsk, Kazakhstan

*e-mail: talgat.begilov@mail.ru

The current ecological state of the Volga-Ural saiga population and the problems of sustainable development of the population

This article is dedicated to studying the complex ecology of the Volga-Ural saiga population in Kazakhstan, providing comprehensive information about its current state and dynamics. Extensive field studies were conducted in key locations such as calving sites, summer pastures, and wintering grounds to understand habitat conditions, ecological characteristics, and relationships with other animal species.

The increasing population of Volga-Ural saigas has led to conflicts of interest with agricultural producers, which have been examined alongside proposed measures for resolution. Currently, this population is the world's largest, uniquely positioned in the border area between Kazakhstan and the Russian Federation. In recent years, saigas have been observed crossing the borders of these countries in the west and northwest of the West Kazakhstan region during spring, seeking calving sites.

Fluctuation in saiga numbers from perilous lows to record highs within several years, raise concerns about sustainable long-term development. The author's research seeks to address these questions and aligns with other researchers advocating for population regulation through controlled reduction necessary to manage the rapidly increasing saiga population effectively.

Furthermore, this article serves as a valuable resource for conservation stakeholders, including those interested in saiga protection and regional agriculture development. It significantly contributes to understanding the intricate ecosystem dynamics along the right bank of the Ural River, emphasizing the importance of sustainable natural resource management for saiga conservation and overall biodiversity in the region.

Key words: saiga, population, epizootic, migration, habitat, predators.

Т.З. Бегилов^{1*}, Н.А. Бижанова²,
Б.Е. Есжанов¹, Б.Б. Сарсенова³

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

²Институт зоологии Комитета науки Министерства науки

и высшего образования Республики Казахстан, г. Алматы, Казахстан

³Западно-Казахстанский Университет имени Махамбета Утемисова, г. Уральск, Казахстан

*e-mail: talgat.begilov@mail.ru

Современное экологическое состояние Волго-Уральской популяции сайгаков и проблемы устойчивого развития популяции

Данная статья посвящена изучению сложной экологии Волго-Уральской популяции сайгаков в Казахстане. Она предоставляет всестороннюю информацию о текущем состоянии и динамике этой популяции. Основываясь на обширных полевых исследованиях, проведенных в различных ключевых местах, включая места отела, летние пастбища и зимовки сайгаков, были изучены условия их обитания, их экологические особенности и взаимосвязи с другими видами животных.

В контексте значительного увеличения численности популяции также был рассмотрен конфликт интересов между сайгаками и сельскохозяйственными производителями, а также предложены меры, направленные на разрешение этих конфликтов.

На данный момент Волго-Уральская популяция сайгаков является самой большой в мире по численности. Особенность этой популяции обусловлена ее трансграничным положением на приграничной территории между Казахстаном и Российской Федерацией. За последние годы особенно весной все чаще случаются пересечения сайгаков границы двух стран на западе и северо-западе Западно-Казахстанской области в поисках мест отела.

Колебания численности сайгаков от опасного уровня до рекордных за несколько лет поднимают вопрос о возможности устойчивого развития популяции в долгосрочной перспективе. Исследования авторов направлены на поиск ответов на эти вопросы. Позиция авторов совпадает с мнением других исследователей о необходимости регулирования численности сайгаков путем изъятия части популяции. Это мероприятие предпринимается для обеспечения эффективного контроля роста численности сайгаков, которая стремительно увеличивается.

Эта статья также является ценным ресурсом для заинтересованных сторон в области охраны природы, включая защиту сайгаков, и для тех, кто заинтересован в развитии сельского хозяйства в регионе. Работа играет важную роль в глубоком понимании сложных взаимосвязей в экосистеме правобережья реки Урал, подчеркивая необходимость устойчивого управления природными ресурсами для обеспечения сохранения и благополучия сайгаков, важного элемента биоразнообразия этого региона.

Ключевые слова: сайгак, популяция, эпизоотия, миграция, ареал обитания, хищники.

Кіріспе

Киік (*Saiga tatarica* L.) плейстоцендік мамонттық фаунаың реликтілік өкілінің классикалық мысалы болып табылады және ол жоғары бейімделгіштігімен ерекшеленеді. Бұл тез өсе-

тін, көбейгіш көбіне үйірімен жүретін жануар, үлкен қашықтыққа маусымдық миграция жасайды [1,2,3,4].

Киік популяциялары санының көпжылдық динамикасына талдау жасасақ бұл түрдің екі рет “бөтелке мойыны эффектісіне” ұшырағанын кө-

реміз. Біріншісі 1920-1940 жылдары болған. XX ғасырдың 20-жылдары бұл жануардың жүздеген ғана дарасы Бетпақдаланың, Үстірттің және Еділ-Жайық өзендері аралығының ең алыс түкпірлерінде сақталып қалды. Осыған байланысты 1919 жылдың өзінде киіктерді аулауға толықтай тыйым салынды. Ол сирек кездесетін, жойылып бара жатқан түр ретінде қорғауға алынды [5,6,7,8].

Киіктерді сақтап қалу үшін қолға алынған шаралардың арқасында 50- жылдардың аяғына қарай киік қайтадан кәсіптік аңшылық нысанына айналды. Қырық жыл бойы (1958-1998 жж.) бұл тұяқты жануар ең саны көп аңшылық-кәсіптік түр болды. Ол жылдары Қазақстанда 1 миллиондай киік тіршілік етті [9,10,11].

Екінші рет “бөтелке мойны эффектісі” 1993-2003 жылдары киік саны бір миллионнан 21 300 басқа дейін, яғни 97,9 % азайған кезде орын алды. 2004 жылдан бастап киіктердің саны өте жай өсе бастады [12,13,14].

Қазақстанда киікті қорғауға бағытталған шаралардың арқасында киік саны қалпына келіп, бүгінгі таңда оның саны шектен тыс көбейіп отыр. Әсіресе Еділ-Жайық популяциясының саны шектен тыс артып соңғы үш жыл бойы саны жағынан бұрын болмаған рекордтық көрсеткішті жаңартып отыр. 2023 жылғы санақ бойынша Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің саны 1 130 000 бас болса, Қазақстандағы үш популяциядағы киік саны 1 915 000 басты құрады. Бұған бірқатар факторлар әсер етті, олардың бастылары – Қазақстанда киіктерді браконьерліктен тиімді қорғау, соңғы жылдардағы қыстың жұмсақ болуы, көктемгі салқындықтар жиілігінің төмендеуі, негізгі жыртқыштар қасқырдың санының азаюы, үлкен эпизоотиялардың болмауы [15,16].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны болып отырған шөлейтті далалардың тұяқты жануары киік (*Saiga tatarica tatarica* L.) және киіктің Қазақстандағы Еділ-Жайық популяциясы. Зерттеу материалдары авторлардың көпжылдық зерттеулері нәтижелері және далалық экспедициялар барысында жинақталды. Біз киіктердің жағдайын, ресурстарын және миграция жолдарын зерттеумен соңғы оншақты жыл бойы айналысып келеміз, оның соңғы үш жылында Еділ-Жайық популяциясының қазіргі экологиялық жағдайын зерттеумен айналысудамыз. Зерттеу нәтижелері статистикалық мәліметтерді талдау және өзіндік мониторинг жасау мәліметтеріне негізделген.

Зерттеудің теориялық-әдістемелік негізін жалпы ғылыми әдістер: сипаттау, салыстыру, статистикалық, жүйелік талдау, әдістері құрайды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

2018 жылдан бастап популяция санының артуына және қуаңшылықтар мен суаттардың жетіспеуіне байланысты киіктер мен ауыл шаруашылығының арасында бәсекелестік туындай бастады. Осы кезден бастап киіктердің Ресей Федерациясының көршілес аудандарына өтуі де жиіледі. Киіктердің екі елдің шекара аймағынан өтуі және олардың агроландшафттарға тигізетін әсерін зерттеу бағытында біз Орынбор қаласында орналасқан Ресей ғылым академиясының Орал бөлімшесінің дала институты ғалымдарымен, «Бөкейорда» мемлекеттік табиғи резерваты және «Ащыөзек» мемлекеттік табиғи қаумалының қызметкерлерімен бірлескен ғылыми экспедициялар жүргіздік:

1) Батыс Қазақстан облысының солтүстік батысындағы киіктердің жаппай төлдеу аймағына (сәуір, мамыр 2022);

2) Батыс Қазақстан облысының аумағындағы киіктердің жазғы жайлауына (шілде 2022);

3) киіктердің қыстау аймағына (ақпан 2023);

4) Аралсор сорының маңына киіктердің қыстауының аяқталу кезінде (наурыз 2023);

5) киіктердің санағы және төлдеуге дайындығы кезінде (сәуір 2023).

Экспедициялық зерттеулер кезінде Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің таралуына, олардың тіршілігіндегі ең маңызды аймақтарға, ауыл шаруашылығына тигізетін әсеріне эксперттік бағалау жасалды. Экспедициялар Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің биологиясы, географиясы мен экологиясы туралы көптеген мәліметтер алуға және олардың ауыл шаруашылығымен өзара әсерлері негізінде киіктердің бейімделушіліктері бойынша стратегиялық ұсыныстар жасауға мүмкіндік жасады.

Ресейлік әріптестердің мәліметі бойынша 2022 жылдың сәуір айының аяғында Батыс Қазақстан облысынан Ресей Федерациясының Саратов облысы, Питер ауданы, Нива поселкасының маңында 50 мыңдай бас киік төлдейтін қолайлы жер іздеп шекарадан өткендігі тіркелді. Бұл жерлер суаттарға жақын қызғылт топырақты далалар, алайда олардың біраз бөлігі соңғы жылдары егістік үшін жырттылып тасталған. 2022 жылдың 26-27 сәуір күні бұл жерлерде Кеңес Одағы дәуірінен кейінгі кезеңдегі киіктердің ең ірі миграция-

сы байқалды. Шекарашылар, ресейлік фермерлер киіктерді тоқтатып кері айдауға тырысқан, алайда мұндай үлкен нөпірді тоқтату мүмкін емес, оларды шекара бойындағы тікен сымдар да, автострада да тоқтата алмады. Бұл жердегі жаппай төлдеу бірнеше мың гектар алқапта 28 сәуір мен 1 мамыр аралығында өтті, 3-4 мамыр күндері киіктер жас төлдерімен бірге шекарадан қайта өтіп Қазақстан аумағына қайтты.

Айта кету керек киіктер Ресей Федерациясында қызыл кітапқа кірген. Алайда соңғы жылдардағы Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің санының артуы Ресейдегі «Ауыл шаруашылығы бағытындағы жерлерді айналысқа тиімді енгізу және Ресей Федерациясының мелиоративтік кешенін дамыту мемлекеттік бағдарламасымен» (14.05.2021 жылғы № 731 РФ Үкіметінің қаулысымен бекітілген) сәйкес келіп отыр. Бұл бағдарламаға сәйкес осы елдегі далалық аймақтардағы сақталған тың жерлердің соңғы алқаптары өте белсенді түрде жыртылып айналысқа енгізілуде. Ал бұл жағдай саны артып отырған популяция үшін көктемде төлдеу орындарының жетіспеуін тудырады. Осы жағдайда аграрлық және табиғат қорғау басымдықтарының арасында қайшылықтар бар екенін көреміз [17,18,19].

2022 жылдың мамыр айының басында Батыс Қазақстан облысы, Жәнібек ауданы, Жақсыбай ауылының маңына бірнеше ондаған мың бас киік төлдеуге келген. Бұл жерде де жергілікті фермерлер, ауыл халқы киіктерді ауыл маңынан айдап тастауға тырысқан, нәтижесінде киіктерді қорғайтын Охотзоопром мекемесінің инспекторлары мен ауыл халқының арасында мүдделер қақтығысы болды, алайда киіктер үйірі айдауға көнбей жылда төлдеп жүрген аумақтарынан кетпеді. Біз Жақсыбай ауылының батысындағы киіктердің төлдеу орынына 9 мамыр күні келдік, бірақ киіктер екі үш күн бұрын жаппай төлдеп, бұл аумақтан кетіп қалған. Төлдеу орынын қарау барысында бірен саран төлдегелі жүрген аналық киіктерді, шөп жамылғысының тапталғанын, соқпақ жолдардың салынғанын көрдік, аналық киіктердің төлдегеннен кейін шуын тастаған орындарында кеуіп қалған шуларын кездестірдік.

2022 жылдың 9 мамыр күні Казталов ауданы, Қараоба ауылынан оңтүстік батысқа қарай 15 шақырым қашықтықта аумағы бес мың гектардай аланда 80-100 мың бастай киіктің жаппай төлдеу орынына тап болдық. Төлдеу қалыпты жағдайда өтуде, ауа райы қолайлы. Киік лақтары күнге қыздырынып жатыр, көпшілігі адамнан қашпайды, араларында егіздері де бар (сурет

1). Киіктер жайылған алқаптарда жаңадан өсіп келе жатқан бетеге, ақселеу және басқа да астық тұқымдас өсімдіктерді жақсы жегені көрініп тұр. Олар төлдеу орынын тек қоректенетін өсімдіктердің түріне байланысты емес, сондай ақ алаңның тегіс болуына, өсімдік жамылғысының белгілі бір биіктігіне, тұщы су көзінің жақын болуына байланысты таңдайтын болуы керек.

Жалпы 2022 жылы Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің төлдеуі сәтті өтті, жас төлдердің тірі қалып анасына ілесуі қалыпты жағдайда болды.

Төлдеуге жиналған киік үйірлері өздеріне жыртқыштарды тартады. Біз осы маңнан қарсақ, түлкі кездестірдік, аспанда дала қырандары мен аққұйрықты бүркіттердің бірнешеуін санадық. Бұл жыртқыштар киік лақтарымен, төлдеу кезінде туа алмай өлетін киіктердің өлекселерімен, туғаннан соң аналықтардың тастаған шуларымен қоректенеді.

Жазғы экспедиция барысында Еділ-Жайық популяциясы жаздық жайлауда зерттелді. Бұл популяцияның негізгі ядросы Батыс Қазақстан облысындағы Аралсор сорының маңында тіршілік етеді деп саналады. Популяцияның саны ең төмен деңгейде болған 2003-2004 жылдары киіктер далада мүлде кездеспей кеткен кездерде де осы маңда олардың шағын үйірлері сақталған [20,21]. Біздің экспедициямыз кезінде Аралсор көлінің маңында 100 мыңнан астам бас киіктер анықталды. Жазғы жайлауда популяцияның басым бөлігі сорларға келіп құятын тұщы су ағындарымен сорлардың маңын жайлайтыны белгілі болды. Тұщы су тоғандары мен қорек базасының жақындығы, сорларда тұз бен демалуға қауіпсіз тегіс те ашық кеңістіктің болуы киіктер үшін сорлардың маңы ең жақсы жазғы жайлау болып табылады. Алайда популяция санының шектен тыс артуы жайылымның, суаттардың жетіспеушілігін тудырып отыр. Сондықтан киіктер жазғы уақытта мал суаратын тұщы су көздеріне келіп су ішіп, малмен бірге әсіресе жылқылармен бірге жайылуда (сурет 2).

Біз мұндай жағдайды көзімізбен көріп бақыладық. Күн ыстықта киіктер малмен бірге құдық басына келіп мал су ішіп алғанша күтіп тұрады және малдың соңынан қорқыныштарын жеңіп су құйылған астауға келіп су ішеді. Жаңбыр жауған күндері киіктер екі үш күн бойы суат басына жоламайды, себебі шөптің бойында ылғал жеткілікті. Жазғы жайлауда киіктер жайылған алқаптарда фитомассаның желінуі оптимальды, жайылымдар киіктердің соқпақ жолдарымен торланған.



1-сурет – Киік лактары



2-сурет – Жылқылармен бірге жайылып жүрген киіктер

Қысқы экспедиция барысында Еділ-Жайық популяциясының бір бөлігі сорлардың маңында қыстайтыны анықталды (Аралтөбе, Қамыстыкөл, Төркесор, Баяр, Жалпақсор, Батпақсор, Аралсор), осы жерде киіктер күйекке түседі. Сонымен қатар Нарын құмдарын қыстайды [22,23,24].

Біз 2023 жылдың 21 ақпан күні Казталов ауылынан шығып Казталов-Жәнібек тас жолы-

мен жүріп Нұрсай ауылына дейін, одан әрі оңтүстікке қарай жүріп Мырзалы қыстағы арқылы Саралжын ауылына дейін бардық және сонда орналастық. Жолда бірнеше киік үйірлерін кездестірдік. 22, 23 ақпан күндері Аралтөбе, Қамыстыкөл, Жалпақсор, Баяр сорларының маңын араладық. Далада қар жамылғысы қалың емес 3-4 см, киіктер тебіндеп жайылып жүр, қары аршылған жерлердегі шөптер тақырлап желінген.



4-сурет – Даладағы өлген киіктерді жинау

2023 жылдың наурыз айындағы экспедиция кезінде біз Казталов-Жәнібек жолының екі жағындағы шамамен 1500 км² аумақты зерттедік. Экспедицияның мақсаты жануарлардың маусымдық таралуын анықтауға және олардың миграциялық әлеуетін бағалауға мүмкіндік беретін көктемнің бас кезіндегі киіктердің шоғырлануы туралы жаңа мәліметтер алу болып табылады. Киіктердің негізгі массасы Казталов-Жәнібек жолынан солтүстікке қарай, Аралсор сорынан шамамен 70-80 км солтүстіктегі Ащыөзек өзенінің бастауына дейінгі аумақта шоғырланған.

2023 жылдың сәуір айының 18-21 аралығында киіктердің көктемгі санағы және төлдеуге дайындығы кезінде Батыс Қазақстан облысының Казталов, Бөкей Орда, Жәнібек аудандарының аумағына экспедиция жасалды. Аралсордың оңтүстігінде киіктерді кездестіре алмадық, тек сордың солтүстік батысында аталықтардан тұратын шағын киік үйірлері кездесті. Киіктердің негізгі массасы солтүстік батысқа, төлдеу орындарына қарай миграция жасаған. Киіктердің авиасанығын жүргізіп жатқан ҚБСҚ (АСБК) өкілдерімен кездестік. Олар да киіктердің жылдағы төлдеу орындарының маңында шоғырланғандығын растады. 21 сәуір күні Казталов, Қошанкөл, Қараоба, Жақсыбай, Борсы, Тегісшіл, Казталов маршруты бойымен жүріп өттік. Бұл киіктердің төлдеу орындары болып табылады және мың-

даған киіктерден тұратын үйірлерді кездестірдік. Қараоба-Жақсыбай жолының бойында киік үйірлерінің соңында қалып қойған ауру аталық киікті ұшыраттық. Киік адамдардан қашпай бір орында тұрып айнала береді, шамасы қазақтар тентек деп атайтын қойдың (Ценурос *Coenuros*) ауруы болса керек (сурет 5). Бұл кейбір аурулардың малдан киіктерге, киіктерден малға жұғу қаупі бар екенін көрсетеді.

Далада жыртқыш сүтқоректілерге қорек жеткілікті. Қарсақ, түлкі сияқты жануарларды кездестірдік, олардан басқа шибөрі бар, бұлар түнде белсенді тіршілік ететіні белгілі, сондықтан оларды күндіз кездестіру оңай емес. Ал даланың басты жыртқышы қасқырлар әзірге көп емес, Бөкейорда резерваты инспекторларымен және мал өсіруші жергілікті тұрғындармен әңгімелесу барысында олар әзірге қасқырдың көп емес екенін және малға тиіп жатпағанын айтты. Мұның себебі қасқырлардың санының аздығы және далада қоректің жеткіліктігі. Алайда мынандай қоректің молдығы алдағы жылдарда бұл жыртқыштардың санының артуына әкеледі деген болжам бар. 2023 жылдың сәуір айындағы көктемгі экспедиция кезінде Аралсор сорының жағасынан сордың ортасындағы аралға қарай өткен екі қасқырдың (бірі арлан, екіншісі қаншығы) сорға анық түскен жас іздерін көрдік. олардың аралдағы қалың жыныстың арасында жатқаны анық (сурет 6).



5-сурет – Ауруға шалдыққан аталық киік



6-сурет – Сордағы қасқырдың ізі

Жыртқыш құстарға қай маусымда да қорек жеткілікті, әсіресе киіктер төлдеген уақытта, күйектен кейінгі және қар кете бастаған кезде оларға қорек жетіп артылады. Біз күйектен кейін әлсіреп құлаған аталықтарды жан тапсырмай жатып жыртқыш құстардың жеп жатқанын көрдік және тек жылы жұмсақ жерін шоқып келесісіне көшеді. Ал киіктердің төлдеу кезінде аспанда жыртқыш құстар қаптап жүрді, әдебиеттерде

жыртқыш құстардың киік лақтарына шабуыл жасайтыны айтылады, бірақ біз мұндай жағдайды кездестіре алмадық.

Киік үйірлері осы күрлық жыртқыштары мен жыртқыш құстарды өздеріне тартуда. Еділ мен Жайық өзендерінің аралығындағы аумақтардың қазіргі аридизациясы кезеңінде киіктердің санының артуына байланысты аққұйрықты бүркіт (*Haliaeetus albicilla*) өзінің негізгі қорегі

балықтан киіктерге ауысып экологиялық бейімделгіштік қасиетін ашуда. Біз кездестірген киік үйірлерінің барлығының үстінде осы аққұйрықты бүркіттер ұшып жүр. Сонымен қатар дала қыраны (*Aquila nipalensis*), қаракүс (*Aquila heliaca*), тазқара (*Gyps*), батпақ үкісі (*Asio flammeus*), шағала (*Larus*) сияқты жыртқыш құстар көп.

2023 жылдың жазы Батыс Қазақстан облысында қуаңшылықты болды, бұл ауыл шаруашылығымен айналысатын жергілікті халық үшін елеулі мәселелерді тудырды. Фермерлер мен ауыл халқы шөптің шығымы аз болғандықтан мал азығын жеткілікті көлемде дайындауда қиындықтарға тап болды. Мұнымен қатар киіктер санының артуы бұл жануарлар мен ауыл шаруашылығы өндірушілерінің арасында қақтығыстарға алып келді. Соңғы жылдардағы киіктердің санының артуы мен ауыл шаруашылығы арасындағы мүдделер қақтығысы киік санын реттеу қажеттілігін тудырды.

2023 жылы Экология және табиғи ресурстар министрлігі Қазақстанда киіктердің бір бөлігін аулауға рұқсат берді. Жайық популяциясынан 226 мың бас, яғни популяция санының 20 % аулауға ұсыныс берілді. Алайда Кеңестік дәуірден кейінгі киіктерді кәсіптік аулау тоқтағаннан кейін кәсіптік аулау алғаш рет ұйымдастырылып отырғандығына байланысты тәжірибенің аздығы, инфрақұрылымдардың толық дайын болмауынан тек 20 086 бас киік ауланды, яғни популяцияның 1,7 % ал ауланады деп жоспарланған 226 мың бас киіктің 8,8 % ауланды [25].

Жалпы 1960-1990 жылдар аралығында отыз жылдан астам уақыт киіктерді кәсіптік аулап, санын реттеп отырған кезде Қазақстандағы үш популяцияның да саны ұзақ жылдар бойы тұрақты болып келді. Бұл киіктердің санын тұрақты деңгейде ұстап тұру үшін популяцияны реттеп отыру қажет екендігін көрсетеді [26,27,28].

Қорытынды

Біздің зерттеулеріміз саны артып келе жатқан Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің Жайық өзенінің оң жағалауы экожүйесінің қалыптасуындағы маңызының зор екендігін көрсетіп отыр. Киіктер осы аумақтағы ең басты ландшафтқұраушы түрге айналды десек болады. Оны киіктердің ауыл шаруашылығымен өзара байланысынан, жыртқыш жануарлар мен құстарды өздеріне тартуынан көруге болады. Антропогендік тұщы су көздерін пайдалану және малмен бірге жайылу, алыс қашықтыққа миграция жасаудан бас тарту киік популяциясының агроландшафттарға кірігуіне экологиялық және экологиялық бастау деп қарастыруға болады.

Еділ-Жайық популяциясы киіктері мен ауыл шаруашылығының арасында туындап отырған қарама қайшылықтарды шешу үшін мынандай бірқатар шараларды атқаруды ұсынамыз:

1. Мемлекет тарапынан киіктердің ауыл шаруашылығына келтіретін шығындарын анықтайтын арнайы комиссия құру;

2. Киіктерді қорғау бойынша Қазақстан мен Ресей Федерациясы трансшекаралық бірлескен ықпалдастықты дамыту. Бұл бағытта 3.03.2023 ж. «Ащыөзек табиғи қаумалы мен Бөкейорда табиғи резерваты» аумағында РПА Орал бөлімшесінің дала институты мен М.Өтемісов атындағы БҚУ арасында Халықаралық «Аралсор» ғылыми зерттеу стационары құрылды;

3. Еділ-Жайық популяциясы санының жоғары жағдайында популяцияны тиімді басқару бағдарламасын оның ішінде популяцияның бір бөлігін тиімді түрде аулауды іске асыру.

Бұл шаралар биоалуантүрлілікті сақтау мен ауыл шаруашылығы өндірушілерінің мүдделерін қорғау арасындағы тепе-теңдікті сақтауға жағдай жасайды деп санаймыз.

Әдебиеттер

1. Майқанов Н.С., Максотов Е.Р., Берденов М.Ж., Габбасов А.А., Жолдасбаева Т.К. Факторы, лимитирующие численность степной антилопы (*Saiga Tatarica*) Волго-Уральской популяции / Степи Северной Евразии: материалы IX международного симпозиума, 2021 – С. 517-520.
2. Нурушев М.Ж., Байтанаев О.А. Проблемы и методы спасения сайгака (*Saiga Tatarica*) в Казахстане / Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН (электронный журнал) – 2018, № 1 – С. 52-73.
3. M.Z. Nurushev, O.A. Baytanayev, How to save the Saiga in Kazakhstan? *Bul. Oren. St. Univer.* 12, 64-67 (2017).
4. Karimova T.Yu., Lushchekina A.A., Neronov V.M. Saiga Populations of Russia and Kazakhstan: Current Status and Retrospective Analysis of Some Biological Parameters // *Arid Ecosystems*, April 2021 – P. 164-172.
5. Нурушев М.Ж., Байтанаев О.А., Серикбаева А.Т., Нуртазин Д.М., Хабиболла А.Н. Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия фауны копытных млекопитающих степей Казахстана / Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН (электронный журнал), 2018, № 2 – С. 17-31.

6. Kamp Johannes, Koshkin, Maxim A., Bragina Tatyana M., Katzner Todd E., Milner-Gulland E.J., Schreiber Dagmar, Sheldon Robert, Shmalenko Alyona, Smelansky Ilya, Terraube Julien, Urazaliev Ruslan Persistent and novel threats to the biodiversity of Kazakhstan's steppes and semi-deserts / *Biodiversity and Conservation*, November 2016 – P. 2521-2541.
7. Салихов Т.К. Современное состояние Уральской популяции сайгаков на территории проектируемого государственного природного резервата “Бокейорда” Западно-Казахстанской области / *Гидрометеорология и экология*, 2016, № 4 – С. 147-156.
8. Каримова Т.Ю., Лушчеккина А.А., Неронов В.М., Пюрвеннова Н.Ю., Арылов Ю.Н. Биологические особенности популяции сайгака северо-западного прикаспия в периоды разной численности / *Аридные экосистемы*, 2020 том 26, № 4 (85) – С. 51-58.
9. T. Y. Karimova, A. A. Lushchekina, V. M. Neronov, Saiga populations of Russia and Kazakhstan: Current status and retrospective analysis of some biological parameters. *Ar. Eco.* 11(2), 2021 – P. 164-172.
10. Габбасов А.А., Майканов Н.С., Рамазанова С.И. и др. Инфекционные болезни – биотический фактор, влияющий на состояние численности популяции сайги Волго-Уральского междуречья / *Опасные инфекции: новые вызовы – взгляд в будущее 70-лет КНИЦКИ: Материалы междунауч. конф. Алматы: Қазақ Университеті*, 2019 – С. 92-95.
11. Sapanov M.K. The Influence of Natural and Climatic Factors on the Number of Saiga (*Saiga tatarica* Pall.) (Bovidae, Artiodactyla) between the Volga and Ural Rivers / *Biology Bulletin*, Desember 2017 – P. 1302-1307.
12. Ubushaev B.S., Natyrov A.K., Arylov Yu.N., Moroz N.N., Slizskaya S.A., Khakhlinov A.I. Ecological potential of pasture ecosystems of desolate steppes in the conservation of the saiga population of the NorthWestern Caspian Sea / *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, February 2022, 6th International Scientific Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development, AGRITECH-VI 2021Krasnoyarsk, 18 November 2021.
13. N.J. Singh, Yu.A. Grachev, A.B. Bekenov, E.J. Milner-Gulland, Saiga antelope calving site selection is increasingly driven by human disturbance. *Bio. Con.* 143 (7), 2010 – P. 1770-1779.
14. D.Sh. Akimzhanova, A. Zh. Iskakova, Zh. Karagoishin, M.T. Akoyevd, T.N. Dauletaliyev, O.A. Baitanayeva, Saiga (*Saiga tatarica*) conservation strategy in Kazakhstan. *Braz. J. of Bio.* 83, 2023 – P. 1-10.
15. Абсатиров Г.Г., Монтаева А.С., Монтаева Н.С. Антропо и техногенные факторы влияющие на популяцию сайгаков в Казахстане на примере Западно-Казахстанской и Кызылординской областей / “Достижения и проблемы современной науки” научный журнал “GLOBUS” мультидисциплинарный сборник научных публикаций, 03 февраля 2016 – С 25-28.;
16. Munib Khanyari, E.J. Milner-Gulland, Rodrigo Oyanedel, Hannah Rose Vineer, Navinder J. Singh, Sarah Robinson, Albert Salemgareyev, Eric R. Morgan Investigating parasite dynamics of migratory ungulates for sustaining healthy populations: Application to critically endangered saiga antelopes *Saiga tatarica* / *Biological Conservation*, 266,109465, February 2022.
17. Sasan Fereidouni, Graham L. Freimanis, Mukhit Orunbayev, Paolo Ribeca, John Flannery, Donald P. King, Steffen Zuther, Martin Beer, Dirk Höper, Aidyn Kydyrmanov, Kobey Karamendin, Richard Kock Mass die-off of saiga antelopes, Kazakhstan, 2015 / *Emerging Infectious Diseases*, June 2019 – P. 1169-1176.
18. Kock Richard A., Orynbayev M., Robinson Sarah, Zuther Steffen, Singh Navinder J., Beauvais Wendy, Morgan Eric R., Kerimbayev Aslan, Khomenko Sergei, Martineau Henny M., Rystaeva Rashida, Omarova Zamira Saigas on the brink: Multidisciplinary analysis of the factors influencing mass mortality events / *Science Advances*, 4(1),eaa02314, January 2018.
19. Таубаев У.Б., Киркимбаева Ж.С., Абсатиров Г.Г., Мурзабаев К.Е., Ищанова А.С. Изучение пастереллоносительства у сайгаков в Западно-Казахстанской области / *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*, 2016 – С. 151-154.
20. Abaturov B.D., Gorbunov S.S., Koshkina A.I. Features of fodder vegetation as a possible cause of saiga die-offs on steppe pastures / *Arid Ecosystems*, October 2021 – P. 399-405.
21. Abaturov B.D., Dzapova R.R. Forage availability to saigas (*Saiga tatarica*) and their state on steppe pastures with a different ratio of graminoid plants and forbs / *Izvestiya Akademii Nauk SSSR – Seria Biologicheskaya*, March 2015 – P. 207-214.
22. Dzhapova V.V., Bembeeva O.G., Ayusheva E.Ch., Dzhapova R.R. Summer diet of domestic sheep and saiga in the Caspian lowland pastures / *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, September 2021.
23. O.V. Sibiryakova, I.A. Volodin, R. Frey, S. Zuther, T.B. Kisebaev, A.R. Salemgareev, E.V. Volodina, Remarkable vocal identity in wild-living mother and neonate saiga antelopes: a specialization for breeding in huge aggregations?. *Sci. Nat.* 104(3-4), 2017 – P. 1-11.
24. Munib Khanvari, Sarah Robinson, Eric R., Morgan Albert, Salemgareyev E., Milner Gulland Identifying relationships between multi-scale social–ecological factors to explore ungulate health in a Western Kazakhstan rangeland / *People and Nature*, April 2022 – P. 382-399.
25. https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/otstrel...
26. A. Kühl, A. Mysterud, Yu.A. Grachev, A.B. Bekenov, B.S. Ubushaev, A.A. Lushchekina, E.J. Milner-Gulland, Monitoring population productivity in the saiga antelope. *An. Con.* 12(4), 2009 – P. 355-363.
27. M. Nurushev, A. Nurusheva, A. Baibagyssov, The role of climate change in the dynamics of the Kazakhstan population of saiga (*Saiga Tatarica* L.). *G. J. of Ec.* 5(1), 2020 – P. 146-153.
28. Миноранский В.А., Даньков В.И. Сайгак (*Saiga Tatarica* L.) – исчезающий в России вид / *Юг России: Экология, Развитие*, 2016 том 11, № 1. – С. 88-103

References

1. Maikanov N.S., Maksotov Y.R., Berdenov M.Zh., Gabbasov A.A., Zholdasbayeva T.K. (2021). Faktory, limitiruyushie chislennoy stepnoi antilopy (Saiga Tatarica) Volgo-Uralskoi populyatsii [Factors limiting the population of the steppe antelope (Saiga Tatarica) of the Volga-Ural population]. *Stepi Severnoi Evrazii: materialy IX mezhdunarodnogo simpoziuma*, 517-520 [in Russian].
2. Nurushev M.Zh., Baytanayev O.A. (2018) Problemy i metody spaseniya saigaka (Saiga Tatarica) v Kazakhstane [Problems and methods of saving the saiga (Saiga Tatarica) in Kazakhstan]. *Bulleten Orenburgskogo nauchnogo centra UrO RAN (elektronnyy zhurnal)*, 1, 52-73[in Russian].
3. M.Z. Nurushev, O.A. Baytanayev, How to save the Saiga in Kazakhstan? *Bul. Oren. St. Univer.* 12, 64-67 (2017).
4. Karimova T.Yu., Lushchekina A.A., Neronov V.M. (2021). Saiga Populations of Russia and Kazakhstan: Current Status and Retrospective Analysis of Some Biological Parameters. *Arid Ecosystems*, 164-172.
5. Nurushev M.Zh., Baytanayev O.A., Serikbaeyeva A.T., Nurtazin D.M., Habibolla A.N. (2018). Aktualnye problemy sohraneniya bioraznoobraziya fauny kopytnykh mlekopitayushih stepei Kazakhstana [Actual problems of biodiversity conservation of the fauna of ungulate mammals of the steppes of Kazakhstan]. *Bulleten Orenburgskogo nauchnogo centra Uro RAN (elektronnyy zhurnal)*, 2, 17-31.
6. Kamp Johannes, Koshkin, Maxim A., Bragina Tatyana M., Katzner Todd E., Milner-Gulland E.J., Schreiber Dagmar, Sheldon Robert, Shmalenko Alyona, Smelansky Ilya, Terraube Julien, Urazaliev Ruslan. (2016). Persistent and novel threats to the biodiversity of Kazakhstan's steppes and semi-deserts. *Biodiversity and Conservation*, 2521-2541.
7. Salihov T.K. (2016). Sovremennoe sostoyanie Uralskoi populyatsii saigakov na territorii proektiruemogo gosudarstvennogo prirodnogo rezervata "Bokeiorda" Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti [Current status of the ural saigan population in the territory of the projected state natural reserve "Bokeyorda" of the West Kazakhstan region]. *Gidrometeorologia i ekologiya*, 4, 147-156 [in Russian].
8. Karimova T.Yu., Lushchekina A.A., Neronov V.M., Pyurvenova N.Yu., Arylov Yu.N. (2020). Biologicheskie osobennosti populyatsii saigaka severo-zapadnogo ptikaspiya v periody raznoi chislennosti [Biological features of the population of the Northwestern Pticaspian saiga in periods of different numbers]. *Aridnye ekosistemy*, 4, 51-58 [in Russian].
9. T. Y. Karimova, A. A. Lushchekina, V. M. Neronov, Saiga populations of Russia and Kazakhstan: Current status and retrospective analysis of some biological parameters. *Ar. Eco.* 11(2), 2021 – P. 164-172.
10. Gabbasov A.A., Maikanov N.S., Ramazanova S.I. (2019). Infektsionnye bolezni – bioticheskiy faktor, vliyayushii na sostoyanie chislennosti populyatsii saigi Volgo-Uralskogo mezhdurechya [Infectious diseases as a biotic factor influencing the state of the saiga population in the Volga-Ural interfluvium]. *Opasnye infektsii: novye vyzovy – vzglyad v budushee 70-let KNCZI: Materialy Mezhdun. nauch. konf.*, 92-95 [in Russian].
11. Sapanov M.K. (2017). The Influence of Natural and Climatic Factors on the Number of Saiga (Saiga tatarica Pall.) (Bovidae, Artiodactyla) between the Volga and Ural Rivers. *Biology Bulletin*, 1302-1307.
12. Ubushaev B.S., Natyrov A.K., Arylov Yu.N., Moroz N.N., Slizkaya S.A., Khakhlinov A.I. (2021). Ecological potential of pasture ecosystems of desolate steppes in the conservation of the saiga population of the NorthWestern Caspian Sea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, February 2022, 6th International Scientific Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development*.
13. N.J. Singh, Yu.A. Grachev, A.B. Bekenov, E.J. Milner-Gulland, Saiga antelope calving site selection is increasingly driven by human disturbance. *Bio. Con.* 143 (7), 2010 – P. 1770-1779.
14. D.Sh. Akimzhanova, A. Zh. Iskakova, Zh. Karagoishin, M.T. Akoyevd, T.N. Dauletaliyev, O.A. Baitanayeva, Saiga (Saiga tatarica) conservation strategy in Kazakhstan. *Braz. J. of Bio.* 83, 2023 – P. 1-10.
15. Absatirov G.G., Montayeva A.S., Montayeva N.S. (2016). Antropo i tekhnogennyye faktory vliyayushchiye na populyatsiyu saygakov v Kazakhstane na primere Zapadno-Kazakhstanskoy i Kyzylordinskoy oblastey [Anthropological and technogenic factors affecting the saiga population in Kazakhstan on the example of West Kazakhstan and Kyzylorda regions]. *"Dostizheniya i problemy sovremennoy nauki" nauchnyy zhurnal "GLOBUS" mul'tidistsiplinarnyy sbornik nauchnykh publikatsiy*, 25-28 [in Russian].
16. Munib Khanyari, E.J. Milner-Gulland, Rodrigo Oyanedel, Hannah Rose Vineer, Navinder J. Singh, Sarah Robinson, Albert Salemgareyev, Eric R. Morgan. (2022). Investigating parasite dynamics of migratory ungulates for sustaining healthy populations: Application to critically endangered saiga antelopes Saiga tatarica. *Biological Conservation*.
17. Sasan Fereidouni, Graham L. Freimanis, Mukhit Orunbayev, Paolo Ribeca, John Flannery, Donald P. King, Steffen Zuther, Martin Beer, Dirk Höper, Aidyn Kydyrmanov, Kobey Karamendin, Richard Kock. (2019). Mass die-off of saiga antelopes, Kazakhstan, 2015. *Emerging Infectious Diseases*, 1169-1176.
18. Kock Richard A., Orynbayev M., Robinson Sarah, Zuther Steffen, Singh Navinder J., Beauvais Wendy, Morgan Eric R., Kerimbayev Aslan, Khomenko Sergei, Martineau Henny M., Rystaeva Rashida, Omarova Zamira. (2018). Saigas on the brink: Multidisciplinary analysis of the factors influencing mass mortality events. *Science Advances*, 4.
19. Taubayev U.B., Kirimbayeva ZH.S., Absatirov G.G., Murzabayev K.Ye., Ishchanova A.S. (2016). Izucheniye pasterellonositel'stva u saygakov v Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti [Study of pasteurellosis bearing in saigas in the West Kazakhstan region]. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Bauman*, 151-154 [in Russian].
20. Abaturov B.D., Gorbunov S.S., Koshkina A.I. (2021). Features of fodder vegetation as a possible cause of saiga die-offs on steppe pastures. *Arid Ecosystems*, 399-405.
21. Abaturov B.D., Dzapova R.R. (2015). Forage availability to saigas (Saiga tatarica) and their state on steppe pastures with a different ratio of graminoid plants and forbs. *Izvestiya Akademii Nauk SSSR – Seriya Biologicheskaya*, 207-214.

22. Dzhapova V.V., Bembeeva O.G., Ayusheva E.Ch., Dzhapova R.R. (2021). Summer diet of domestic sheep and saiga in the Caspian lowland pastures. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
23. O.V. Sibiriyakova, I.A. Volodin, R. Frey, S. Zuther, T.B. Kisebaev, A.R. Salemgareev, E.V. Volodina, Remarkable vocal identity in wild-living mother and neonate saiga antelopes: a specialization for breeding in huge aggregations?. *Sci. Nat.* 104(3-4), 2017 – P. 1-11.
24. Munib Khanvari, Sarah Robinson, Eric R., Morgan Albert, Salemgareev E., Milner Gulland. (2022). Identifying relationships between multi-scale social–ecological factors to explore ungulate health in a Western Kazakhstan rangeland. *People and Nature*, 382-399.
25. https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/otstrel...
26. A. Kühl, A. Mysterud, Yu.A. Grachev, A.B. Bekenov, B.S. Ubushaev, A.A. Lushchekina, E.J. Milner-Gulland, Monitoring population productivity in the saiga antelope. *An. Con.* 12(4), 2009 – P. 355-363.
27. M. Nurushev, A. Nurusheva, A. Baibagysoy, The role of climate change in the dynamics of the Kazakhstan population of saiga (*Saiga Tatarica* L.). *G. J. of Ec.* 5(1), 2020 – P. 146-153.
28. Minoranskiy V.A., Dan'kov V.I. (2016). Saygak (*Saiga Tatarica* L.) – ischezayushchiy v Rossii vid [Saiga antelope (*Saiga Tatarica* L.) is an endangered species in Russia]. *Yug Rossii: Ekologiya, Razvitiye*, 1, 88-103 [in Russian].

Авторлар туралы мәлімет:

Бегілов Талгат Заурович – әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, 8D05101- Биология мамандығының докторанты, Алматы, Қазақстан, e-mail: talgat.begilov@mail.ru;

Бижанова Назерке Әлімқызы – PhD, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі, Ғылым комитеті, Зоология институты, териология лабораториясының ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан, e-mail: nazerke.bizhanova@gmail.com;

Есжанов Бирлікбай – биология ғылымдарының кандидаты, әл Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің қауымдастырылған профессоры, Алматы, Қазақстан, e-mail: b-eszhanov@mail.ru;

Сарсенова Бибиғұл Балгабаевна – биология ғылымдарының кандидаты, Махамбет Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан Университетінің қауымдастырылған профессоры, Орал, Қазақстан, e-mail: sarsenovab@mail.ru

Information about authors:

Begilov Talgat Zaurovich – doctoral student of the 2nd year of the al-Farabi Kazakh National University, specialty 8D05101-Biology, Almaty, Kazakhstan, e-mail: talgat.begilov@mail.ru;

Bizhanova Nazerke – PhD, Researcher at the Laboratory of Theriology of the “Institute of Zoology” of the Committee of Sciences of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, e-mail: nazerke.bizhanova@gmail.com;

Eszhanov Birlikbay – candidate of Biological sciences, associate professor of the al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: b-eszhanov@mail.ru;

Sarsenova Bibigul Balgabayevna – candidate of Biological sciences, associate professor of the Makhambet Utemisov West Kazakhstan University, Uralsk, Kazakhstan, e-mail: sarsenovab@mail.ru.

Келін түсті: 15 сәуір ақпан 2024 жыл
Қабылданды: 25 қыркүйек 2024 жыл

Г.А. Искакова^{1*}, Г.А. Жармухамедова^{1,3}, Ж.К. Джуманова^{1,3},
 Д.А. Найзабаева^{1,2}, Ж.А. Бердыгулова^{1,2}, С.С. Солтанбеков⁴,
 Г.А. Исмагулова¹, Ю.А. Скиба^{1,2,3}, Э.Р. Мальцева^{1,2,3}

¹М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Алматы қ., Қазақстан

²«Үлттық биотехнология орталығы» ЖШС Алматы қаласындағы филиалы, Алматы қ., Қазақстан

³«Тетис» ғылыми қоғамы, Алматы қ., Қазақстан

⁴Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: g.iskakova83@gmail.com

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖАБАЙЫ АЛМА ОРМАНДАРЫНДА БАКТЕРИЯЛЫҚ КҮЙІКТІҢ ТАРАЛУЫН БАҒАЛАУ

Erwinia amylovora – жеміс ағаштарында бактериялық күйдіргіні тудыратын ерекше қауіпті қоздырғыш. Бұл қоздырғыш Қазақстан аумағында тарала бастағандықтан мәдени және *Malus sieversii* жабайы алма ормандарына айтарлықтай қауіп төндіреді. Бүгінде бактериялық күйдіктің таралып кеткен түрлеріне тиімді ем болмағандықтан, тек ерте диагностикалау арқылы ғана оның алдын алуға болады. Көп зерттеулер негізінен мәдени алма бақтарында бактериялық күйдікті анықтауға бағытталғанымен, жабайы алма популяциясын бақылауға аз көңіл бөлінеді. Сол үшін жабайы алма ағаштарында бактериялық күйдіктің таралуын анықтау үшін Қазақстанның төрт қорғалатын аумақтарында кешенді төрт жылдық мониторинг режимі жүргізілді. Бірнеше жыл бойы жүргізілген тексерулер нәтижесінде *Malus sieversii* үлгілерінде бактериялық күйдіктің айқын белгілерінің жоқтығын анықтады. Бұл бақылаулар бүйірлік ағындағы иммунохроматография, сондай-ақ симптомсыз үлгілерде жүргізілген стандартты және нақты уақыттағы полимеразды тізбекті реакцияның талдауы арқылы одан әрі расталды. Бұл зерттеудің нәтижелері Қазақстанның жабайы алма ормандарындағы бактериялық күйдіктің қазіргі жағдайы туралы баға жетпес ақпарат бере отырып, табиғатты қорғау үшін үлкен маңызға ие. Демек, бұл деректер мемлекеттік органдарға осы экологиялық маңызды экожүйелерде бактериялық күйдіктің таралуын шектеуге бағытталған алдын ала шаралар қабылдауға шақыратын ғылыми негізделген ұсыныстарды тұжырымдауға негіз болады.

Түйін сөздер: *Malus sieversii*, *Erwinia amylovora*, жабайы алма ормандары, бактериялық күйдік, табиғатты қорғау, ерекше қорғалатын табиғи аумақтар.

G.A. Iskakova^{1*}, G.A. Zharmukhamedova^{1,3}, Z.K. Jumanova^{1,3},
 D.A. Naizabayeva^{1,2}, Z.A. Berdygulova^{1,2}, S.S. Soltanbekov⁴,
 G.A. Ismagulova¹, Y.A. Skiba^{1,2}, E.R. Maltseva^{1,2}

¹ MA. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan

² Almaty Branch of the National Center for Biotechnology, Almaty, Kazakhstan

³ Tethys Scientific Society, Almaty, Kazakhstan

⁴ Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: g.iskakova83@gmail.com

Assessment of the spread of fire blight in wild apple forests of Kazakhstan

Erwinia amylovora is a dangerous pathogen that causes fire blight in fruit trees. As this pathogen has started to spread in the territory of Kazakhstan, it poses a significant threat to cultivated and wild apple (*Malus sieversii*) forests. Currently there is no effective treatment for widespread types of fire blight, it can be prevented only by early diagnosis. Although much research has focused on the detection of fire blight in cultivated apple orchards, little attention has been paid to controlling wild apple populations. Therefore, a comprehensive four-year monitoring study was conducted in four protected areas of Kazakhstan to determine the spread of fire blight on wild apple trees. During several years of inspections, *Malus sieversii* trees showed no obvious signs of fire blight. These observations were further confirmed by lateral flow immunochromatography as well as by conventional and real-time polymerase chain reaction analysis performed on asymptomatic samples. The results of this study are of great importance for nature protection, providing invaluable information about the current state of fire blight in wild apple forests of Kazakhstan. Therefore, these data provide a basis for formulating science-based recommenda-

tions to government agencies to take proactive measures aimed at limiting the spread of fire blight in these ecologically important ecosystems.

Key words: *Malus sieversii*, *Erwinia amylovora*, wild apple forests, fire blight, nature conservation, specially protected natural areas.

Г.А. Исакова^{1*}, Г.А. Жармухамедова^{1,3}, Ж.К. Джуманова^{1,3},
Д.А.Найзабаева^{1,2}, Ж.А. Бердыгулова^{1,2}, С.С. Солтанбеков⁴,
Г.А.Исмагулова¹, Ю.А. Скиба^{1,2}, Э.Р. Мальцева^{1,2}.

¹Институт молекулярной биологии и биохимии М.А. Айтхожина, г. Алматы, Казахстан

²Филиал ТОО «Национальный центр биотехнологии» в г. Алматы, г. Алматы, Казахстан

³ Научное общество «Тетис», г. Алматы, Казахстан

⁴Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощного хозяйства, г. Алматы, Казахстан

*e-mail: g.iskakova83@gmail.com

Оценка распространения бактериального ожога в диких яблоневых лесах Казахстана

Erwinia amylovora – особо опасный возбудитель, вызывающий бактериальный ожог плодовых деревьев. Поскольку этот возбудитель начал распространяться на территории Казахстана, он представляет значительную угрозу культурным яблоням и диким яблоневым лесам *Malus sieversii*. Поскольку в настоящее время не существует эффективного лечения, болезнь можно предотвратить только путем ранней диагностики. Хотя многие исследования были сосредоточены на выявлении бактериального ожога в культурных яблоневых садах, мало внимания уделялось контролю популяций диких яблонь. Поэтому в четырех особо охраняемых природных территориях Казахстана был проведен комплексный четырехлетний мониторинг с целью выявления распространения бактериального ожога на диких яблонях. После нескольких лет проверок образцы *Malus sieversii* не выявили явных признаков поражения бактериальным ожогом. Эти наблюдения были дополнительно подтверждены с помощью иммунохроматографии, а также с помощью полимеразной цепной реакции и полимеразной цепной реакции в реальном времени, выполненного на бессимптомных образцах. Результаты данного исследования имеют большое природоохранное значение, предоставляя неочевидную информацию о современном состоянии бактериального ожога в диких яблоневых лесах Казахстана. Таким образом, эти данные дают основу для формулирования научно обоснованных рекомендаций государственным органам по принятию превентивных мер, направленных на ограничение распространения бактериального ожога в этих экологически важных экосистемах.

Ключевые слова: *Malus sieversii*, *Erwinia amylovora*, дикие яблоневые леса, бактериальный ожог, охрана природы, особо охраняемые природные территории.

Кіріспе

Қазақстанның алма ормандары – еліміздің экологиялық және экономикалық жүйесінде маңызды орын алады. Жабайы алма, әсіресе, түрлерінің байлығымен танымал және қолға үйретілген мәдени алма ағашы осы ағаштардан шыққандығы анықталды [1, 2, 3].

Қазақстанның табиғи экосистемаларының бірі – *Malus sieversii* жабайы алма ормандары. Бұл ормандар тек экологиялық жүйелерді сақтаумен ғана емес, сонымен қатар ауыл шаруашылығында маңызы бар жеміс ағаштарының генетикалық қорын сақтаумен де ерекшеленеді. Алайда, жабайы алма ағаштары бактериалық күйік ауруына (*Erwinia amylovora*) шалдығу қаупіне ұшырайды, бұл олардың өміршеңдігіне және экологиялық балансына жағымсыз әсер етеді [4].

Бактериалық күйік – бұл *Erwinia amylovora* (Burrill) бактериясының әсерінен Rosaceae тұқымдасының өсімдіктеріне қауіп төндіретін

ауру. Ол алма, алмұрт, және басқа да жеміс ағаштарына зиян келтіреді. Бұл аурудың ең алғаш шыққан жері Солтүстік Америкадан таралып Жаңа Зеландияға, Еуропаға, Африка, Таяу Шығыс, Ресей, Орталық Азия, Кавказ және Оңтүстік Корея, тағы да басқа 40-тан астам елге қиындық тудыруда [5, 6, 7, 8]. Ал Қазақстанда бұл ауру жабайы алма ағаштары мен бақшадағы ағаштарға 2010 жылдан бастап елеулі зиян келтіріп келеді [9, 10, 11].

Бактериалық күйіктің алғашқы белгілері жапырақтарда, гүлдерде, өркендерде, бұтақтарда және жемістерде білінеді. Жапырақтың ұшы қарайып күйіп кеткендей көрінеді. Гүлдері де қарайып, нәтижесінде жеміс түзіле бермейді. Қурап бұйраланған жапырақтар ағаштан түспейді. Патогенмен зақымдалған жерлерде жас өскіндер мен бұтақтардың қабығы сұйықтықтың көп түсуіне байланысты ісініп, ол қабық бойымен қызыл иісті экссудат түрінде аға бастайды [6].

Бактериялық күйіктің таралуына көптеген факторлар әсер етеді: климаттық факторлар – жоғары ылғалдылық, жаңбыр, температураның күрт өзгеруі бактериялардың белсенділігін арттырады; экологиялық өзгерістер – ормандардың деградациясы экожүйелердің тұрақсыздығына әкеледі; адамның әрекеті – аурудың таралуы да құралдардың дезинфекцияланбауына, дұрыс агрономиялық әдістердің қолданылмауына байланысты өседі. Мәселен, аурумен зақымданған бұтақтарды кесу немесе жою, дезинфекцияланбаған құралдармен жұмыс жасау инфекцияның таралуын күшейтеді [12].

Жабайы алма ағаштары Қазақстан Республикасының ерекше қорғалатын табиғи аймақтарында (ЕҚТА) орналасқандықтан бактериялық күйікті дер кезінде анықтау өте маңызды. Тағыда бір мәселе – қорықшылар бұл ауру туралы хабардар болмағандықтан және оның белгілерін тани алмағандықтан олар бактериялық күйік белгілерін байқай алмайды. Өйткені, жабайы алманың таралу аймақтары кең және олардың кейбіреулері іс жүзінде тексерілмейді. Сондықтан ағаштардың гүлдеу кезеңінен бастап, жеміс беру кезеңіне дейінгі аралықта үздіксіз ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізу керек. Профилактикалық шараларды күшейтіп, қорықшылар мен фермерлер арасында ақпараттық науқандар ұйымдастыру қажет. Бактериялық күйіктің коздырғышы жаңбыр, жел және жәндіктер арқылы таралуға бейім болғандықтан мәдени алма баубақшаларын да бұл ауруға үздіксіз тексеріп тұру қажет. Көшеттік және екпелік материалдарды қатаң бақылауда ұстап, бактериялық күйіктің ошағы табылған елдерден көшеттерді енгізбеу және сау көшеттерді пайдалану арқылы бұл аурудың Қазақстанда таралуын тежеуге болады.

Сондықтан бұл зерттеудің мақсаты Қазақстанның жабайы алма ормандарында *E. amylovora* коздырғышының бар-жоғын анықтау болып табылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде Қазақстан Республикасының ЕҚТА аумағында орналасқан Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық паркі, Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық паркі, Тарбағатай мемлекеттік ұлттық паркі және Ақсу-Жабағылы табиғи қорығында өсетін жабайы *M. sieversii* ағаштары алынды.

Жабайы алма орманының төрт бұрышынан екі диагональ бойынша жеке ағаштарда бактериялық күйікке сезімталдығын анықтау үшін фитопатологиялық бағалаулар жүргізілді. Ағаштардың тәждері, діндері, бұтақтары мен гүлдері

бактериялық күйікке сәйкес келетін белгілерге мұқият қаралды. Әрбір алма орманында олардың өсу аймағына байланысты кем дегенде 10-20 ағаш зерттелді. Аурудың таралуы және оның даму дәрежесі төменде көрсетілген арнайы формула бойынша анықталды.

Сезімталдық 6 балдық шкала бойынша өлшенді, оны біз бактериялық күйіктің ерекшеліктерін ескере отырып модификацияладық: 0 – сау ағаш; 0,1 – аурудың өрең байқалатын белгілері; 1 – аурудың көрінуінің бастапқы кезеңі (жекелеген гүлдердің қурап, қараюы, өркендер мен жапырақтардың бұралуы мен қызаруы); 2 – гүлдердің, өркендердің және жапырақтардың 10%-дан астамы зардап шегуі; 3 – бұтақтардың, діндердің, жемістердің қабығының зақымдануы (зардап шеккен жерлерде бактериялық экссудат бөлінеді); 4 – тәждің 75%-дан астамы күйіп кетуі, ағаштар өрттен кейінгі қалыпта болады; 5 – ағаш аурудан өлді.

Аурудың таралу пайызы (кездесу жиілігі) келесі теңдеумен есептелді:

$$P = \frac{H+100}{N} \quad (1)$$

мұндағы P (%) – аурудың таралуы немесе жиілігі, H – жұқтырылған ағаштардың саны, N – зерттелген ағаштардың саны.

Аурудың даму дәрежесі келесі теңдеу бойынша есептелді:

$$R = \frac{\sum(a+b) \cdot 100}{NK} \quad (2)$$

мұндағы R (%) – аурудың даму дәрежесі, \sum – a мен b көбейтіндісі, a – ауру бойынша зақымдануы бар ағаштар саны, b – берілген симптомға сәйкес зақымдану көрсеткіші, N – ағаштардың жалпы саны, K – зақымдану шкаласы бойынша ең жоғары балл.

Алма ағаштардан үлгілер (гүлдер, өркендер, жемістер және сабақ сегменттері) алынып, Anonymus (2022) әдісіне сәйкес өңделді. Барлық симптомсыз үлгілерден егу және серологиялық/молекулалық сынақтар алдында Кинг сұйық ортасында байытылды. Байытылған дақылдар сол халықаралық нұсқауларға сәйкес [13] Кингтің қатты ортасына және Леван ортасына егілді. Серологиялық зерттеулер өндірушінің нұсқауларына сәйкес Ea AgriStrip (Bioreba, Швейцария) көмегімен жүргізілді. Нуклеин қышқылдары өндірушінің нұсқауларына сәйкес EasyPure Bacteria Genomic DNA Kit (TransGen Biotech, Қытай) көмегімен бөлінді. Молекулалық зерттеулер стандартты полимеразды тізбекті реак-

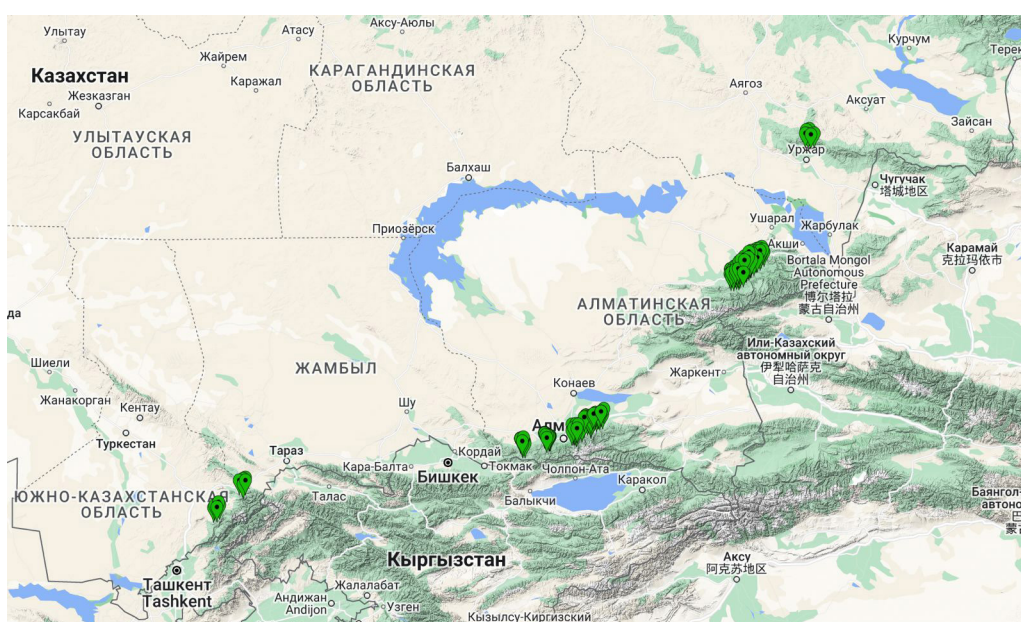
циясы (ПТР) үшін Stöger et al. [13] хаттамалары бойынша және нақты уақыттағы ПТР үшін Pirс et al. әдісі бойынша [14] және ұсынған хаттамаға [15, 16] сәйкес жасалды және QuantStudio 5 (Applied Biosystems, АҚШ), Bio-Rad (Bio-Rad, АҚШ) және Eppendorf Mastercycler X50s (Eppendorf, Германия) термоциклерлерінде жүргізілді. Дәстүрлі ПТР өнімдері трис-ацетат буферіндегі 1% агарозды геледе талданды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Алма ормандары, ағашқұрамдар және жеке-леген ағаштар 2019, 2020, 2021 және 2022 жыл-

дары Қазақстанда олардың таралу ауқымының негізгі төрт кластерінде: Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық паркінде, Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық паркінде, Тарбағатай мемлекеттік ұлттық паркінде және Ақсу-Жабағылы табиғи қорығында визуалды байқау жолымен зерттелді. Үлгілерді іріктеу орындарының орналасуы картада көрсетілген (1-сурет).

Визуалды түрде тексергенде жабайы алма ағаштарында бактериялық күйік белгілері табылмады (2-сурет). Яғни жеміс ағаштарында гүл шоғырының солып қалуы және өлуі, жапырақтары мен сабақтарының кебуі мен бұйралануы байқалмады.



1-сурет – 2019-2022 жж. фитопатологиялық зерттеу және үлгілерді жинау учаскелерінің географиялық орналасуы



2-сурет – Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық паркіндегі зерттелген Сиверс алма ағашы (*Malus sieversii*)

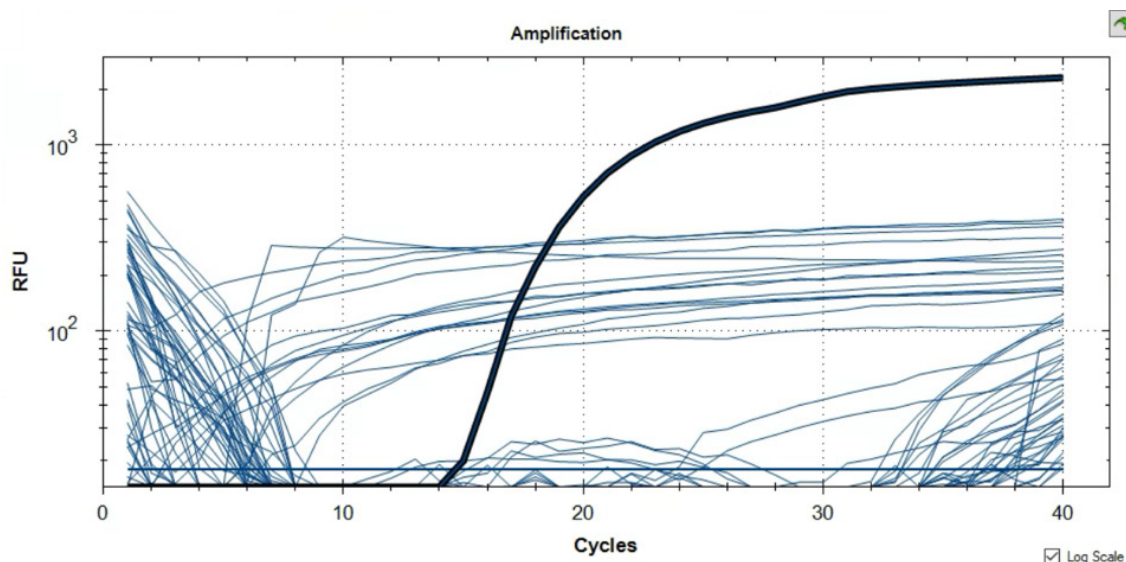
Фитопатологиялық бағалау және үлгілерді жинау орындарының саны, сондай-ақ визуалды бақылаулардың нәтижелері төмендегі 1-ші кестеде келтірілген.

2019 жылы 92 симптомсыз үлгі, 2020 жылы 55 үлгі, 2021 жылы 18 үлгі, 2022 жылы 14 үлгі таңдалды. Жиналған үлгілер бірден дала жағдайында бактериалдық күйікті анықтайтын Bioerba AgriStrip жиынтығымен сыналды. Нәтижесінде барлық үлгілер теріс болып шықты. Бұл алынған мәліметтерді толығымен растау үшін

кейінгі зерттеулер зертханалық жағдайда жүргізілді. Ол үшін симптомсыз үлгілер халықаралық нұсқаулар мен дақылдарға сәйкес Кингтің сұйық ортасында байытылды және pEA29 [13] плазмидасында орналасқан тізбектерге бағытталған стандартты ПТР арқылы да, геномның хромосомалық бөлігіне бағытталған нақты уақыттағы ПТР арқылы да зерттелді [14]. Екі ПТР талдауының нәтижелері бір-бірімен сәйкес келді. Алынған нәтижелердің мысалдары 3-суретте келтірілген.

1-кесте – Жабайы алма ағашының ормандарын, ағашкүрамдарын және жеке ағаштарын фитопатологиялық бағалау.

Ерекше қорғалатын табиғи аумақ	Фитопатологиялық бағалау/сынама алу үшін учаскелер саны	Жыл	Ауру индексі (%)	
			P	R
Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	5	2019	0	0
Ақсу-Жабағылы табиғи қорығы	4	2019	0	0
Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	10	2019	0	0
Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	6	2020	0	0
Ақсу-Жабағылы табиғи қорығы	4	2020	0	0
Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	8	2020	0	0
Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	4	2021	0	0
Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	3	2021	0	0
Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық парк	4	2022	0	0
Тарбағатай мемлекеттік ұлттық парк	2	2022	0	0
Сайрам-угамс мемлекеттік ұлттық парк	2	2022	0	0



3-сурет – Нақты уақыттағы ПТР нәтижелерінің мысалы. Қалың сызық оң бақылау қисығын көрсетеді (бақылау ретінде стандартты *Erwinia amylovora* CFBP1430 штамы пайдаланылды)

Келесі кезеңде, *E.amylovora* тән белгілері бар колонияларды іздеу үшін байытылған сұйық культураларды қатты қоректік ортаға (Кинг және Леван қатты қорек ортасы) егілді. Қатты ортадан алынған бірде-бір колония бұл патогенге жатпады.

Осылайша, жабайы алма ормандарынан жиналған үлгілерде *E. amylovora* патогені жоқтығы әртүрлі әдістермен дәлелденді – визуалды тексеру, бактериологиялық талдау, AgriStrip сынақтары және стандартты ПТР мен нақты уақыттағы ПТР (real time PCR) молекулалық талдауы.

Әрине, Қазақстанның төрт аймағынан *M.sieversii* жабайы алма ормандарынан алынған үлгілері бактериалдық күйіктен таза болғаны қуантарлық жағдай, алайда бұл патоген жаңбыр, жел және жәндіктер арқылы таралуға бейім болғандықтан жыл сайын мониторингтік зерттеулер қажет етеді. Себебі бұл ауру Қазақстанда бар және оны бақылау мен алдын алудың тиімді шаралары ауылшаруашылық жерлерінде де (мысалы, коммерциялық бақтарда, жеке шаруашылықтарда), сондай-ақ ЕҚТА-ға жақын және оның ішіндегі жерлерде қабылдануы керек.

Осы зерттеу негізінде бактериялық күйіктің жабайы алма ормандарына енуіне жол бермеу үшін бірқатар ұсыныстар әзірленіп, тиісті органдарға жіберіледі. Бұл ұсыныстарға жабайы алма ормандарын, ағаш алқаптарын және жеке ағаштарды бактериялық күйік белгілеріне үнемі бақылау, сондай-ақ қорықшылардың, фитосанитарлық қызмет инспекторларының және жергілікті тұрғындардың 10 шақырымдық буферлік аймағындағы жерді бақылау кіреді. Ол үшін осы зерттеу аясында ЕҚТА қорықшылары мен жергілікті тұрғындарға бағытталған ақпараттық науқан басталды. Бұл іс-шараларда бактериялық күйік белгілерін сипаттайтын материалдар жиынтығы және осы белгілер анықталған жағдайда жасалуы керек әрекеттер туралы ақпарат таратылды.

Қорытынды

Erwinia amylovora – бүкіл әлем бойынша *Rosaceae* тұқымдасының өсімдіктеріне қауіп төндіретін бактериялық күйік, алма дақылдарының жойқын ауруы. Қазақстанның *Malus sieversii* жабайы алма ормандарында бактериялық күйіктің таралуы ауыл шаруашылық өнімдерінің сапасына және тұрмысы мен экономикалық жағдайына теріс әсер етеді. Сол үшін Қазақстан Республикасының ЕҚТА аумағында орналасқан Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық пар-

кі, Жоңғар-Алатау мемлекеттік ұлттық паркі, Тарбағатай мемлекеттік ұлттық паркі және Ақсу-Жабағылы табиғи қорығында өсетін жабайы *M. sieversii* ағаштарына 2019 жылы 92 симптомсыз үлгі, 2020 жылы 55 үлгі, 2021 жылы 18 үлгі, 2022 жылы 14 үлгі таңдалды. Бұл үлгілерге бактериологиялық талдау, AgriStrip сынақтары және стандартты ПТР мен нақты уақыттағы ПТР (real time PCR) молекулалық талдау әдістері арқылы бактериалдық күйікке тексеріліп, осылайша, үлгілерде *E. amylovora* патогені жоқтығы әртүрлі әдістермен дәлелденді.

Осыған байланысты *M. sieversii* жабайы алма ағашының өсетін жерлерінде бактериялық күйікті анықтау және оның таралып кетпей, алдын алу үшін көптеген шаралар қарастырылды. Осылайша, мынадай ұсыныстар жасалды:

1. Қазақстан Республикасының ерекше қорғалатын табиғи аймақтарында (ЕҚТА) өсетін жабайы алма қорықтарының қызметкерлерінің бактериялық күйік (белгілері, аурудың даму ерекшеліктері, диагностика әдістері, күресу шаралары) туралы хабардар болуын қамтамасыз ету;

2. Бактериялық күйікті симптомдар анықталған жағдайда (карантиндік қызметтер, зертханалық растауға және одан әрі зерттеуге арналған ғылыми мекемелер, халықаралық маңызы бар ЕҚТА-ға жауапты мекемелер) байланыстар тізімін жасау және оны тиісті ЕҚТА-ға тарату;

3. ЕҚТА қызметкерлерінің күшімен *M.sieversii* алма ағаштарына, сондай-ақ ерекше қорғалатын табиғи аумақтарда өсетін басқа да *Rosaceae* тұқымдастарына тұрақты визуалды мониторинг жүргізу;

4. *M. sieversii* алма ағашының өсу аймақтарына жыл сайын мамандандырылған топтармен мониторинг жүргізіп, одан әрі симптомдары бар және жоқ үлгілерде бактериялық күйік қоздырғышының болуын/болмауын зертханалық анықтау;

5. Алма ағаштарда бактериялық күйіктің бар не жоғын бірден зертханадан тыс анықтау үшін AgriStrip (иммунохроматографиялық әдіс) экспресс-талдау әдісіне ЕҚТА қызметкерлерін үйрету;

6. Импорттық отырғызу материалын сатып алу кезінде көшеттердің сау болуына ерекше мән беріп және карантиндік қызметтердің байланыс тізімін қамтамасыз ете отырып, жабайы алма ағашының өсу аймақтарына жақын жерде бактериялық күйікке сезімтал дақылдарды (алма, алмұрт, долана, айва) өсіретін халық арасында бактериялық күйік туралы ақпарат беріп, түсіндіру жұмыстарын жүргізу;

7. Жабайы алма ағашының өсетін аймақтарына жақын шағын шаруашылықтар мен жеке аулаларға қосымша мониторинг жүргізу (ЕҚТА шекарасынан шамамен 5-7 км).

Қаржыландыру көздері

Ғылыми жұмыстар Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен «Ауыл

шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру мақсатында фитопатогендерге қарсы күрестің биотехнологиялық тәсілдерін әзірлеу» BR21881942 ҰТП гранты аясында және Швейцария Ұлттық ғылыми қорының (Swiss National Science Foundation) «Preservation of Central Asian fruit tree forest ecosystems, pome fruit varieties and germplasm from the recent epidemics caused by the invasive bacterial pathogen *Erwinia amylovora*» IZ08Z0_177515/1 жобасы бойынша жасалды.

Әдебиеттер

1. Cornille, A., P. Gladieux, M. J. M. Smulders, I. Roldán-Ruiz, F. Laurens, B. Le Cam, A. Nersesyan, et al. "New Insight into the History of Domesticated Apple: Secondary Contribution of the European Wild Apple to the Genome of Cultivated Varieties." 2012. PLoS Genetics 8 (5): e1002703. doi:10.1371/journal.pgen.1002703.
2. Harris, S. A., J. P. Robinson, and B. E. Juniper. "Genetic Clues to the Origin of the Apple." 2002. Trends in Genetics 18 (8): 426–430. doi:10.1016/S0168-9525(02)02689-6.
3. Riccardo V., Zharkikh A., Affourtit J. The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica* Borkh.) // Nature Genetics – 2020.-Vol.42.-P. 839-841. doi:10.1038/ng.654.
4. Абдуллаев А., Абдурахимов А., Режапова М. Изучение генетического разнообразия и устойчивости плодовых культур к основному патогену при помощи ДНК маркеров. //Евразийский журнал прикладной биотехнологии: 3-21. -2021.
5. Сағитов А.О., Мұсынов Қ.М., Ағыбаев А.Ж., Сулейменова З.Ш., Бекенова Ш.Ш. Өсімдік карантині, 2018. -260б.
6. Stead D.E., Parkinson N., Aspin A., Heeney J., Crump S. and Vicente J.G. First occurrence of *Xanthomonas campestris* pv. *raphani* on wallflower (*Erysimum cheiri*) in the United Kingdom. New Disease reports, -2016, p. 14-34.
7. Gaganidze, D., T. Sadunishvili, M. Aznarashvili, E. Abashidze, M. Gurielidze, S. Carnal, F. Rezzonico, and M. Zubadashvili. "Fire Blight Distribution in Georgia and Characterization of Selected *Erwinia Amylovora* Isolates." 2021. Journal of Plant Pathology 103: 121–129. doi:10.1007/s42161-020-00700-5.
8. Kurz, M., S. Carnal, M. Dafny-Yelin, O. Mairesse, R. A. Gottsberger, M. Ivanović, M. Grahovac, et al. "Tracking the Dissemination of *Erwinia Amylovora* in the Eurasian Continent Using a PCR Targeted on the Duplication of a Single CRISPR Spacer." Phytopathology Research 3 (1). 2021. doi:10.1186/s42483-021-00096-9.
9. Дренова Н.В., Исин М.М., Джаймурзина А.А., Жармухамедова Г.А., Айтқұлов А.К. //Бактериальный ожог плодовых культур в республике Казахстан. Журнал Карантин растений. Наука и практика. -1/3/2013. – С. 39-43.
10. Кайрова Г.Н., Дәулет Н., Өрқара Ш.Д., Сапахова З.Б., Абсарова Д.А. "Развитие бактериального ожога на различных сортах яблони в условиях юга и юга-востока Казахстана." Сельскохозяйственные науки. – Том 3 №3(68). 2022. doi:10.52578/2305-9397-2022-3-3-158-168.
11. Djaimurzina A., Umiralieva Z., Zharmukhamedova G., Born Y., Bühlmann A. and Rezzonico F. Detection of the causative agent of fire blight – *erwinia amylovora* (burrill) winslow et al. – in the southeast of Kazakhstan. //ISHS Acta Horticulturae 1056: XIII International Workshop on Fire Blight: 129-132. -2014. doi: 10.17660/ActaHortic.2014.1056.18.
12. Lozowicka B., Kaczynski P., Mojsak P., Rusilowska J., Beknazarova Z., Ilyasova G., Absatarov D. Systemic and non-systemic pesticides in apples from Kazakhstan and their impact on human health.// Journal of Food Composition and Analysis 90(1):103494. April 2020. doi:10.1016/j.jfca.2020.103494.
13. Stöger, A., J. Schaffer, and W. Ruppitsch. "A Rapid and Sensitive Method for Direct Detection of *Erwinia Amylovora* in Symptomatic and Asymptomatic Plant Tissues by Polymerase Chain Reaction." Journal of Phytopathology 154 (7–8): 469–473. 2006. doi:10.1111/j.1439-0434.2006.01130.x.
14. Pirc, M., M. Ravnkar, J. Tomlinson, and T. Dreo. "Improved Fireblight Diagnostics Using Quantitative real-time PCR Detection of *Erwinia Amylovora* Chromosomal DNA." Plant Pathology 58 (5): 2009. 872–881. doi:10.1111/j.1365-3059.2009.02083.x.
15. Bulletin EPPO 52 "PM 7/20 (3) *Erwinia Amylovora*." 2022. 198–224. doi:10.1111/epp.12826.
16. ДП13: *Erwinia amylovora* //МСФМ 27 Диагностические протоколы для регулируемых вредных организмов. -2018.-С.32.

References

1. Abdullaev A., Abdurakhimov A., Rezhapova M. Study of genetic diversity and resistance of fruit crops to major pathogens using DNA markers. // Eurasian Journal of Applied Biotechnology: 3-21. -2021.
2. Bulletin EPPO 52 "PM 7/20 (3) *Erwinia Amylovora*." 2022. 198–224. doi:10.1111/epp.12826.
3. Cornille, A., P. Gladieux, M. J. M. Smulders, I. Roldán-Ruiz, F. Laurens, B. Le Cam, A. Nersesyan, et al. "New Insight into the History of Domesticated Apple: Secondary Contribution of the European Wild Apple to the Genome of Cultivated Varieties." 2012. PLoS Genetics 8 (5): e1002703. doi:10.1371/journal.pgen.1002703.

4. Djaimurzina A., Umiralieva Z., Zharmukhamedova G., Born Y., Bühlmann A. and Rezzonico F. Detection of the causative agent of fire blight – *erwinia amylovora* (burrill) winslow et al. – in the southeast of Kazakhstan. //ISHS Acta Horticulturae 1056: XIII International Workshop on Fire Blight: 129-132. -2014. doi: 10.17660/ActaHortic.2014.1056.18.
5. DP13: *Erwinia amylovora* //ISPM 27 Diagnostic protocols for regulated pests. – 2018.-P.32.
6. Drenova N.V., Isin M.M., Dzhamurzina A.A., Zharmukhamedova G.A., Aitkulov A.K. //Bacterial burn of fruit crops in the Republic of Kazakhstan. Journal of Plant Quarantine. Science and practice. -1/3/2013. – pp. 39-43.
7. Gaganidze, D., T. Sadunishvili, M. Aznarashvili, E. Abashidze, M. Gurielidze, S. Carnal, F. Rezzonico, and M. Zubadashvili. “Fire Blight Distribution in Georgia and Characterization of Selected *Erwinia Amylovora* Isolates.” 2021. Journal of Plant Pathology 103: 121–129. doi:10.1007/s42161-020-00700-5.
8. Harris, S. A., J. P. Robinson, and B. E. Juniper. “Genetic Clues to the Origin of the Apple.” 2002.Trends in Genetics 18 (8): 426–430. doi:10.1016/S0168-9525(02)02689-6.
9. Kairova G.N., Dauleta N., Orkara Sh.D., Sapakhova Z.B., Absatarova D.A. “Development of bacterial blight on various apple varieties in the conditions of the south and south-east of Kazakhstan.” Agricultural sciences. – Vol. 3 No. 3 (68). 2022. doi:10.52578/2305-9397-2022-3-3-158-168.
10. Kurz, M., S. Carnal, M. Dafny-Yelin, O. Mairesse, R. A. Gottsberger, M. Ivanović, M. Grahovac, et al. “Tracking the Dis-semination of *Erwinia Amylovora* in the Eurasian Continent Using a PCR Targeted on the Duplication of a Single CRISPR Spacer.” Phytopathology Research 3 (1). 2021. doi:10.1186/s42483-021-00096-9.
11. Lozowicka B., Kaczynski P., Mojsak P., Rusilowska J., Beknazarova Z., Ilyasova G., Absatarov D. Systemic and non-systemic pesticides in apples from Kazakhstan and their impact on human health.// Journal of Food Composition and Analysis 90(1):103494. April 2020. doi:10.1016/j.jfca.2020.103494.
12. Pirc, M., M. Ravnikar, J. Tomlinson, and T. Dreo. “Improved Fireblight Diagnostics Using Quantitative real-time PCR De-tection of *Erwinia Amylovora* Chromosomal DNA.” Plant Pathology 58 (5): 2009. 872–881. doi:10.1111/j.1365-3059.2009.02083.x.
13. Riccardo V., Zharkikh A., Affourtit J. The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica* Borkh.) // Nature Genet-ics – 2020.-Vol.42.-P. 839-841. doi:10.1038/ng.654.
14. Sagitov A.O., Musynov K.M., Agybaev A.Zh., Suleymenova Z.Sh., Bekenova Sh.Sh. Plant Quarantine, 2018. -260 p.
15. Stead D.E., Parkinson N., Aspin A., Heeney J., Crump S. and Vicente J.G. First occurrence of *Xanthomonas campestris* pv. raphani on wallflower (*Erysimum cheiri*) in the United Kingdom. New Disease reports, -2016, p. 14-34.
16. Stöger, A., J. Schaffer, and W. Ruppitsch. “A Rapid and Sensitive Method for Direct Detection of *Erwinia Amylovora* in Symptomatic and Asymptomatic Plant Tissues by Polymerase Chain Reaction.” Journal of Phytopathology 154 (7–8): 469–473. 2006. doi:10.1111/j.1439-0434.2006.01130.x.

Авторлар туралы мәлімет:

Исакова Гульнур Аюповна (корреспондентный автор) – PhD докторант, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институтының геном зертханасының ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, g.isakova83@gmail.com).

Жармухамедова Галия Ауқеновна – биология ғылымының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Тетис ғылыми қоғамы (Алматы, Қазақстан, galiya16021957@gmail.com).

Жуманова Жұлдызай Кабылловна – ауышаруашылық ғылымының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Тетис ғылыми қоғамы (Алматы, Қазақстан, dzhumanova.zhuldyz@mail.ru).

Найзабаева Динара Адамжанқызы – PhD докторант, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС Алматы қаласындағы филиалы (Алматы, Қазақстан, dinara.naizabaeva@gmail.com).

Бердыгулова Жанна Амировна – PhD докторант, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС Алматы қаласындағы филиалы (Алматы, Қазақстан, berdygu-lova@gmail.com).

Солтанбеков Саги Сайранович – PhD, Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты (Алматы, Қазақстан, sagi.soltanbekov@mail.ru).

Исмагулова Гульнар Акимжановна – биология ғылымының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институтының геном зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, i_gulnara@mail.ru).

Скиба Юрий Александрович – биология ғылымының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС Алматы қаласындағы филиалы, Тетис ғылыми қоғамы (Алматы, Қазақстан, yuriy.skiba@gmail.com).

Мальцева Элина Романовна – PhD докторант, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС Алматы қаласындағы филиалы, Тетис ғылыми қоғамы (Алматы, Қазақстан, elina_m@inbox.ru).

Information about authors:

Isakova Gulnur Ayupovna (corresponding author) – PhD candidate, researcher of the Genome Laboratory of the MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry (Almaty, Kazakhstan, g.isakova83@gmail.com).

Zharmukhamedova Galiya Aukenovna – MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Tethys Scientific Society (Almaty, Kazakhstan, galiya16021957@gmail.com).

Jumanova Zhulduzay Kabylovna – MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Tethys Scientific Society (Almaty, Kazakhstan, dzhumanova.zhuldyz@mail.ru).

Naizabayeva Dinara Adamzhankyzy – PhD student, MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty Branch of the National Center for Biotechnology, (Almaty, Kazakhstan, dinara.naizabaeva@gmail.com).

Berdygulova Zhanna Amirovna – MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty Branch of the National Center for Biotechnology, (Almaty, Kazakhstan, berdygulova@gmail.com).

Soltanbekov Sagi Sairanovich – Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute, (Almaty, Kazakhstan, sagi.soltanbekov@mail.ru).

Ismagulova Gulnar Akimzhanovna – candidate of biological sciences, Head of the Genome Laboratory of the MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry (Almaty, Kazakhstan, i_gulnara@mail.ru).

Skiba Yuriy Aleksandrovich – MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty Branch of National Center for Biotechnology, Tethys Scientific Society (Almaty, Kazakhstan, yuriy.skiba@gmail.com).

Maltseva Elina Romanovna – PhD candidate, MA.Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty Branch of the National Center for Biotechnology, Tethys Scientific Society (Almaty, Kazakhstan, elina_m@inbox.ru).

*Келін түсті: 15 ақпан 2024 жыл
Қабылданды: 26 қыркүйек 2024 жыл*

МРНТИ 34.33.27

<https://doi.org/10.26577/EJE.2024.v80.i3-08>

А.Ю. Олейников^{1*} , Н.Ә. Бижанова^{1,2} ,
С.С. Кантарбаев¹ , А.А. Алиханова³ 

¹Институт зоологии КН МНВО РК, г. Алматы, Казахстан

²Wildlife Without Borders ОФ, г. Алматы, Казахстан

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: aleksey.oleynikov@zool.kz

ТЕРИОФАУНА КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА ИРТЫША

В статье представлены результаты обзора литературных данных и собственных наблюдений, дана оценка степени изученности млекопитающих бассейна реки Иртыш. Целью работы было составление списка млекопитающих, анализ видовой разнообразия Иртыша и оценка влияния антропогенных и естественных факторов на состояние фауны. Методология исследования включала полевые наблюдения на двух модельных участках – на Черном Иртыше и в Павлодарском Прииртышье. Подготовлен список видов и дана характеристика териофауны района исследований. На двух участках обитает 87 видов млекопитающих из 6 отрядов и 19 семейств, из них пять видов включены в Красную книгу Республики Казахстан. Индекс сходства Жаккара для исследованных территорий составил 0,62. Здесь насчитывается семь чужеродных видов, три вида, – тигр (*Panthera tigris*), красный волк (*Cuon alpinus*) и сайга (*Saiga tatarica*), исчезли из фауны Иртыша; европейский бобр (*Castor fiber*) продолжает восстанавливать свой исторический ареал. Проведенное исследование имеет теоретическое и прикладное значение, вносит вклад в понимание состояния биоразнообразия данного региона и необходимости разработки мер по сохранению и устойчивому использованию млекопитающих в условиях изменения климата и антропогенной деятельности.

Ключевые слова: териофауна, видовой состав, Черный Иртыш, Павлодарское Прииртышье, Республика Казахстан.

A.Yu. Oleynikov^{1*}, N.Ә. Bizhanova^{1,2},
S.S. Kantarbaev¹, A.A. Alikhanova³

¹Institute of Zoology, Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan

²Wildlife Without Borders PF, Almaty, Kazakhstan

³Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

*e-mail: aleksey.oleynikov@zool.kz

Theriofauna of the Kazakhstan part of the Irtysh river basin

The article presents the results of a review of literary data and personal observations, and an assessment of the level of study of mammals in the Irtysh River basin is provided. The aim of the work was to compile a list of mammals, analyze the species diversity, and evaluate the impact of anthropogenic and natural factors on the state of the fauna of the Irtysh. The research methodology included field observations in two model areas – in the Black (Cherniy) Irtysh and the Pavlodar Irtysh region. A list of species was prepared, and a characterization of the theriofauna of the research area was given. Eighty-seven species of mammals from 6 orders and 19 families inhabit the two regions, five of which are included in the Red Book of the Republic of Kazakhstan. The Jaccard similarity index for the studied territories was 0,62. Seven alien species are recorded here, three species – the tiger (*Panthera tigris*), red wolf (*Cuon alpinus*), and saiga (*Saiga tatarica*) – have disappeared from the Irtysh fauna; the European beaver (*Castor fiber*) continues to restore its historical range. The conducted study has high scientific and practical significance, contributes to understanding the state of biodiversity of this region, and emphasizes the need to develop measures for the conservation and sustainable use of mammals in the face of climate change and anthropogenic activities.

Key words: theriofauna, species composition, Black (Cherniy) Irtysh, Pavlodar Irtysh region, Republic of Kazakhstan.

А.Ю. Олейников^{1*}, Н.Ә. Бижанова^{1,2},
С.С. Кантарбаев¹, А.А. Алиханова³

¹ҚР ҒЖБМ ҒК Зоология институты, Алматы қ., Қазақстан

²"Wildlife Without Borders" ҚК, Алматы қ., Қазақстан

³Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: aleksey.oleynikov@zool.kz

Ертіс бассейнінің қазақстандық бөлігінің териофаунасы

Териофаунаға шолу дайындау аясында әдеби деректерге талдау жүргізіліп, Ертіс өзені бассейнінің сүтқоректілерінің зерттелу дәрежесіне баға берілді. Жұмыстың мақсаты Ертіс сүтқоректілерінің тізімін жасау, алуантүрлілігін талдау және антропогендік және табиғи факторлардың фауна жағдайына әсерін бағалау болды. Зерттеу әдістемесі екі модельдік ауданды – Қара Ертіс және Павлодарлық Ертіс өңіріндегі далалық бақылауларды қамтыды. Түрлердің тізімі дайындалып, зерттеу аймағының териофаунасына сипаттама берілді. Екі учаскеде 6 отряд пен 19 тұқымдастан тұратын сүтқоректілердің 87 түрі мекендейді, олардың бес түрі Қазақстан Республикасының Қызыл кітабына енгізілген. Зерттелген аумақтар үшін Жаккар ұқсастық индексі 0,62 құрады. Мұнда жеті бөтен түр бар, оның ішінде үш түрі – жолбарыс (*Panthera tigris*), қызыл қасқыр (*Canis lupus*) және ақбөкен (*Saiga tatarica*) Ертіс фаунасынан жоғалып кетті; еуропалық құндыз (*Castor fiber*) өзінің тарихи ауданын қалпына келтіруді жалғастыруда. Зерттеу жоғары ғылыми және практикалық маңыздылыққа ие, осы аймақтың биоалуантүрлілігінің жай-күйін және климаттың өзгеруі мен антропогендік белсенділік жағдайында сүтқоректілерді сақтау және тұрақты пайдалану шараларын әзірлеу қажеттілігін түсінуге ықпал етеді.

Түйін сөздер: териофауна, алуантүрлілік, Қара Ертіс, Павлодарлық Ертіс өңірі, Қазақстан Республикасы.

Введение

Первые сведения о млекопитающих казахстанской части бассейна Иртыша получены в середине XVIII в. С.Г. Гмелиным и П.С. Палласом [1, 2]. В своих трудах они дают описания распространения и обилия копытных. Паллас приводит первоописания алтайской пищухи (*Ochotona alpina* Pallas, 1773), сибирской косули (*Capreolus pygargus* Pallas, 1771), сибирского горного козла (*Capra sibirica* Pallas, 1776) и сибирского колонка (*Mustela sibirica* Pallas, 1773). В течение XIX в. дополнительные сведения о фауне были получены в ходе ряда экспедиций [3-18]. В равнинах близ реки Иртыш, недалеко от окрестностей Риддера, Ф.В. Геблер впервые указывает на обитание здесь солонгоя (*Mustela altaica* Linnaeus, 1758) [19], а также последние случаи отлова в бассейне реки Бухтарма (правый приток Иртыша) тигра (*Panthera tigris* Linnaeus, 1758) в 1811 и 1829 гг. [20]. Фундаментальные работы по териофауне в бассейне Черного Иртыша провел в 1840-1843 гг. Г.С. Карелин, получивший 240 экземпляров разных зверей [21].

В первой половине XX в. были опубликованы работы Н.И. Яблонского [22], Г.И. Полякова [23], Б.Е. Бегечева [24, 25], В.Н. Белова [26], В.Н. Шнитникова [27], В.А. Селевина [28, 29], Б.А. Кузнецова [30, 31]. Во второй половине XX в. териологические исследования в регионе стали вестись более интенсивно и целенаправлен-

но, в основном, силами сотрудников Института зоологии АН КазССР. Были опубликованы сводки А.В. Афанасьева и соавторов [32, 33] и многотомные труды «Млекопитающие Казахстана» [34-42]. Основное внимание исследователей уделялось промысловым животным и в меньшей мере мелким млекопитающим. Наиболее обстоятельный современный фаунистический анализ населения мелких млекопитающих региона отражен в трудах А.О. Соломатина [43], которым определен видовой состав и численность позвоночных животных Павлодарского Прииртышья, а также К.У. Базарбекова и О.В. Ляхова [44]. В последние десятилетия XX в. и в начале XXI в. количество териологических исследований сократилось. В Павлодарском Прииртышье продолжались исследования фауны и экологии мелких млекопитающих (насекомоядные и грызуны) и влияния на них промышленных загрязнений [45-50]. Работы, посвященные фауне и распространению крупных и средних млекопитающих преимущественно Восточного Казахстана опубликованы А.Н. Барашковой и И.Э. Смелянским [51], Н.Ә. Бижановой с соавторами [52], А.Ю. Олейниковым и В.Г. Монаховым [53].

В пойме реки Иртыш, одного из наиболее освоенных промышленных районов Республики Казахстан, расположены крупнейшие в стране предприятия горнодобывающей и металлургической промышленности по производству цветных и редких металлов, развито судоходство. В

силу исторически сложившегося развития региона, связанного с тяжелой промышленностью, экологическую ситуацию здесь нельзя назвать благополучной [54-56]. Огромные масштабы техногенного влияния привели к устойчивым изменениям окружающей среды и нарушению природного равновесия, что в значительной мере негативно сказывается на разнообразии териофауны. Для сбалансированного развития региона необходимы меры для сохранения и восстановления преобразованных природных комплексов. В качестве первого шага в данном направлении, нами поставлена цель оценить современный состав териофауны казахстанской части бассейна р. Иртыш в пределах двух модельных участков в северной и северо-восточной частях Казахстана.

Материалы и методы

В 2023 г. нами обследованы два участка реки Иртыш в Восточно-Казахстанской, Пав-

лодарской и Абайской областях. Общая протяженность маршрутов на автомобиле и пешком составила 854 км. Обследовано около 220 км протяженности русла рек Черный Иртыш и Иртыш.

Общая длина р. Иртыш, протекающей по территории Китая, Республики Казахстан и Российской Федерации – 4280 км, в том числе в пределах Казахстана, – 1698 км [57]. Вследствие невозможности охватить весь бассейн Иртыша за двухлетний период исследования нами выбраны и обследованы два модельных участка. Первый модельный участок включает верхнюю часть бассейна, от границы с Китаем до впадения реки в оз. Зайсан (Черный Иртыш – ЧИ). Второй модельный участок занимает нижнюю часть бассейна р. Иртыш в пределах Республики Казахстан в Павлодарской области (Павлодарское Прииртышье – ПП) (рис. 1). Большая часть ПП относится к Государственному природному заказнику «Пойма р. Иртыш» (Павлодарская обл.).

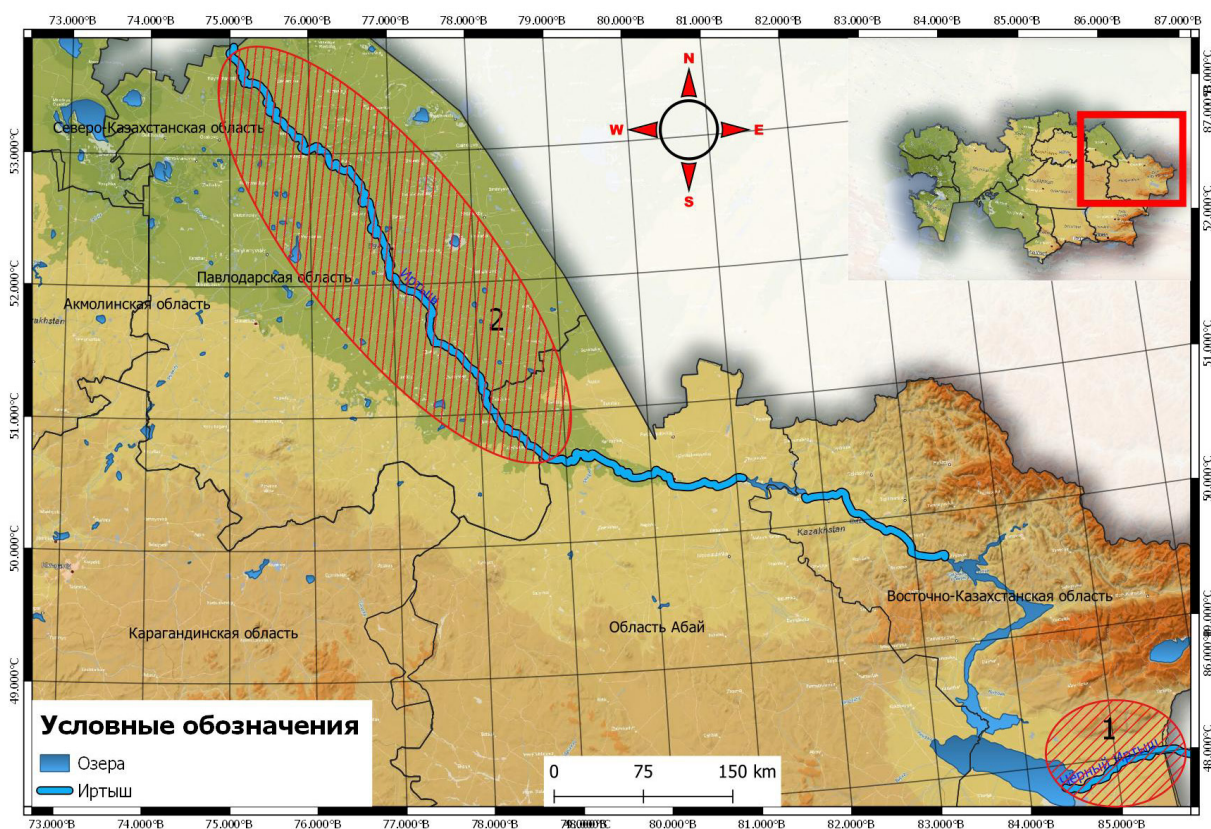


Рисунок 1 – Модельные участки в области исследований, северный и северо-восточный Казахстан (ЧИ – 1, ПП – 2)

В нашей работе мы приводим список и анализ териофауны казахстанской части долины р. Иртыш. Зоогеографический анализ сделан на основе работы А.В. Афанасьева [33]. В нашу выборку не были включены три вида – ондатра (*Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766), енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834) и американская норка (*Neovison vison* Schreber, 1777), обитающие на модельных участках, поскольку они являются чужеродными видами и не могут быть использованы для зоогеографического анализа. Латинские названия даются согласно традиционной классификации по последним опубликованным сводкам [58-60].

Результаты и обсуждение

Всего в составе териофауны долины р. Иртыш (ЧИ и ПП) и прилегающих участков в границах Казахстана насчитывается 87 видов млекопитающих из 6 отрядов и 19 семейств. Из них к отряду Грызунов относится 45 видов, Зайцеобразных – 4, Китопарнокопытных – 3, Хищных – 15, Рукокрылых – 9, Насекомоядных – 11 вида (рис. 2). На ЧИ обитает 53 вида из 6 отрядов. В ПП обитает 67 видов млекопитающих из шести отрядов [44, 45, 48, наши данные].

По зоогеографическому делению А.В. Афанасьева [33], р. Иртыш в ПП относится к восточному степному участку. Участок ЧИ – к Зайсанской котловине. На обоих участках Иртыша отмечаются пустынная, лесная и степная природные зоны [33, 61] (Рис. 3).

Результат анализа фауны двух модельных участков реки Иртыш показывает равномерное распространение видов по трем указанным природным зонам в ЧИ, в то время как в ПП наблюдается меньшая доля млекопитающих пустынной зоны (12,2%); также следует отметить преобладание степной фауны на обоих участках (Рис. 3). По данным Афанасьева для ПП, которое относится к восточному степному участку, характерно преобладание степной фауны млекопитающих и свойственна богатая лесная фауна [33], что подтверждают результаты нашего анализа (степные и лесные виды ПП составляют 47,3% и 40,5% соответственно). Для участка ЧИ характерно многообразие пустынной фауны (жёлтая пеструшка (*Eolagurus luteus* Eversmann, 1840), тамарисковая песчанка (*Meriones tamariscinus* Pallas, 1773), тарбаганчик (*Pygeretmus pumilio* Kerr, 1792), хомячок Эверсмманна (*Allocricetulus evermanni* Brandt, 1859)), наряду с этим доля видов лесной зоны невелика (лесная соя, обыкновенный хомяк, малая лесная мышь, сибирская косуля). Следует отметить превалирование монгольских пустынных видов над казахстанскими пустынными млекопитающими в Зайсанской котловине (ЧИ). К числу пустынных видов, широко распространенных на двух модельных участках, относятся мохноногий тушканчик (*Dipus sagitta* Pallas, 1773), большой тушканчик (*Allactaga major* Kerr, 1792), тушканчик-прыгун (*Allactaga sibirica* Forster, 1778), серый хомячок (*Cricetulus migratorius* Pallas, 1773).

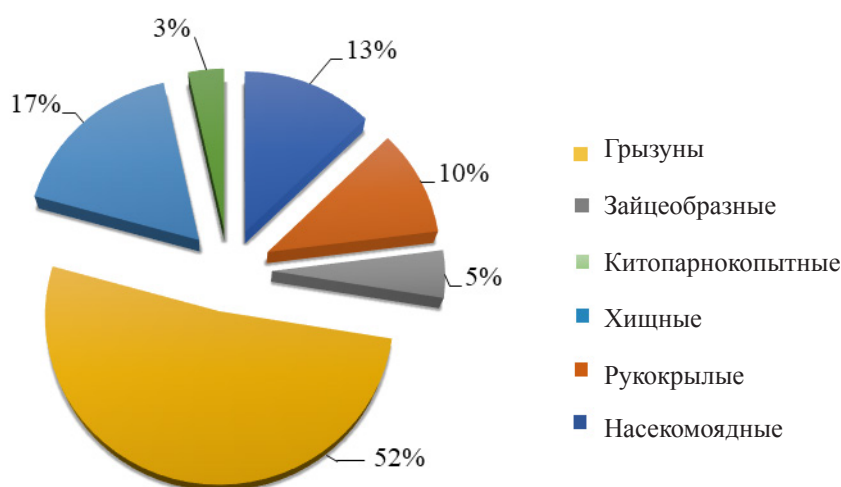


Рисунок 2 – Соотношение отрядов териофауны Иртыша

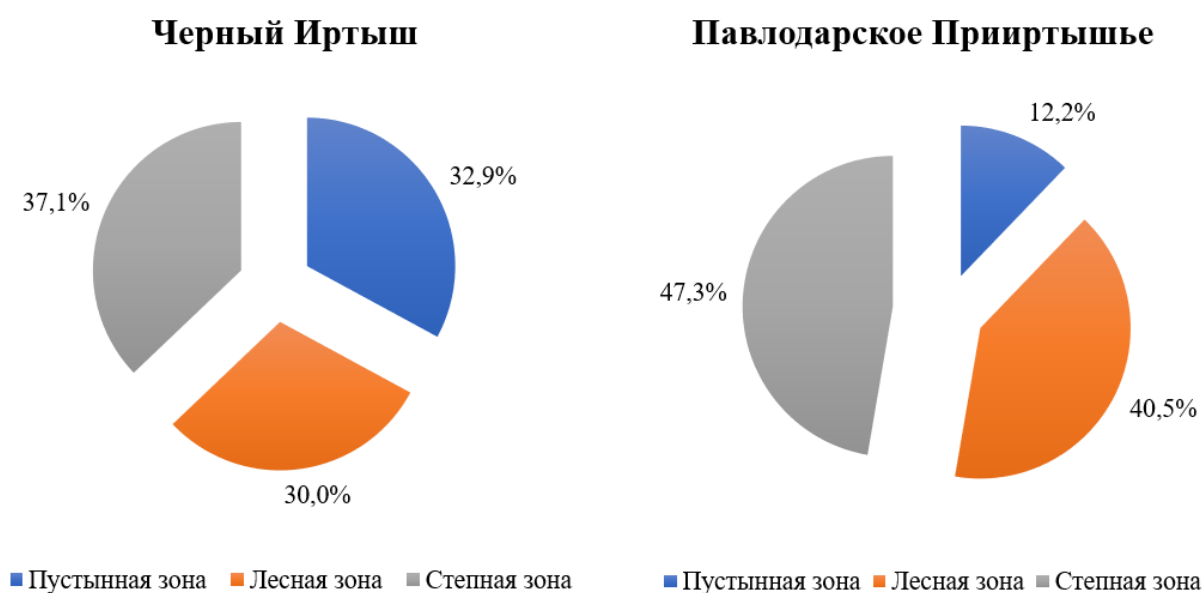


Рисунок 3 – Соотношение фауны по природным зонам (%) в бассейне р. Иртыш

Ряд видов населяют более чем одну зону: в пустынной и степной зонах встречаются средний суслик (*Spermophilus brevicauda* Brandt, 1843) (ЧИ), тушканчик-прыгун (ПП), ушастый ёж (*Hemiechinus auritus* Gmelin, 1770) (ЧИ, ПП); в лесной и степной зоне обитают азиатский барсук (*Meles leucurus* Hodgson, 1847) (ЧИ, ПП), горноста́й (*Mustela erminea* Linnaeus, 1758) (ЧИ, ПП), бурый ушан (*Plecotus auritus* Linnaeus, 1758) (ЧИ, ПП), южный еж (*Erinaceus roumanicus* Barrett-Hamilton, 1900) (ПП); повсеместно встречаются двухцветный кожан (*Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758) (ЧИ), обыкновенная лисица (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) (ЧИ, ПП), волк (*Canis lupus* Linnaeus, 1758) (ЧИ, ПП) и обыкновенная слепушонка (*Ellobius talpinus* Pallas, 1770) (ЧИ, ПП). Повсеместность последних видов доказана значительным коли-

чеством указаний на местонахождение в различных районах Казахстана, в том числе и в районе ПП [33].

В отряде Грызуны, который составляет более половины териофауны р. Иртыш, обнаружено преобладание представителей степной зоны (барабинский хомячок (*Cricetulus barabensis* Pallas, 1773), степная мышовка (*Sicista subtilis* Pallas, 1773), длиннохвостый суслик (*Urocitellus undulatus* Pallas, 1778)).

В приведенном ниже списке указаны: область распространения: ПП (Павлодарское Прииртышье), ЧИ (Черный Иртыш); Категория вида: М (многочисленный), О (обычный), Р (редкий), З (регулярные заходы), **ККРК** (включен в Красную Книгу Республики Казахстан) (рис. 4).

Список видов, обитающих на двух участках р. Иртыш и их статус:

Отряд Rodentia Bowdich, 1821 Грызуны

Семейство Sciuridae Fischer, 1817 Беличьи

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| 1. <i>Pteromys volans</i> Linnaeus, 1758 Обыкновенная летяга | ПП Р |
| 2. <i>Sciurus vulgaris</i> Linnaeus, 1758 Обыкновенная белка | ПП О |
| 3. <i>Spermophilus erythrogegnys</i> Brandt, 1841 Краснощёкий суслик | ПП О |
| 4. <i>Spermophilus brevicauda</i> Brandt, 1843 Средний суслик | ЧИ О |
| 5. <i>Urocitellus undulatus</i> Pallas, 1778 Длиннохвостый суслик | ЧИ О |
| 6. <i>Marmota bobak</i> Müller, 1776 Байбак | ПП О |
| Семейство Gliridae Thomas, 1897 (1819) Соневые | |
| 7. <i>Dryomys nitedula</i> Pallas, 1779 Лесная соня | ЧИ Р |
| Семейство Castoridae Hemprich, 1820 Бобровые | |
| 8. <i>Castor fiber</i> Linnaeus, 1758 Европейский бобр | ПП О |

Семейство Sminthidae Brandt, 1855 Мышовковые	
9. <i>Sicista subtilis</i> Pallas, 1773 Степная мышовка	ПП ЧИ М О
10. <i>Sicista betulina</i> Pallas, 1779 Лесная мышовка	ПП Р
Семейство Cardiocraniidae Vinogradov, 1925 Карликовые тушканчики	
11. <i>Cardiocranius paradoxus</i> Satunin, 1903 Пятипалый карликовый тушканчик	ЧИ Р ККРК
12. <i>Salpingotus crassicauda</i> Vinogradov, 1924 Жирнохвостый карликовый тушканчик	ЧИ Р ККРК
Семейство Dipodidae Fischer, 1817 Трехпалые тушканчики	
13. <i>Dipus sagitta</i> Pallas, 1773 Мохноногий тушканчик	ПП ЧИ О
14. <i>Stylodipus telum</i> Lichtenstein, 1823 Обыкновенный емуранчик	ЧИ О
Семейство Allactagidae Vinogradov, 1925 Пятипалые тушканчики	
15. <i>Allactaga major</i> Kerr, 1792 Большой тушканчик	ПП ЧИ О
16. <i>Allactaga elater</i> Lichtenstein, 1825 Малый тушканчик	ЧИ О
17. <i>Allactaga sibirica</i> Forster, 1778 Тушканчик-прыгун	ЧИ Р
18. <i>Pygeretmus pumilio</i> Kerr, 1792 Тарбаганчик	ЧИ Р
19. <i>Pygeretmus platyurus</i> Lichtenstein, 1823 Толстохвостый тушканчик	ЧИ Р
Семейство Cricetidae Fischer, 1817 Хомяковые	
20. <i>Phodopus roborovskii</i> (Satunin, 1903) Хомячок Роборовского	ЧИ Р ККРК
21. <i>Phodopus sungorus</i> Pallas, 1773 Джунгарский хомячок	ПП Р
22. <i>Cricetus cricetus</i> Linnaeus, 1758 Обыкновенный хомяк	ПП ЧИ О Р
23. <i>Allocricetulus evermanni</i> Brandt, 1859 Хомячок Эверсмана	ПП О
24. <i>Allocricetulus curtatus</i> Allen, 1925 Монгольский хомячок	ЧИ О
25. <i>Cricetulus barabensis</i> Pallas, 1773 Барабинский хомячок	ПП Р
26. <i>Cricetulus migratorius</i> Pallas, 1773 Серый хомячок	ПП Р
27. <i>Ondatra zibethicus</i> Linnaeus, 1766 Ондатра	ПП ЧИ О
28. <i>Myodes rutilus</i> Pallas, 1779 – Красная полёвка	ПП О
29. <i>Alticola strelzowi</i> Kastschenko, 1899 Плоскочерепная полёвка	ПП Р
30. <i>Ellobius talpinus</i> Pallas, 1770 Обыкновенная слепушонка	ПП О
31. <i>Lagurus lagurus</i> Pallas, 1773 – Степная пеструшка	ПП ЧИ Р
32. <i>Eolagurus luteus</i> Eversmann, 1840 – Жёлтая пеструшка	ЧИ Р ККРК
33. <i>Arvicola amphibius</i> Linnaeus, 1758 – Водяная полёвка	ПП ЧИ О
34. <i>Microtus gregalis</i> Pallas, 1779 – Узкочерепная полёвка	ПП ЧИ М Р
35. <i>Microtus oeconomus</i> Pallas, 1776 – Полёвка-экономка	ПП ЧИ О
36. <i>Microtus socialis</i> Pallas, 1773 – Общественная полёвка	ПП Р
37. <i>Microtus arvalis</i> Pallas, 1778 – Обыкновенная полёвка	ПП ЧИ О
38. <i>Microtus rossiaemeridionalis</i> Ognev, 1924 Восточноевропейская полёвка	ПП Р
Семейство Muridae – Мышиные	
39. <i>Micromys minutus</i> Pallas, 1771 Мышь-малютка	ПП ЧИ Р
40. <i>Apodemus uralensis</i> Pallas, 1811 Малая лесная мышь	ПП ЧИ М
41. <i>Apodemus agrarius</i> Pallas, 1771 Полевая мышь	ПП ЧИ М О
42. <i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758 Домовая мышь	ПП ЧИ М О
43. <i>Rattus norvegicus</i> Berkenhout, 1769 Серая крыса	ПП ЧИ М О
44. <i>Meriones tamariscinus</i> Pallas, 1773 Тамарисковая песчанка	ЧИ О
45. <i>Meriones meridianus</i> Pallas, 1773 Полуденная песчанка	ЧИ О
Отряд Lagomorpha Brandt, 1855 Зайцеобразные	
Семейство Ochotonidae Thomas, 1897 Пищуховые	
46. <i>Ochotona pusilla</i> Pallas, 1769 Малая (Степная) пищуха	ПП ЧИ О
Семейство Leporidae Brandt, 1855 Зайцеобразные	
47. <i>Lepus timidus</i> Linnaeus, 1758 Заяц беляк	ПП ЧИ О
48. <i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778 Заяц русак	ПП О
49. <i>Lepus tolai</i> Linnaeus, 1758 Заяц толай	ЧИ О

Отряд Cetartiodactyla Montgelard et al., 1997 Китопарнокопытные

Семейство Suidae Gray, 1821 Свиные

50. *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 Кабан ПП ЧИ О

Семейство Cervidae Goldfuss, 1820 Оленьи

51. *Capreolus pygargus* Pallas, 1771 Сибирская косуля ПП ЧИ М

52. *Alces alces* Linnaeus, 1758 Европейский лось ПП Р

Отряд Carnivora Bowdich, 1821 Хищные

Семейство Canidae Fischer, 1817 Псовые

53. *Canis lupus* Linnaeus, 1758 Волк ПП ЧИ О Р

54. *Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834 Енотовидная собака ПП Р

55. *Vulpes corsac* Linnaeus, 1768 Корсак ПП ЧИ Р

56. *Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758 Обыкновенная лисица ПП ЧИ О

Семейство Mustelidae Fischer, 1817 Куньи

57. *Martes martes* Linnaeus, 1758 Лесная куница ПП О ККРК

58. *Gulo gulo* Linnaeus, 1758 Росомаха ЧИ Р З

59. *Meles leucurus* Hodgson, 1847 Азиатский барсук ПП ЧИ М О

60. *Mustela altaica* Pallas, 1811 Солонгой ЧИ Р

61. *Mustela nivalis* Linnaeus, 1766 Ласка ПП ЧИ Р

62. *Mustela erminea* Linnaeus, 1758 Горностай ПП ЧИ Р

63. *Mustela eversmannii* Lesson, 1827 Степной хорь ПП ЧИ О

64. *Neovison vison* Schreber, 1777 Американская норка ПП ЧИ Р О

65. *Lutra lutra* Linnaeus, 1758 Выдра ЧИ О

Семейство Felidae Fischer, 1817 Кошачьи

66. *Lynx lynx* Linnaeus, 1758 Обыкновенная рысь ПП Р З

67. *Felis silvestris* Schreber, 1777 Лесная кошка ЧИ Р

Отряд Chiroptera Blumenbach, 1779 Рукокрылые

Семейство Vespertilionidae Gray, 1821 Гладконосые

68. *Myotis dasycneme* Boie, 1825 Прудовая ночница ПП Р

69. *Myotis daubentonii* Kuhl, 1817 Водяная ночница ЧИ О

70. *Myotis mystacinus* Kuhl, 1817 Усатая ночница ПП О

71. *Plecotus auritus* Linnaeus, 1758 Бурый ушан ПП ЧИ О

72. *Plecotus austriacus* J. Fischer, 1829 Серый ушан ПП О

73. *Nyctalus noctula* Schreber, 1774 Рыжая вечерница ПП ЧИ О

74. *Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758 Двухцветный кожан ЧИ Р

75. *Eptesicus serotinus* Schreber, 1774 Поздний кожан ПП О

76. *Eptesicus nilssonii* Keyserling and Blasius, 1839 Северный кожанок ПП О

Отряд Eulipotyphila Waddell, Okada et Hasegawa, 1999 Насекомоядные

Семейство Erinaceidae Fischer, 1814 Ежовые

77. *Erinaceus roumanicus* Barrett-Hamilton, 1900 Южный еж ПП О

78. *Hemiechinus auritus* Gmelin, 1770 Ушастый ёж ПП ЧИ М О

Семейство Soricidae Gregory, 1910 Землеройковые

79. *Crocidura leucodon* Hermann, 1780 Белобрюхая белозубка ПП О

80. *Crocidura suaveolens* Pallas, 1811 Малая белозубка ПП ЧИ О

81. *Neomys fodiens* Pennant, 1771 Обыкновенная кутора ПП О

82. *Sorex araneus* Linnaeus, 1758 Обыкновенная бурозубка ПП Р

83. *Sorex tundrensis* Kerr, 1792 Бурозубка тундряная ПП О

84. *Sorex caecutiens* Laxmann, 1785 Средняя бурозубка ПП Р

85. *Sorex daphaenodon* Thomas, 1907 Крупнозубая бурозубка ПП О

86. *Sorex minutissimus* Zimmermann, 1780 Крошечная бурозубка ПП О

87. *Sorex minutus* Linnaeus, 1766 Малая бурозубка ПП О

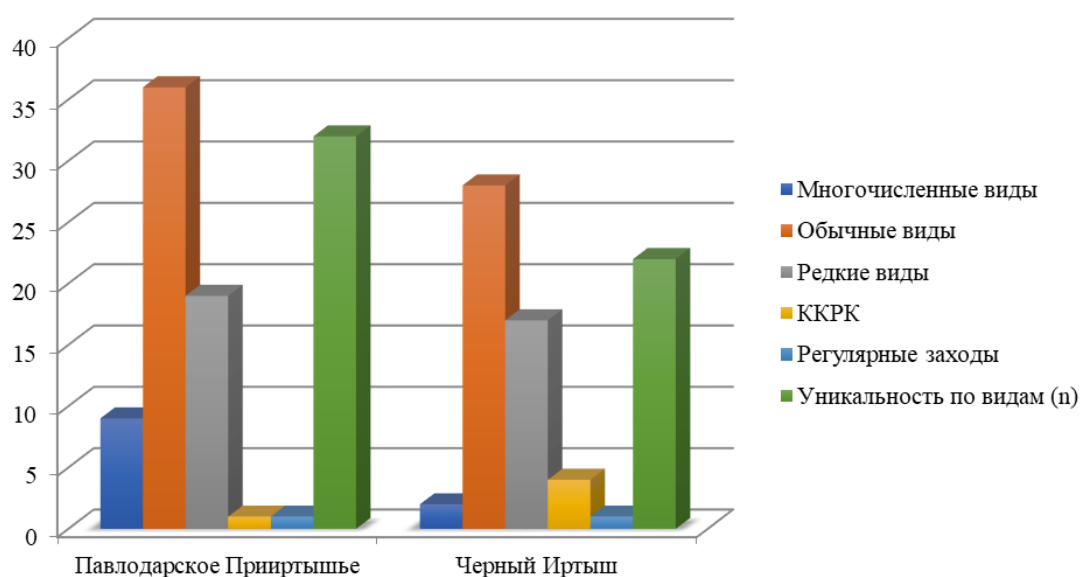


Рисунок 4 – Соотношение видов в Павлодарском Прииртышье и Черном Иртыше

Для сравнения степени сходства состава фауны двух участков, мы посчитали индекс Жаккара, который составил 0,62, что говорит о том, что 62% видов присутствуют на обоих участках. Оставшиеся 38% уникальны для ПП и ЧИ, что указывает на относительно высокие различия их фаун. С одной стороны, причиной этого является значительное число видов монгольского пустынного комплекса на ЧИ и близость к обширным степным участкам для ПП. Кроме того, современные изменения также оказали влияние на увеличение различий фауны двух исследованных участков. Фауна ПП не только богаче по сравнению с ЧИ (рис. 4), но и в большей степени трансформирована за последнее столетие, что связано как с антропогенным влиянием, так и с естественными природными процессами. Здесь насчитывается семь чужеродных видов – норка американская, ондатра, крыса серая, мышь домовая, енотовидная собака, куница лесная, восточноевропейская полевка. В фауне ЧИ только четыре вида (норка американская, ондатра, крыса серая, мышь домовая). Единственный нативный вид, исчезнувший из-за высокого промыслового пресса, и восстанавливающий свой естественный ареал в бассейне Иртыша – европейский бобр [62-64].

Пять видов (четыре представителя Отряда Грызуны и один Отряда Хищные) фауны Иртыша внесены в Красную книгу Республики Казахстан, в том числе четыре отмечены для ЧИ и один для ПП. Три вида млекопитающих исчезли

из фауны Иртыша за последние 100 лет – тигр, красный волк (*Cuon alpinus* Pallas, 1811) и сайга (*Saiga tatarica* Linnaeus, 1766) [20, 32, 65, 66]. По литературным и собранным нами данным на обследованных модельных участках обитает 29 охотничьих видов [44, 67, 68] (32,2% от всей териофауны), играющих важную роль в экономическом и социальном аспектах.

Присутствие в прибрежных экосистемах Иртыша таких видов, как европейский бобр и выдра, служит важным индикатором состояния окружающей среды. Бобры, известные как эффективные преобразователи среды, способны создавать и поддерживать водно-болотные угодья, сигнализируя о состоянии экосистем своим присутствием. Их деятельность помогает улучшить качество воды, предотвратить наводнения и поддержать биоразнообразие. Точно так же выдра, как высший хищник околоводных экосистем отражает их здоровье. Эти виды можно использовать как индикаторы природной среды, оценивая концентрацию загрязняющих веществ (пестициды, тяжелые металлы, микропластик) в тканях или экскрементах.

Заключение

В результате проведенного исследования териофауны казахстанской части бассейна реки Иртыш было выявлено значительное разнообразие видов млекопитающих (87 видов), а также уязвимость фауны перед техногенными воз-

действиями, что подтверждает необходимость принятия мер по сохранению и восстановлению биоразнообразия региона. Отмечено исчезновение некоторых крупных хищников (тигр, красный волк) и сайги.

Сравнение состава фауны двух исследованных участков с использованием индекса Жаккара позволило установить значительные различия между ними, обусловленные, как наличием разнообразных видов монгольского пустынного комплекса на территории ЧИ, так и современными изменениями, влияющими на фауну обоих местоположений. Фауна ПП богаче, но сильнее трансформирована за последнее столетие, в том числе за счет внедрения семи чужеродных видов.

Дальнейшие исследования позволят уточнить динамику изменений количественного и качественного состава современной териофауны, а также разработать планы действий по сохранению и устойчивому использованию млекопитающих в условиях изменяющейся среды. Планируется более глубокое изучение влияния климатических изменений и трансграничного использования водных ресурсов на млекопитающих. Полученная информация в дальнейшем

может быть использована для разработки плана действий по сохранению и устойчивому использованию биоразнообразия р. Иртыш, а также для минимизации ущерба, наносимого речным и наземным экосистемам в условиях изменения климата, трансграничного использования водных ресурсов и индустриального развития региона. Важно продолжать мониторинг и проведение научных исследований для эффективного управления и сохранения биоразнообразия данного региона.

Благодарности

Наше исследование выполнено при финансировании Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках проекта «Оценка состояния биоресурсов в казахстанской части бассейна Иртыша в условиях трансграничного использования водных ресурсов и климатических изменений» (BR18574062).

Конфликт интересов

Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Литература

1. Gmelin I.G. Reise durch Sibirien, von dem Jahr 1738 bis zu Ende 1740. – Gisingen, 1752. – Th. 3. – 584 p.
2. Pallas P.S. Reise durch verschiedene Provinzen des Rußischen Reichs. – St. Petersburg: Kayserliche Akademie der Wissenschaften, 1771. – Th. 1. – 504 p.
3. Meyer C.A. Tagebuch auf einer Reise durch die Kirgisen-Steppe zum Noor-Saisan und Altyn-Tubé. Berlin, 1829. – Th. 2.
4. von Gebler F.A. Übersicht des Katunischen Gebirges der höchsten Spitze des Russischen Altai // Memoiren der kais. Akad. der Wissensch. – 1837. – Th. 3.
5. Гуляев С.И. Алтайские каменщики. – Санкт-Петербург: Ведомости, 1845. – 400 с.
6. Потанин Г. Полгода в Алтае // Русское Слово. – 1859. – Т. IX, XII. – С. 61–134; 245–302.
7. Потанин Г.Н. Путешествие на озеро Зайсан и в речную область Черного Иртыша до озера Марка-куль и горы Сары-тау летом 1863 // Зап. Русск. геогр. общ. по общ. Географии. – Санкт-Петербург: Русское географическое общество. – 1867. – № 1. – 505 с.
8. Потанин Г.Н. Очерки северо-западной Монголии [Отчет]. – 1881-1883.
9. Потанин Г.Н., Струве К.В. Путешествие на оз. Зайсан и в речную область Черного Иртыша до оз. Марка-Коль и горы Сары-Тау, летом 1863 г. // Зап. Русск. геогр. общ. по общей географии. – 1867. – Т. I.
10. Бабков И.Ф. Сведения о Верхне-Бухтарминской долине // Изв. Русск. Геогр. Общ. – 1869. – Т. 5, вып. 2. – С. 205–209.
11. Вербицкий В.И. Звериный промысел в Алтае // Туркест. Ведом. – 1875 г. – № 14.
12. Finsch O. Reise nach West-Sibirien im Jahre 1876. – Berlin: Verlag von Erich Wallroth, 1879. – 766 p.
13. Ядринцев Н.М. Поездка по Западной Сибири и в горы Алтайский округ // Записки Зап.-Сиб. отд. Геогр. Общ. – 1880. – Т. II.
14. Никольский А.М. Путешествие в Алтайские горы летом 1882 г. – Труды Санкт-Петербур. общ. естествоисп., 1883. – Т. XIV, Вып. I.
15. Певцов М.В. Очерк путешествия по Монголии // Зап. Зап.-Сиб. отд. Русск. Геогр. Общ. – 1883. – Т. V.
16. Пржевальский Н.М. Из Зайсана через Хами в Тибет и на верховья Желтой реки. Третье путешествие в Центральной Азии Н.М.Пржевальского. – Спб.: Издание Императорского Русского Географического общества на Высочайше дарованные средства, 1883. – Т. II, IV. – 476 с.

17. Катанаев Г.Е. Киргизские степи, Средняя Азия и Северный Китай в XVII и XVIII столетиях // Записки Западно-Сибирского отдела Государственного Русского географического общества. – Книга 14, Вып. 1. – Омск: Ведомости, 1893. – 350 с.
18. Козлов П.К. Монголия и Кам. Труды экспедиции Императорского Русского географического общества, совершенной в 1899–1901 гг. под руководством П.К. Козлова. – Спб.: Имп. Русск. Геогр. Общество, 1905. – Т. 1. По Монголии до границ Тибета.
19. von Gebl F.A. Le putois des Aples (*Mustela alpina*) // Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou. – 1823. – Th. 6.
20. von Gebl F.A. Uebersicht das Vorkommen des Tigers im Altai // Ibid. – 1840. – Th. 6.
21. Колосов А.М. История фаунистических исследований Алтая: (Обзор литературы по позвоночным) // Труды Алт. гос. Заповедника. – 1938. – Вып. 1. – С. 327–393.
22. Яблонский Н.И. Озеро Марка-Коль // Ibid. – 1907. – Вып. II. – С. 1–9.
23. Поляков Г.И. Поездка на оз. Зайсан-Нор и Марка-Коль в 1909 году // Орнитол. вестн. – 1914. – Т. 1, 2. – С. 253–387.
24. Бегечев Б.Е. Промысловые животные Семипалатинской губернии // Охотник Алтая. – 1923. – С. 9–10.
25. Бегечев Б.Е. Кабаны в окрестностях Семипалатинска // Охотник Алтая. – 1924 г. – С. 1–3.
26. Белов В.Н. Обзор грызунов Северного Казахстана // Тр. по защите растений Сибири. – Новосибирск, – 1931. – Т. 1(8). – С. 164–182.
27. Шнитников В.Н. Северный Казахстан // В кн.: Животный мир Казахстана. – Алма-Ата; М., 1935. – Ч. 2. – 242 с.
28. Селевин В.А. Охрана охот-промысловых животных Семипалатинского округа // Охотник. – 1929. – №9.
29. Селевин В.А. Перечень млекопитающих окрестностей Семипалатинска // Бюлл. САГУ. – 1937. – Т. 36. – Вып. 22. – С. 309–319.
30. Кузнецов Б.А. Грызуны Семипалатинского округа Казахстана // Бюлл. о-ва испыт. природы, Отд. биол., Нов. сер. – 1932. – Т. XLI, Вып. 1. – С. 60–120.
31. Кузнецов Б.А. Грызуны Семипалатинского округа Казахстана // Бюлл. о-ва испыт. природы, Отд. биол., Нов. сер. – 1948. – №41 (1–2). – С. 22–28.
32. Афанасьев А.В., Бажанов В.С., Корелов М.Н., Слудский А.А., Страутман Е.И. Звери Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во АН СССР, 1953. – 535 с.
33. Афанасьев А.В. Зоогеография Казахстана (на основе распространения млекопитающих). – Алма-Ата: Издательство АН Казахской ССР, 1960. – 260 с.
34. Слудский А.А., Варшавский С.Н., Исмагилов М.И., Капитонов В.И., Шубин И.Г. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том первый, часть первая. Грызуны (сурки и суслики) / Под редакцией А.А. Слудского. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1969. – 456 с.
35. Слудский А.А., Бекенов А., Борисенко В.А., Грачев Ю.А., Исмагилов М.И., Капитонов В.И., Страутман Е.И., Федосенко А.К., Шубин И.Г. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том первый, часть вторая. Грызуны (кроме сурков, сусликов, земляной белки, песчанок и полевок) / Под редакцией А.А. Слудского. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1977. – 536 с.
36. Слудский А.А., Борисенко В.А., Капитонов В.И., Шубин И.Г. и др. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том первый, часть третья. Грызуны (песчанки, полевки, алтайский цокор) / Под редакцией А.А. Слудского. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1978. – 491 с.
37. Слудский А.А., Бернштейн А.Д., Шубин И.Г., Фадеев В.А., Орлов Г.И., Байтанаев О.А., Бекенов А., Капитонов В.И., Утинов С.Р. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том второй. Зайцеобразные / Под редакцией А.А. Слудского и Е.И. Страутмана. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1980. – 238 с.
38. Слудский А.А., Бадамшин Б.И., Бекенов А., Грачев Ю.А., Кыдырбаев Х.К., Лазарев А.А., Страутман Е.И., Фадеев В.А., Федосенко А.К. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том третий, Часть первая. Хищные (собачьи, медведь, енотовые), Ластоногие (настоящие тюлени) / Под редакцией Е.В. Гвоздева и Е.И. Страутмана. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1981. – с. 244 с.
39. Слудский А.А., Афанасьев Ю.Г., Бекенов А., Грачев Ю.А., Лобачев Ю.С., Махмутов С., Страутман Е.И., Федосенко А.К., Шубин И.Г. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том третий, часть вторая. Хищные (куны, кошки) / Под редакцией Е.В. Гвоздева и Е.И. Страутмана. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1982. – 264 с.
40. Слудский А.А., Бекенов А., Жевнеров В.В., Капитонов В.И., Фадеев В.А., Федосенко А.К. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том третий, часть третья. Парнокопытные (полорогие) / Под редакцией Е.В. Гвоздева и В.И. Капитонова. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1983. – 248 с.
41. Слудский А.А., Байдавлетов Р.Ж., Бекенов А., Жиряков В.А., Поле В.Б., Фадеев В.А., Федосенко А.К. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. – Парнокопытные (олени, кабарговые, свиньи) и непарнокопытные (лошадиные) / Под редакцией Е.В. Гвоздева и Е.И. Страутмана. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1983. – 232 с.
42. Бекенов А., Бутовский П.М., Касабеков Б.Б., Ланкин П.М., Стрелков П.П., Стогов И.И., Федосенко А.К., Шаймарданов Р.Т., Шубин И.Г. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том четвертый. Насекомоядные и Рукокрылые / Под редакцией Е.В. Гвоздева и Е.И. Страутмана. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1985. – 280 с.
43. Соломатин А.О. Рыбы и наземные позвоночные Павлодарского Прииртышья (полевого определитель): справочник. – Павлодар: ПГПИ, 2007. – 198 с.
44. Базарбеков К.У., Ляхов О.В. Животный мир Павлодарского Прииртышья (позвоночные животные). – Павлодар: Научный издательский центр Павлодарского Гос. Университета им. Торайгырова, 2004. – 336 с.

45. Литвинов Ю.Н., Дупал Т.А., Ержанов Н.Т. Особенности организации сообществ землероек открытых ландшафтов Сибири и Северного Казахстана // Сибирский экологический журнал. – 2015. – №22 (2). – С. 259–267.
46. Ержанов Н.Т., Камкин В.А., Убаськин У.В. и др. Биоразнообразие Павлодарской области: монография. – Павлодар, 2016. – 496 с.
47. Сергазинова З.М., Абылхасанов Т.Ж., Ержанов Н.Т. Экология мелких млекопитающих Павлодарской области // Вестник ИРГСХА. – 2017. – № 83. – С. 152–158.
48. Сергазинова З. М. Характеристика фауны мелких млекопитающих степных сообществ Северного Казахстана // Вестник государственного университета им. Шакарима. – Семей, 2018. – № 1 (81). – С. 131–136.
49. Сергазинова З.М., Дупал Т.А., Литвинов Ю.Н. Воздействие выбросов алюминиевого производства в Северном Казахстане на видовую структуру и характер накопления фтора у мелких млекопитающих // Принципы экологии: научный электронный журнал. – 2018. – № 3. – С. 60–74.
50. Заканова А.Н., Ержанов Н.Т., Литвинов Ю.Н., Сергазинова З.М. Млекопитающие в условиях антропогенного влияния на ареал // Вестник Северо-Казахстанского Университета им. М. Козыбаева. – 2021. – №2 (51). – С. 14–21.
51. Барашкова А.Н., Смелянский И.Э. Фоторегистрации млекопитающих в степях Восточного Казахстана // Материалы III междунар.научн. конф. «Биологическое разнообразие азиатских степей». Костанай, 2017. – С. 57–61.
52. Бижанова Н.Э., Грачев Ю.А., Сапаров К.А., Грачев А.А. Распространение, численность и некоторые особенности экологии крупных хищных млекопитающих в Казахстане: аналитический обзор // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – №3 (52). – 2017. – С. 96–111.
53. Олейников А.Ю., Монахов В.Г. Распространение лесной куницы (*Martes martes*) в верхнем Приобье и Прииртышье // Вестник охотоведения. – №4 (20). – 2023. – С. 200–205.
54. Адрышев А.К., Сагынганова И.К. Источники загрязнения тяжелыми металлами рек Иртыш и Ульба / Вестник ВКГТУ. Экология. – № 3. – 2008. – С. 110–115.
55. Ержанов Н.Т., Карабалаева А.Б. Современное экологическое состояние реки Иртыш в пределах Павлодарской области // Гидрометеорология и экология. – 2011. – №4 (63).
56. Бойко А. Е. Экологическая проблема Иртыша / А. Е. Бойко // Безопасность городской среды: Материалы IX Международной научно-практической конференции, Омск, 17–19 ноября 2021 года / Под общей редакцией Е.Ю. Тюменцевой. – Омск: Омский государственный технический университет, 2022. – С. 246–250.
57. Зонн И.С., Жильцов С.С., Семенов А.В., Костяной А.Г. Трансграничные реки Казахстана и Китая // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2018. – №4 (27). – С. 82–90.
58. Wilson, D.E., and D.M. Reeder (eds.). 2005. Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference. 3rd edition. – Baltimore: Johns Hopkins University Press. – 2,142 p.
59. Bininda-Emonds O.R.P. [et al.] The delayed rise of present-day mammals // Nature. –2007. – Vol. 446. – doi: 10.1038/nature05634.
60. Павлинов И.Я., Лисовский А.А. Млекопитающие России: систематико-географический справочник. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2012. – 604 с.
61. Сидорова Д.Г., Нурмагонбетова С.С., Сидоров Г.Н., Дериглазов И.В. Численность полевой мыши и других мелких млекопитающих в разных ландшафтных зонах Среднего Прииртышья // Вестник Омского ГАУ. Биологические науки. – № 3 (27). – 2017. – С. 88–94.
62. Байтанаев О.А., Черепанов А.П., Миловацкий С.Н., Савинков Р.В., Гончаров М.В., Боголей О.Б. Евразийский речной бобр (*Castor fiber* L., 1758) в Восточном Казахстане // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2010. – №2 (44). – С. 72–75.
63. Байтанаев О.А., Мелдебеков А.Н., Бекенов А.Б. Естественное расселение евразийского речного бобра (*Castor fiber* L.) в Казахстане // Зоологический и охотоведческие исследования в Казахстане и сопредельных странах. – Алматы, 2012. – С. 58–59.
64. Серикбаева А.Т., Байтанаев О.А., Кыдыров Т.Н. Проблемы сохранения и восстановления видового разнообразия млекопитающих (Vertebrata, Mammalia) в Казахстане // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: Материалы VI международной научно-практической конференции и Первого межрегионального симпозиума работников охотничьего хозяйства России. Секция: Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов – Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ им. А.А. Ежовского, 2017. – 229 с.
65. Слудский А.А. Сайгак в Казахстане // Труды Института зоологии АН КазССР / Под ред. В.С. Бажанова и И.Г. Галузо. – 1955. – Т. 4. – С. 18–55.
66. Слудский А.А. Мировое распространение и численность тигра // Труды Института зоологии АН КазССР. Охотничье-промысловые звери Казахстана / Под редакцией А.А. Слудского. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1966. – Т. 26. – С. 212–261.
67. Шубин И.Г. Млекопитающие Зайсанской котловины и их практическое значение: отчет о НИР. – Алма-Ата: Академия наук КазССР, рук. А.А. Слудский, 1965. – 268 с.
68. Могилюк С.В., Поух М.М. Экология Павлодарской области. – Павлодар: ЭКО, 2019. – 84 с.

References

1. Gmelin, I.G. *Reise durch Sibirien, von dem Jahr 1738 bis zu Ende 1740* [Journey through Siberia, from the Year 1738 to the End of 1740]. Gisingen, Th. 3, 1752, 584. (In German).
2. Pallas, P.S. *Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs* [Journey through Various Provinces of the Russian Empire]. St. Petersburg: Kayserliche Akademie der Wissenschaften, Th. 1, 1771, 504. (In German).
3. Meyer, C.A. *Tagebuch auf einer Reise durch die Kirgisen-Steppe zum Noor-Saisan und Altyn-Tubé* [Diary of a Journey through the Kirgiz Steppe to Lake Zaisan and Altai Mountains], Berlin, Th. 2, 1829. (In German).
4. von Gebler, F.A. *Übersicht des Katunischen Gebirges der höchsten Spitze des Russischen Altai* [Overview of the Katun Mountain Range, the Highest Peak of the Russian Altai] // *Memoiren der kais. Akad. der Wissensch.*, Th. 3, 1837. (In German).
5. Gulyaev, S.I. *Altayskie kamenshchiki* [Altai kamenshchiki]. Saint Petersburg: Vedomosti, 1845, 400. (In Russian).
6. Potanin, G. *Polgoda v Altaye* [Half a Year in Altai]. *Russkoe Slovo*, Vol. IX, XII, 1859, 61–134; 245–302. (In Russian).
7. Potanin, G.N. *Puteshestvie na ozero Zaisan i v rechnuyu oblast Chernogo Irtysha do ozera Marka-kul i gory Sary-tau letom 1863 ii* [Journey to Lake Zaisan and the River Region of Black Irtysh to Lake Marka-kul and the Sary-tau Mountains in Summer 1863]. *Zap. Russk. geogr. obshch. po obshch. Geograf.*, Saint Petersburg: Russkoe geograficheskoe obshchestvo, 1867, no 1, 505. (In Russian).
8. Potanin, G.N. *Ocherki severo-zapadnoy Mongolii – Otchet* [Essays on Northwestern Mongolia – Report]. 1881–1883. (In Russian).
9. Potanin, G.N. and Struve, K.V. *Puteshestvie na oz. Zaisan i v rechnuyu oblast Chernogo Irtysha do oz. Marka-Kol i gory Sary-Tau, letom 1863* [Journey to Lake Zaisan and the River Region of Black Irtysh to Lake Marka-Kol and the Sary-Tau Mountains, in the Summer of 1863]. *Zap. Russk. geogr. obshch. po obshchey geografii*, Saint Petersburg: Russkoe geograficheskoe obshchestvo, 1867, Vol. I. (In Russian).
10. Babkov, I.F. *Svedeniya o Verkhne-Buhtarminskoy doline* [Information about the Upper Buhtarma Valley]. *Izv. Russk. Geogr. Obshch.*, 1869, Vol. 5, Iss. 2, 205–209. (In Russian).
11. Verbickiy, V.I. *Zverinyi promysel v Altaye* [Hunting in Altai]. *Turkest. Ved.*, 1875, no 14. (In Russian).
12. Finsch, O. *Reise nach West-Sibirien im Jahre 1876* [Journey to West Siberia in the Year 1876]. Berlin: Verlag von Erich Wallroth, 1879, 766. (In German).
13. Yadrintsev, N.M. *Poezdka po Zapadnoy Sibiri i v gory Altayskiy okrug* [Journey through Western Siberia and the Altai Mountains]. *Zapiski Zap.-Sib. otd. Geogr. Obshch.*, 1880, Vol. II. (In Russian).
14. Nikolskiy, A.M. *Puteshestvie v Altayskie gory letom 1882 g.* [Journey to the Altai Mountains in the Summer of 1882]. *Trudy Sankt-Peterburg. obshch. estestvoispyt.*, 1883, Vol. XIV, Iss. I. (In Russian).
15. Pevtsov, M.V. *Ocherk puteshestviya po Mongolii* [Essay on the Journey through Mongolia]. *Zap. Zap.-Sib. otd. Russk. Geogr. Obshch.*, 1883, Vol. V. (In Russian).
16. Przhevalskiy, N.M. *Iz Zaisana cherez Khami v Tibet i na verkhovaya Zheltoy reki. Tretie puteshestvie v Tsentralnoy Azii N.M. Przhevalskogo* [From Zaisan through Khami to Tibet and to the Upper Yellow River. Third Journey in Central Asia by N.M. Przhevalsky]. Saint Petersburg: Izdanie Imperatorskago Russkago Geograficheskago obshchestva na Vysokaishye darovannyya sredstva, 1883, Vol. II, IV. 476. (In Russian).
17. Katanaev, G.E. *Kirgizskie stepi, Srednyaya Aziya i Severnyy Kitay v XVII i XVIII stoletiyakh* [Kyrgyz Steppes, Central Asia, and Northern China in the 17th and 18th Centuries]. *Zapiski Zapadno-Sibirskogo otdela Gosudarstvennogo Russkogo geograficheskogo obshchestva*, 1893, Book 14, Iss. 1, 350 p. (In Russian).
18. Kozlov, P.K. *Mongoliya i Kamchatka Trudy ekspeditsii Imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshchestva, sovershennoy v 1899–1901 gg. pod rukovodstvom P.K.Kozlova* [Mongolia and Kamchatka. Works of the Expedition of the Imperial Russian Geographical Society, conducted in 1899–1901 under the leadership of P.K. Kozlov]. Saint Petersburg: Imp. Russk. Geogr. Obshchestvo, 1905, Vol. 1. (In Russian).
19. von Gebler, F.A., *Le putois des Aples (Mustela alpina)* [The Alpine Polecat (Mustela alpina)]. *Bulletin of the Imperial Society of Naturalists of Moscow*, 1823, Vol. 6. (In German).
20. von Gebler, F.A. *Übersicht das Vorkommen des Tigers im Altai* [Overview of the Occurrence of Tigers in the Altai]. *Ibid.*, 1840, Vol. 6. (In German).
21. Kolosov, A.M. *Istoriya faunisticheskikh issledovaniy Altaya: Obzor literatury po pozvonochnym* [History of Faunal Studies of Altai: Review of Literature on Vertebrates]. *Trudy Alt. gos. zapovednika*, 1938, Vyp. 1, 327–393. (In Russian).
22. Yablonskiy, N.I. *Ozero Marka-Kol'* [Lake Marka-Kol']. *Ibid.*, 1907, Vyp. II, 1–9. (In Russian).
23. Polyakov, G.I. *Poezdka na oz. Zaysan-Nor i Marka-Kol' v 1909 godu* [Trip to Lake Zaysan-Nor and Marka-Kol' in 1909]. *Ornitologicheskii vestnik*, 1914, T. 1, 2, 253–387. (In Russian).
24. Begechev, B.E. *Promyslovye zhivotnye Semipalatinskoi gubernii* [Commercial Animals of Semipalatinsk Province]. *Okhotnik Altaya*, 1923, 9–10. (In Russian).
25. Begechev, B.E. *Kabany v okr. Semipalatinska* [Wild Boars in the Vicinity of Semipalatinsk]. *Ibid.*, 1924, 1–3. (In Russian).
26. Belov, V.N. *Obzor gryzunov Severnogo Kazakhstana* [Review of Rodents of Northern Kazakhstan]. *Tr. po zashchite rastenii Sibiri*, Novosibirsk, 1931, T. 1(8), 164–182. (In Russian).
27. Shnitnikov, V.N. *Severnyi Kazakhstan* [Northern Kazakhstan]. In: *Zhivotnyi mir Kazakhstana*, Alma-Ata; M., 1935, Ch. 2, 242. (In Russian).
28. Selevin, V.A. *Okhrana okhot-promyslovykh zhivotnykh Semipalatinskogo okruga* [Protection of Game and Commercial Animals of Semipalatinsk District]. *Okhotnik*, 1929, no 9. (In Russian).

29. Selevin, V.A. Perechen' mlekopitayushchikh okrestnostei Semipalatinska [List of Mammals in the Vicinity of Semipalatinsk]. *Byull. SAGU*, 1937, T. 36, Vyp. 22, 309–319. (In Russian).
30. Kuznetsov, B.A. Gryzuny Semipalatinskogo okruga Kazakhstana [Rodents of Semipalatinsk District of Kazakhstan]. *Byull. obshchestva ispyt. prirody, Otd. biol., Nov. ser.*, 1932, T. XLI, Vyp. 1. (In Russian).
31. Kuznetsov B.A. Gryzuny Semipalatinskogo okruga Kazakhstana [Rodents of the Semipalatinsk Region of Kazakhstan]. *Byull. o-sva ispyt. prirody, Otd. biol., Nov. ser.*, 1948, №41 (1–2), 22–28. (In Russian).
32. Afanasyev, A.V., Bazhanov, V.S., Korelov, M.N., Sludskiy, A.A., Strautman, E.I. *Zveri Kazakhstana* [Animals of Kazakhstan]. Alma-Ata: Izd-vo AN SSSR, 1953, 535. (In Russian).
33. Afanasyev, A.B. *Zoogeografiya Kazakhstana (na osnove rasprostraneniya mlekopitayushchikh)* [Zoogeography of Kazakhstan (Based on the Distribution of Mammals)]. Alma-Ata: Izdatelstvo AN Kazakhskoy SSR, 1960, 260. (In Russian).
34. Sludskiy, A.A., Varshavskiy, S.N., Ismagilov, M.I., Kapitonov, V.I., Shubin, I.G. *Mlekopitayushchie Kazakhstana* [Mammals of Kazakhstan], V chetyrekh tomakh. Tom pervyy, chast' pervaya. Gryzuny (surki i susliki) [Mammals of Kazakhstan. In Four Volumes. Volume One, Part One. Rodents (ground squirrels and susliks)]. Alma-Ata: Izd. Nauka KazSSR, 1969, 456. (In Russian).
35. Sludskiy, A.A., Bekenov, A., Borisenko, V.A., Grachev, Y.A., Ismagilov, M.I., Kapitonov, V.I., Strautman, E.I., Fedosenko, A.K., Shubin, I.G. *Mlekopitayushchie Kazakhstana*. V chetyrekh tomakh. Tom pervyy, chast' vtoraya. Gryzuny (krome surkov, suslikov, zemlyanoi belki, peschanok i polevok) [Mammals of Kazakhstan. In Four Volumes. Volume One, Part Two. Rodents (except ground squirrels, susliks, ground squirrels, jerboas, and voles)]. Edited by A.A. Sludskiy, Alma-Ata: Izd. Nauka KazSSR, 1977, 536. (In Russian).
36. Sludskiy, A.A., Borisenko, V.A., Kapitonov, V.I., Shubin, I.G., et al. *Mlekopitayushchie Kazakhstana*. V chetyrekh tomakh. Tom pervyy, chast' tret'ya. Gryzuny (peschanok, polevok, altayskiy tsokor) [Mammals of Kazakhstan. In Four Volumes. Volume One, Part Three. Rodents (jerboas, voles, Altai pika)]. Edited by A.A. Sludskiy. – Alma-Ata: Izd. Nauka KazSSR, 1978, 491 p. (In Russian).
37. Sludskiy, A.A., Bernstein, A.D., Shubin, I.G., Fadeev, V.A., Orlov, G.I., Baytanayev, O.A., Bekenov, A., Kapitonov, V.I., Utinov, S.R. *Mlekopitayushchie Kazakhstana*. V chetyrekh tomakh. Tom vtoroy. Zaytseobraznye [Mammals of Kazakhstan. In Four Volumes. Volume Two. Lagomorphs]. Edited by A.A. Sludskiy and E.I. Strautman. – Alma-Ata: Izd. Nauka KazSSR, 1980, 238. (In Russian).
38. Sludskiy, A.A., Badamshin, B.I., Bekenov, A., Grachev, Y.A., Kydyrbayev, K.K., Lazarev, A.A., Strautman, E.I., Fadeev, V.A., Fedosenko, A.K. *Mlekopitayushchie Kazakhstana*. V chetyrekh tomakh. Tom tretiy, chast' pervaya. Khishchnye (sobach'yi, medvezhi, enotovye), Lastonogie (nastoyashchie tyuleni) [Mammals of Kazakhstan. In Four Volumes. Volume Three, Part One. Carnivores (canids, bears, mustelids), Pinnipeds (true seals)]. Edited by E.V. Gvozdev and E.I. Strautman. Alma-Ata: Izd. Nauka KazSSR, 1981, 244. (In Russian).
39. Sludskiy, A.A., Afanasyev, Y.G., Bekenov, A., Grachev, Y.A., Lobachev, Y.S., Makhmutov, S., Strautman, E.I., Fedosenko, A.K., Shubin, I.G. *Mlekopitayushchie Kazakhstana*. V chetyrekh tomakh. Tom tretiy, chast' vtoraya. Khishchnye (kuni, koski) [Mammals of Kazakhstan. In Four Volumes. Volume Three, Part Two. Carnivores (martens, cats)]. Edited by E.V. Gvozdev and E.I. Strautman. Alma-Ata: Izd. Nauka KazSSR, 1982, 264. (In Russian).
40. Sludskiy, A.A., Bekenov, A., Zhevnerov, V.V., Kapitonov, V.I., Fadeev, V.A., Fedosenko, A.K. *Mlekopitayushchie Kazakhstana*. V chetyrekh tomakh. Tom tretiy, chast' tret'ya. Parnokopytnye (polorogie) [Mammals of Kazakhstan. In Four Volumes. Volume Three, Part Three. Ungulates (bovids)]. Edited by E.V. Gvozdev and V.I. Kapitonov. Alma-Ata: Izd. Nauka KazSSR, 1983, 248. (In Russian).
41. Sludskiy, A.A., Baydavletov, R.Zh., Bekenov, A., Zhiryakov, V.A., Pole, V.B., Fadeev, V.A., Fedosenko, A.K. *Mlekopitayushchie Kazakhstana*. V chetyrekh tomakh. Tom tretiy, chast' chetvertaya. Parnokopytnye (olenyi, kabargovye, svinye) i Neparnokopytnye (loshadinye) [Mammals of Kazakhstan. In Four Volumes. Volume Three, Part Four. Ungulates (deer, goats, pigs) and Odd-toed Ungulates (horses)]. Edited by E.V. Gvozdev and E.I. Strautman. Alma-Ata: Izd. Nauka KazSSR, 1983, 232. (In Russian).
42. Bekenov, A., Butovsky, P.M., Kasabekov, B.B., Lankin, P.M., Strelkov, P.P., Stogov, I.I., Fedosenko, A.K., Shaymardanov, R.T., Shubin, I.G. *Mlekopitayushchie Kazakhstana*. V chetyrekh tomakh. Tom chetverty. Nasekomoyadnye i Rukokrylye [Mammals of Kazakhstan. In Four Volumes. Volume Four. Insectivores and Chiropterans]. Edited by E.V. Gvozdev and E.I. Strautman. Alma-Ata: Izd. Nauka KazSSR, 1985, 280. (In Russian).
43. Solomatin, A.O. *Ryby i nazemnye pozvonochnye Pavlodarskogo Priirtysh'ya (polevoy opredelitel)* [Fish and Terrestrial Vertebrates of Pavlodar Priirtyshye (Field Guide)]. Pavlodar: PPGU, 2007, 198. (In Russian).
44. Bazarbekov, K.U., Lyakhov, O.V. *Zhivotnyy mir Pavlodarskogo Priirtysh'ya (pozvonochnye zhivotnye)* [Fauna of Pavlodar Priirtyshye (Vertebrate Animals)]. Pavlodar: Nauchnyy izdatel'skiy tsentr Pavlodarskogo Gos. Universiteta im. Toraygyrova, 2004, 336. (In Russian).
45. Litvinov, Y.N., Dupal, T.A., Yerzhanov, N.T. Osobennosti organizatsii soobshchestv zemleroek otkrytykh landshaftov Sibiri i Severnogo Kazakhstana [Community Organization Features of Ground Squirrel Communities in Open Landscapes of Siberia and Northern Kazakhstan]. *Sib. ekol. zhurnal*, 2015, no 22 (2), 259–267. (In Russian).
46. Yerzhanov, N.T., Kamkin, V.A., Ubaşkin, U.V., et al. *Bioraznoobrazie Pavlodarskoy oblasti: monografiya* [Biodiversity of Pavlodar Region: Monograph], Pavlodar, 2016, 496. (In Russian).
47. Sergazinova, Z.M., Abylhasanov, T.Zh., Yerzhanov, N.T. Ekologiya melkikh mlekopitayushchikh Pavlodarskoy oblasti [Ecology of Small Mammals in Pavlodar Region]. *Vestnik IRGSHA*, 2017, no 83, 152–158. (In Russian).

48. Sergazina, Z.M., Characteristics of the Fauna of Small Mammals in Steppe Communities of Northern Kazakhstan [Characteristics of the Fauna of Small Mammals in Steppe Communities of Northern Kazakhstan], *Vestnik gosudarstvennogo universiteta im. Shakarima*, Semey, 2018, no 1(81), 131–136. (In Russian).
49. Sergazina, Z.M., Dupal, T.A., and Litvinov, Y.N., Impact of Aluminum Production Emissions in Northern Kazakhstan on Species Structure and Fluorine Accumulation Characteristics in Small Mammals” [Impact of Aluminum Production Emissions in Northern Kazakhstan on Species Structure and Fluorine Accumulation Characteristics in Small Mammals], *Printsipy ekologii: nauchnyy elektronnyy zhurnal*, 2018, no 3, 60–74. (In Russian).
50. Zakanova, A.N., Yerzhanov, N.T., Litvinov, Y.N., and Sergazina, Z.M., Mammals in the Conditions of Anthropogenic Influence on the Habitat [Mlekopitayushchiye v usloviyakh antropogennogo vliyaniya na areal], *Vestnik Severo-Kazakhstanskogo Universiteta im. M. Kozybaeva*, 2021, no 2(51), 14–21. (In Russian).
51. Barashkova, A.N., and Smelyanskiy, I.E., Photographic Registration of Mammals in the Steppes of Eastern Kazakhstan [Fotoregistratsii mlekopitayushchikh v stepyakh Vostochnogo Kazakhstana]. *Materialy III mezhdunar. nauchn. konf. «Biologicheskoe raznoobrazie aziatskikh stepey»*, Kostanay, 2017, 57–61. (In Russian).
52. Bizhanova, N.Ə., Grachev, Yu.A., Saparov, K.A., and Grachev, A.A., Distribution, Abundance, and Some Features of the Ecology of Large Predatory Mammals in Kazakhstan: An Analytical Review [Rasprostraneniye, chislennost’ i nekotoryye osobennosti ekologii krupnykh khishchnykh mlekopitayushchikh v Kazakhstane: analiticheskiy obzor]. *Vestnik KazNU. Seriya ekologicheskaya*, 2017, no 3(52), 96–111. (In Russian).
53. Oleynikov A.Yu., Monakhov V.G. Rasprostranenie lesnoy kunitzy (*Martes martes*) v verkhnyem Priobye i Priirtyshye [Distribution of the European Pine Marten (*Martes martes*) in the Upper Ob and Irtysh River Basins]. *Vestnik okhotovedeniya*, 2023, no 20(4), 200–205. (In Russian).
54. Adryshev, A.K., and Sagynganova, I.K., Sources of Heavy Metal Pollution of the Irtysh and Ulba Rivers [Istochniki zagryazneniya tyazhelymi metallami rek Irtysh i Ulba]. *Vestnik VKGTU. Ekologiya*, 2008, no 3, 110–115. (In Russian).
55. Yerzhanov, N.T., and Karabalayeva, A.B., Current Ecological Condition of the Irtysh River within the Pavlodar Region [Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye reki Irtysh v predelakh Pavlodarskoy oblasti]. *Gidrometeorologiya i ekologiya*, 2011, No. 4 (63). (In Russian).
56. Boyko, A.E., Environmental Problem of the Irtysh [Экологическая проблема Иртыша]. *Bezopasnost gorodskoy sredy: Materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Omsk, 17–19 noyabrya 2021 goda / Pod obschey redaktsiye E.Yu. Tyumentsevoy, Omsk: OGTU, 2022, 246–250. (In Russian).
57. Zonn, I.S., Zhiltsov, S.S., Semenov, A.V., and Kostyanov, A.G., Transboundary Rivers of Kazakhstan and China [Трансграничные реки Казахстана и Китая]. *Vestnik Moskovskogo universiteta imeni S. Yu. Vitte. Seriya 1: Ekonomika i upravlenie*, 2018, no 4(27), 82–90. (In Russian).
58. Wilson, D.E., and D.M. Reeder (eds.). 2005. Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference. 3rd edition, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2, 142.
59. Bininda-Emonds O.R.P. [et al.] The delayed rise of present-day mammals // *Nature*, 2007, Vol. 446, doi: 10.1038/nature05634.
60. Pavlinov, I.Ya., and Lisovskiy, A.A., *Mlekopitayushchie Rossii: sistematiko-geograficheskiy spravochnik* [Mammals of Russia: Systematic and Geographic Reference Book], Moscow: Tov-vo nauch. izdaniy KMK, 2012, 604. (In Russian).
61. Sidorova, D.G., Nurmagonbetova, S.S., Sidorov, G.N., and Deriglazov, I.V., Chislennost polevoy myshi i drugikh melkikh mlekopitayushchikh v raznykh landshaftnykh zonakh Srednego Priirtyshya [Populatsiya i chislennost polevoy myshi i drugikh melkikh mlekopitayushchikh v raznykh landshaftnykh zonakh Srednego Priirtyshya] [Population of the Field Mouse and Other Small Mammals in Different Landscape Zones of the Middle Irtysh Region], *Vestnik Omskogo GAU. Biologicheskije nauki*, 2017, no 3(27), 88–94. (In Russian).
62. Baytanayev, O.A., Cherepanov, A.P., Milovatskiy, S.N., Savinkov, R.V., Goncharov, M.V., and Bogoley, O.B., Evraziyskiy rechnoy bobr (*Castor fiber* L., 1758) v Vostochnom Kazakhstane [Eurasian River Beaver (*Castor fiber* L., 1758) in Eastern Kazakhstan], *Vestnik KazNU. Seriya biologicheskaya*, 2010, no 2(44), 72–75. (In Russian).
63. Baytanayev, O.A., Meldebekov, A.N., and Bekenov, A.B., Estestvennoe rasselenie evraziyskogo rechnogo bobra (*Castor fiber* L.) v Kazakhstane [Natural Distribution of the Eurasian Beaver (*Castor fiber* L.) in Kazakhstan], *Zoologicheskij i okhotovedcheskie issledovaniya v Kazakhstane i sopredelnykh stranakh*, Almaty, 2012, 58–59. (In Russian).
64. Serikbayeva, A.T., Baytanayev, O.A., and Kydyrov, T.N., Problemy sokhraneniya i vosstanovleniya vidovogo raznoobraziya mlekopitayushchikh (Vertebrata, Mammalia) v Kazakhstane [Problems of Conservation and Restoration of Species Diversity of Mammals (Vertebrata, Mammalia) in Kazakhstan], *Klimat, ekologiya, selskoe khozyaystvo Evrazii: Materialy VI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i Pervogo mezhhregionalnogo simpoziuma rabotnikov okhotnichiego khozyaystva Rossii. Sektsiya: Okhrana i ratsionalnoe ispolzovanie zhivotnykh i rastitelnykh resursov*, Irkutsk: Izd-vo Irkutskogo GAU im. A. A. Yezhevskogo, 2017, 229 p. (In Russian).
65. Sludskiy, A.A., Saigak v Kazakhstane [Saiga Antelope in Kazakhstan], *Trudy Instituta zoologii AN KazSSR*, 1955, Vol. 4, 18–55. (In Russian).
66. Sludskiy, A.A., Mirovye rasprostraneniye i chislennost tigra [World Distribution and Number of Tiger], *Trudy Instituta zoologii AN KazSSR. Okhotnichye-promyslovye zveri Kazakhstana*, Almaty: Izd. Nauka KazSSR, 1966, Vol. 26, 212–261. (In Russian).
67. Shubin, I.G., Mlekopitayushchie Zaysanskoy kotloviny i ikh prakticheskoe znachenie: otchet o NIR [Mammals of the Zaysan Depression and Their Practical Importance: Research Report], Alma-Ata: Akademiya nauk KazSSR, ruk. A. A. Sludskiy, 1965, 268. (In Russian).

68. Mogilyuk, S.V., and Poukh, M.M., *Ekologiya Pavlodarskoy oblasti [Ecology of the Pavlodar Region]*, Pavlodar: ЕКО, 2019, 84. (In Russian).

Авторлар туралы мәлімет:

Олейников Алексей Юрьевич – биология ғылымдарының кандидаты, ҚР ҒЖБМ «Зоология институты» ШЖҚ РМК Териология зертханасының ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: aleksey.oleynikov@zool.kz)

Бижанова Назерке Әлімқызы – PhD, ҚР ҒЖБМ «Зоология институты» ШЖҚ РМК Териология зертханасының ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: nazerke.bizhanova@zool.kz)

Қартарбаев Санжар Сәкенұлы – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, PhD-докторант, ҚР ҒЖБМ «Зоология институты» ШЖҚ РМК Биоценология және аңтану зертханасының кіші ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: sanzhar.kantarbayev@zool.kz)

Алиханова Аружан Ағайдарқызы – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, ҚР ЭТРМ ОШЖДК «Ботаника және фитointродукция институты» ШЖҚ РМК Микология және алгология зертханасының аға лаборанты (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: aruzhan.alk@gmail.com)

Information about authors:

Oleynikov Aleksey Yuryevich – PhD in Biology, Researcher at the Theriology Laboratory of the RSE on REM “Institute of Zoology” of the CS MSHE RK (Almaty, Kazakhstan, e-mail: aleksey.oleynikov@zool.kz)

Bizhanova Nazerke Alimkyzy – PhD in Biology, Researcher at the Theriology Laboratory of the RSE on REM “Institute of Zoology” of the CS MSHE RK (Almaty, Kazakhstan, e-mail: nazerke.bizhanova@zool.kz)

Kantarbayev Sanzhar Sakenovich – Master of Natural Sciences, PhD-doctoral student, Junior Researcher at the Biocenology and Game Science Laboratory of the RSE on REM “Institute of Zoology” of the CS MSHE RK (Almaty, Kazakhstan, e-mail: sanzhar.kantarbayev@zool.kz)

Alikhanova Aruzhan Agaidarkyzy – Senior Laboratory Assistant of the Laboratory of Mycology and Algology of the RSE on REM “Institute of Botany and Phytointroduction” of the FWC MEGNR RK (Almaty, Kazakhstan, e-mail: aruzhan.alk@gmail.com)

Поступила: 15 февраля 2024 года

Принята: 26 августа 2024 года

M.T. Imanaliyeva¹, **B.M. Tynybekov^{1*}**, **M.Kh. Parmanbekova²**,
E.M. Imanova², **E.A. Kyrbasova²**, **K. Kabylbek^{1,3}**,
L.A. Kyzmetova⁴, **B.E. Eszhanov¹**, **I.G. Otradnykh⁴**,
U.K. Kurmanbay⁵

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan

³Biomedical Research Centre of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

⁴Institute of botany and phytointroduction MES RK, Almaty, Kazakhstan

⁵Zh. Tashenev university, Shymkent, Kazakhstan

*e-mail: Bekzat.Tynybekov@kaznu.edu.kz

ANATOMICAL STUDIES OF VEGETATIVE ORGANS IN TWO GENTIANA SPECIES (GENTIANACEAE)

The subfamily Gentianinae includes approximately 425 species, with many belonging to the extensively studied genus *Gentiana*. These species are predominantly distributed across the Eurasian continent. The Gentianaceae family is notable for its biologically active compounds and is utilized in traditional medicine for its antidiabetic, hepatoprotective, digestive, antidepressant, and antianemic properties. Purpose of the study – Almaty region, Ile district, Kazakhstan village, south-western edge of Kungey Alatau, pasture of Il river, north-eastern slope and Almaty region, Karasay district Kaskelen gorge in 2023–2024 to determine the anatomical features of vegetative organs of two collected species. Materials and Methods: Sections of the roots, stems, and leaves of *Gentiana olivieri* Griseb. and *Gentiana tianschanica* were prepared using a sliding microtome and analyzed under a light microscope. Results: The comparative anatomical analysis of the vegetative organs of *G. olivieri* and *G. tianschanica* revealed both similarities and differences. The significant anatomical feature observed was that the cells of the upper epidermis in the leaves of both species were smaller than those of the lower epidermis. Notably, the upper epidermis of the leaves lacked stomata. The vegetative organs of both species exhibited xeromesophytic characteristics in *G. olivieri* and mesophytic features in *G. tianschanica*. These anatomical features align with existing knowledge on Gentianaceae anatomy. Conclusion: The roots of *G. olivieri* displayed intraxillary phloem, a distinguishing trait of the Gentianoideae and Menyanthoideae subfamilies.

Key words: *Gentiana olivieri*, *Gentiana tianschanica*, Gentianaceae, root, stem and leaf anatomy.

М.Т. Иманалиева¹, Б.М. Тыныбеков^{1*}, М.Х. Парманбекова²,
 Э.М. Иманова², Э.А. Кырбасова², К. Кабылбек,
 Л.А. Кызметова⁴, Б.Е. Есжанов¹, И.Г. Отрадных⁴, У.К. Курманбай⁶

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Биомедицина ғылыми-зерттеу орталығы, Алматы қ., Қазақстан

⁴ҚР РМК «Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы қ., Қазақстан

⁵Ж.Тәшенев атындағы университеті, Шымкент қ., Қазақстан

*e-mail: Bekzat.Tynybekov@kaznu.edu.kz

***Gentiana* туысындағы (Gentianaceae) екі түрінің вегетациялық мүшелерін анатомиялық зерттеу**

Gentianinae тұқымдасының 425-ке жуық түрі бар, олардың көпшілігі жақсы зерттелген *Gentiana* тұқымдасына жатады және негізінен Еуразия континентінде таралған Gentianaceae, көптеген биологиялық белсенді қосылыстары бар, қант диабетіне қарсы, гепатопротекторлық, ас қорытуды, антидепрессант және антианемия ретінде қолданылады. халықтық медицинада. Зерттеу мақсаты – Алматы облысы, Іле ауданы, Қазақстан ауылы, Іле Алатауының оңтүстік-батыс шеті, Іле өзенінің жайылымы, солтүстік-шығыс беткейі және Алматы облысы, Қарасай ауданы Қаскелең шатқалының 2023–2024 жж. Жиналған екі түрдің вегетативтік мүшелерінің анатомиялық ерекшеліктерін анықтау. Материалдар мен әдістер: *G. olivieri* тамырының, сабағының және жапырақтарының бөлімдері. және *G. tianschanica* жылжымалы микротом арқылы алынып,

жарық микроскопында зерттелді. Нәтижелері: *G. olivieri* вегетативті мүшелерінің салыстырмалы анатомиялық талдауы және *G. tianschanica* зерттелген үлгілер арасындағы ұқсастықтар мен айырмашылықтарды ашты. 5% маңыздылық деңгейі белгіленді. *G. olivieri* жапырақтарының анатомиялық құрылымының негізгі анықталған белгісі және *G. tianschanica* төменгі эпидермис жасушаларынан кішірек болатын жоғарғы эпидермис жасушаларының болуы болды. Жоғарғы жапырақ эпидермисінде устьица болмайды. Екі түрдің де вегетативтік мүшелері (тамырлары, сабақтары және жапырақтары) Г.Оливьериде анатомиялық-морфологиялық құрылымның ксеромезофиттік белгілерінің және *G.tianschanica*-да ұйымдасуының мезофитті ерекшеліктерінің болуын көрсетеді. Түрдің анатомиялық ерекшеліктері Gentianaceae анатомиясы бойынша бар нәтижелерге ұқсас болды. Қорытынды: *G. olivieri* Griseb тамырында ең алдымен Gentianoideae және Menyanthoideae топшаларын ажырататын интраксилярлы флоэма табылды.

Түйін сөздер: *Gentiana olivieri*, Gentianaceae, тамырдың, сабақтың және жапырақтардың анатомиясы.

М.Т. Иманалиева¹, Б.М. Тыныбеков^{1*}, М.Х. Парманбекова²,

Э.М. Иманова², Э.А. Кырбасова², К. Кабылбек^{1,3},

Л.А. Кызметова⁴, Б.Е. Есжанов¹, И.Г. Отрадных⁴, У.К. Курманбай⁶

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

²Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

³Научно-исследовательский центр биомедицины,

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

⁴РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции», г. Алматы, Казахстан

⁶Университет имени Ж. Ташенева, г. Шымкент, Казахстан

*e-mail: Bekzat.Tynybekov@kaznu.edu.kz

Анатомические исследования вегетативных органов двух видов семейства Горечавковых (Gentianaceae)

Подсемейство Gentianinae насчитывает около 425 видов, большинство из которых относится к хорошо изученному роду *Gentiana* и распространено в основном на Евразийском континенте Gentianaceae, имеющее множество биологически активных соединений, используется как противодиабетическое, гепатопротекторное, пищеварительное, антидепрессивное и антианемическое средство в народной медицине. Цель исследования – Алматинская область, Илийский район, село Казахстан, юго-западная окраина Кунгей Алатау, пастбище реки Или, северо-восточный склон и Алматинская область, Карасайский район, Каскеленское ущелье в 2023–2024 гг. для определения анатомических особенностей вегетативных органов двух собранных видов. Материалы и методы: Срезы корней, стеблей и листьев *G. olivieri* и *G. tianschanica* были взяты с помощью скользящего микротомы и изучены под световым микроскопом. Результаты: Сравнительно-анатомический анализ вегетативных органов *G. olivieri* и *G. tianschanica* выявил сходства и различия между исследуемыми образцами. Был установлен 5-процентный уровень значимости. Основной выявленной особенностью анатомического строения листьев *G. olivieri* и *G. tianschanica* было наличие клеток верхнего эпидермиса, которые были меньше по размеру, чем клетки нижнего эпидермиса. В верхней эпидерме листа отсутствуют stomаты. Вегетативные органы (корни, стебли и листья) обоих видов указывают на наличие ксеромезофитных черт анатомо-морфологического строения у *G. olivieri* и мезофитных черт организации у *G. tianschanica*. Анатомические особенности видов были сходны с существующими результатами по анатомии Gentianaceae. Выводы: В корнях *G. olivieri* обнаружена интраксилярная флоэма, что в первую очередь отличает подсемейства Gentianoideae и Menyanthoideae.

Ключевые слова: *Gentiana olivieri*, Gentianaceae, анатомия корня, стебля и листьев.

Introduction

Many species within the Gentianaceae family possess ornamental value, particularly those of the genus *Gentiana*. Additionally, these species are of significant pharmaceutical interest due to their unique phytochemical properties. In medicinal preparations, Gentianaceae species are valued for their high content of iridoids, which impart a characteristic bitter taste. These compounds are used in the

formulation of bitter drinks traditionally prescribed for appetite loss and fever and are integral to many tonic (bitter) recipes.

Several species of *Gentiana* have been recognized for centuries, particularly in the Far East. Herbal preparations such as longdan and qinjiao, which include these plants, are employed to treat conditions such as hepatitis, constipation, rheumatism, pain, hypertension, anorexia, and inflammation [1].

Gentiana olivieri (Gentianaceae) is found from the Middle East (including Turkey, Iran, Iraq, Afghanistan) to East Asia (reaching the Tien Shan) and is an Iranian-Turanian species. This perennial herb grows on limestone, marl, or clay slopes and grassy meadows at altitudes ranging from 350 to 2300 meters. It typically reaches a height of 10-30 cm from the basal rosette. The rhizome features a taproot with a fibrous collar at the top. The plant blooms with dark blue-violet flowers from April to July. Its seeds are brown, ellipsoid, and 0.8-1 mm long, with finely reticulated achenes [2,3].

G. olivieri has been utilized as a medicinal plant in traditional folk medicine for centuries, owing to its content of secoiridoids, flavonoids, and alkaloids. Known as “Afat” in Turkey and “Ager” and “Banger” in Pakistan [4,5], this species is used in Turkish folk medicine as an antidiabetic, sedative, digestive, and antianemic agent [6,7]. Research has demonstrated its antidiabetic, antihepatotoxic, antinociceptive, anti-inflammatory, and antiulcerogenic activities [4,8-10].

In the Republic of Uzbekistan, *G. olivieri* has been employed to treat diarrhea, colds, stomach pain, and indigestion [11]. In Pakistan, the plant has been studied for its antibacterial, antifungal, antihypertensive, toxicological, and diuretic properties [12-14]. Despite numerous studies exploring new compounds using chemical methods [15-17] and tissue culture [18], there is a notable lack of data on the anatomical characteristics of *G. olivieri*. Metcalfe and Chalk [19] conducted general anatomical studies on the Gentianaceae family, based on the work of Perrot and Martens [21], focusing on wood and seed architecture, pollen morphology, and ultrastructural diversity. Root architecture has been studied by Budimir et al. and Sotnikova and Lux [22] for *G. lutea* and *G. asclepiadea*, respectively. This study aims to investigate the anatomical characteristics of *G. olivieri* to facilitate further research.

A substantial body of anatomical studies exists on this family, especially concerning species with recognized medicinal properties [23]. Recent research has provided significant insights into the ontogenetic processes governing root development [24] and the structural organization of the stomatal system [25].

Purpose of the study – Almaty region, Ile district, Kazakhstan village, south-western edge of Kungey Alatau, pasture of Ile river, north-eastern slope and Almaty region, Karasay district Kaskelen gorge in 2023-2024 to determine the anatomical features of vegetative organs of two collected species.

Materials and methods

Study Area

The material for this study was collected from the wild in May 2023 and includes two species from the Gentianaceae family. *G. olivieri* (Olivier’s gentian) was gathered in a geobotanical reserve, while *G. tianschanica* (Tian Shan gentian), a perennial xeromesophytic species with a Eurasian distribution, was also collected.

Flowering specimens of *G. olivieri* Griseb. were collected in the spring in the Almaty region, Ili district, approximately 10 km east of the Kapchagay highway at coordinates N 43°58'07.8", E 077°01'10.7" [Figure 1]. *G. tianschanica* was collected in early August in the Almaty region, Karasai district, within the Kaskelen Gorge at coordinates N 43°04'45", E 076°58'56" (Kazakhstan). The identification of the samples was confirmed using the key provided in the “Flora of Kazakhstan” [26]. The voucher samples were transferred for storage to the herbarium fund of the “Institute of Botany and Phytointroduction”, Almaty, Kazakhstan. Herbarium № 6509.

For the anatomical study, the collected plant material was fixed in 70% ethanol. To prepare cross-sections of mature roots, stems, and leaves, the paraffin embedding method was used.

The sectioning and staining procedures followed Johansen’s methods (1940) with some modifications. Plant materials, consisting of 3 mm sections of roots, stems, and leaves, were initially fixed in 70% ethanol for 48 hours. They were then processed through a series of increasing ethanol concentrations (70%, 90%, and 96%) and xylol before being embedded in paraffin. Sections were cut at a thickness of 12–18 µm using a sliding microtome. To remove the paraffin, the samples were heated at 65°C, then passed through xylol and ethyl alcohol series and soaked overnight in safranin. They were subsequently stained with Fast Green for 20 seconds. Measurements and photographs were taken with a Leica DM750 light microscope equipped with a camera [27].

For quantitative analysis, morphometric features were measured using an ocular micrometer (MOV-1-15) at an objective magnification of ×9 and an ocular magnification of ×10. Microphotographs of the anatomical sections were captured using an MC 300 microscope (Micros, Vienna, Austria) with a CAM V400/1.3 M video camera (jProbe, Tokyo, Japan). Microscopic examination of the medicinal plant materials was performed at the Laboratory of Plant Anatomy and Morphology at Al-Farabi Kazakh National University [28-30].



Figure 1 – *G. olivieri* morphology

Results and discussion

Root

The outer surface of the root is covered by a periderm (pe) consisting of thin-layered, crushed, and fragmented isodiametric cells. The bark exhibits a multilayered structure with crushed cells and large intercellular spaces. Mycorrhizae were present in the root system [31]. In regions where adventitious roots emerge, cells with 7-8 layers of irregularly shaped cortical cells were observed. The endodermis is well-defined and comprised of longitudinally elongated cells, with some cells showing complete thickening.

The central cylinder contains vascular bundles with xylem vessels that have thickened and lignified walls. The bundles lack cambium, and phloem elements are minimally represented, embedded within a mass of cellulose. The vascular bundles are collateral, diarchic, and devoid of cambium. In the interfascicular regions, there is a broad parenchymatous phloem with radially symmetric cells. Sieve tubes and companion cells are rare and are positioned adjacent to the xylem zone.

Morphometric data reveal that the diameter of the tracheids in *G. tianschanica* is 35.41 μm , whereas in *G. olivieri*, it is smaller. The tracheids of *G. tianschanica* are approximately twice as

large, indicating a higher efficiency in water and mineral transport. The width of the phloem elements in the roots of *G. tianschanica* measures 14.51 μm , while in *G. olivieri*, it is slightly greater, suggesting a higher capacity for accumulating organic substances.

The length of the endodermis is consistent between the two species, but its width varies with the diameter of the section. The width of the cortex is similar in both species: 28.36 μm in *G. olivieri* and 28.15 μm in *G. tianschanica*. However, the length of the cortex is 1.5 times greater in *G. olivieri*, measuring 66.12 μm compared to 54.03 μm in *G. tianschanica*, reflecting variations depending on the root diameter analyzed. Comparative morphometric indices of the roots are summarized in Table 1.

Stem. The comparative anatomical and morphological analysis of the stems of *G. tianschanica* and *G. olivieri* revealed both similarities and differences between the two species.

In *G. olivieri* a sclerenchymatous ring is located beneath the endoderm. This ring is composed of small, multilayered cells encircling the central cylinder, which consists of parenchymatous tissue with thin primary cell walls. The anatomical and morphological study indicates that the formation of conductive tissues in *G. olivieri* is likely influenced by the humidity gradient of its habitat.

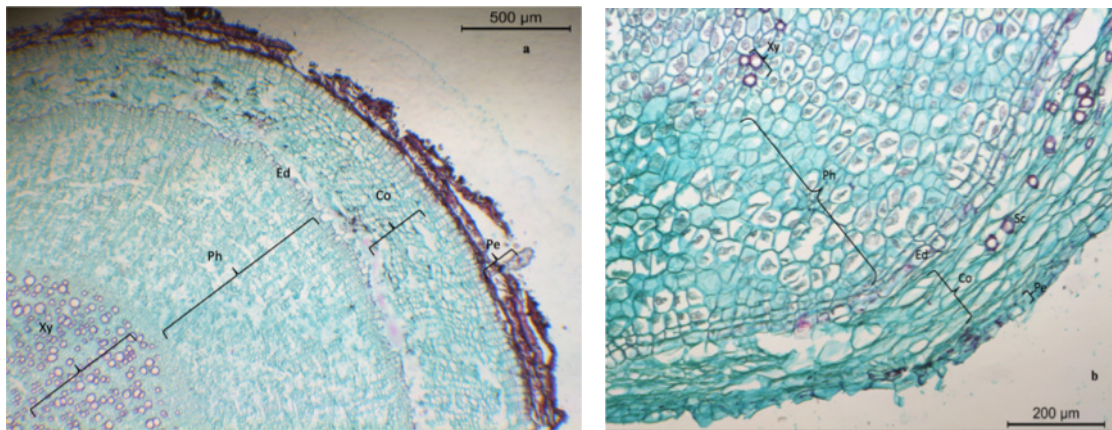


Figure 2 – Cross-section of the root of (a) *G. tianschanica* Rupr. (b) *G. olivieri* Griseb. Periderm (Pe), cortex (Co), endodermis (Ed), phloem (Ph), xylem (Xy).

Table 1 – Comparative root morphometry of *G. olivieri* and *G. tianschanica*. Significant differences are marked with an asterisk.

		Root							
Pant name		Trachea	Tracheid	Floema		Endodermis		Cortex	
		Diameter (µm)	Diameter (µm)	Width (µm)	Length (µm)	Length (µm)	Width (µm)	Width (µm)	Length (µm)
<i>G. olivieri</i>	n	9	9	9	9	9	9	9	9
	Average	17,53 ± 1,65	10,33 ± 1,11	18,22 ± 2,93	28,31 ± 6,19	35,12 ± 12,89	20,17 ± 2,13	28,36 ± 9,11	66,12 ± 19,20
	Stan. error.	0,55	0,37	0,98	2,06	4,30	0,71	3,04	6,40
<i>G. tianschanica</i>	n	10	10	10	10	10	10	10	10
	Average	35,41 ± 6,48	13,97 ± 1,86	14,51 ± 2,67	24,53 ± 5,26	35,10 ± 7,54	35,81 ± 7,61	28,15 ± 7,78	54,03 ± 9,09
	Stan. error.	2,05	0,59	0,85	1,66	2,38	2,41	2,46	2,87

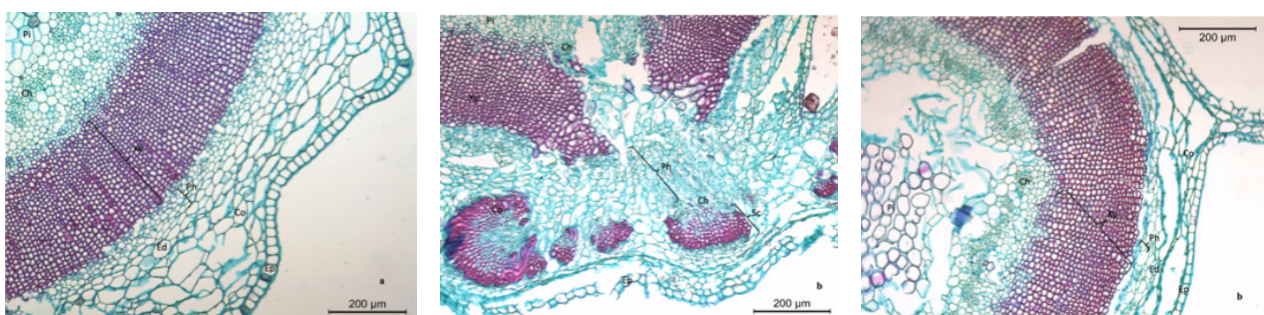


Figure 3 – Cross-section of the root: a) *G. tianschanica*, b) *G. olivieri* Labels include periderm (Pe), cortex (Co), endodermis (Ed), phloem (Ph), and xylem (Xy). Distinctive features of the stems are:

The peripheral part of the core is distinctly defined as a perimedullary zone, characterized by smaller, thick-walled cells.

The core is represented by pronounced parenchyma with small cells. Notable cuticulation of stem walls and a well-defined primary bark suggest

xerophytic adaptations in *G. olivieri* while *G. tianschanica* displays mesophytic characteristics. Consequently, there are distinct anatomical differences between the plants from the two study areas.

Significant differences, defined as variations of 5 μm or more, are indicated with an asterisk in Table 2.

As shown in Table 2, the most correlated indicators in the stem when comparing the two species include the diameter of the tracheids, the length of the phloem, the diameter of the core, the width and length of the endodermis, the width of the cortex, and the length and width of the epidermis.

Table 2 – Comparative morphometry of the stem of *G. olivieri* and *G. tianschanica*.

Stem												
Plant name		Trachea	Tracheid	Pith	Floema		Endodermis		Cortex		Epidermis	
		Diameter (μm)	Diameter (μm)	Diameter (μm)	Width (μm)	Length (μm)	Width (μm)	Length (μm)	Width (μm)	Length (μm)	Width (μm)	Length (μm)
<i>G. olivieri</i>	n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Average	19,85 \pm 4,13*	7,44 \pm 1,01	35,43 \pm 6,91*	12,56 \pm 3,37	23,62 \pm 4,67*	15,43 \pm 4,06*	33,73 \pm 8,11*	40,11 \pm 6,75*	71,78 \pm 11,39	17,15 \pm 2,47*	20,27 \pm 2,53*
	Stan. error.	1,38	0,34	2,30	1,12	1,56	1,35	2,70	2,25	3,80	0,82	0,84
<i>G. tianschanica</i>	n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Average	14,35 \pm 1,40*	6,88 \pm 0,73	23,55 \pm 5,40*	11,07 \pm 2,17	18,87 \pm 1,73*	24,87 \pm 4,34*	42,10 \pm 4,44*	27,83 \pm 4,83*	68,38 \pm 13,33	21,16 \pm 1,87*	27,83 \pm 2,63*
	Stan. error.	0,44	0,23	1,71	0,68	0,55	1,37	1,40	1,53	4,21	0,59	0,83

Leaves: Examination of the leaf cross-section (Figure 4) reveals several types of tissue: the integumentary tissue includes the epidermis, with the upper epidermis differing from the lower. The cells of the upper epidermis are smaller, and there are few or no stomata, indicating that the leaf is hypostomatic. The mesophyll, situated between the upper and lower epidermis, contains collateral vascular bundles. The xylem is positioned on the upper side of the leaf blade, while the phloem is on the lower side. Each conducting bundle is accompanied by mechanical tissue—angular collenchyma. Similarities between the leaves are summarized in Table 3. Numerous air cavities were observed in the leaf blade. Significant differences of 5 μm or more are indicated with an asterisk in Table 3.

Distinctive Features of the Leaves are :

1. In *G. tianschanica*, the upper epidermal cells are smaller compared to those of the lower epidermis, and there are no stomata on the upper epidermis (Figure 4). The leaf is hypostomatic.

2. The mesophyll in *G. tianschanica* is looser, and there are numerous prismatic crystals of calci-

um oxalate. Trichomes are absent, highlighting the mesophytic nature of the leaf.

3. In *G. olivieri* the vascular bundles are smaller and surrounded by a well-defined sclerenchymatous sheath. The vascular bundle within the endodermis is clearly visible and features alternating large and small rounded cells.

Atmospheric drought, exacerbated by strong, dry winds, results in soil moisture deficits, leading to plant stress, reduced productivity, and lower yields. This stress impacts both the structure and function of plants, posing challenges for effective forest management. Significant morpho-anatomical and hydraulic changes in vegetative organs and growth patterns were observed. Drought caused notable anatomical changes in *G. olivieri* including increased thickness of the palisade and spongy mesophyll as well as the abaxial and adaxial epidermis. According to existing literature [32], a correlation analysis of ash traits indicates drought resistance. However, the relationship between morpho-anatomical traits of leaves was similarly affected by drought across all studied species, suggesting no clear distinguishing features for drought resistance [33].

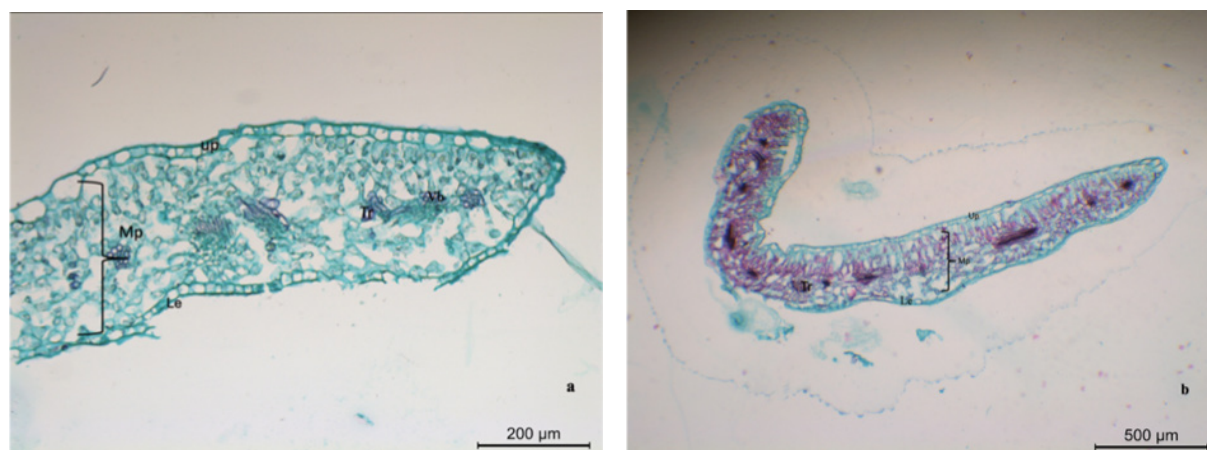


Figure 4 – Transverse section of leaves (a); *G. tianschanica* and (b); *G. olivieri*: Upper epidermis (Up), vascular bundles (Vb), lower epidermis (Le), mesophyll (Mp), trache (Tr).

Table 3 – Comparative morphometry of leaves of *G. olivieri* Griseb and *G. tianschanica*

Leaves					
Plant name		Mesophile	Epidermis	Trachea	
		Length (μm)	Width (μm)	Length (μm)	Width (μm)
<i>G. olivieri</i>	n	9	9	9	9
	Average	226,16 ± 21,39*	44,34 ± 12,77*	25,02 ± 5,01*	11,22 ± 1,77
	Stan. error.	7,13	4,26	1,67	0,59
<i>G. tianschanica</i>	n	10	10	10	10
	Average	198,77 ± 22,75*	34,91 ± 8,15*	20,61 ± 3,06*	10,25 ± 1,84
	Stan. error.	7,19	2,58	0,97	0,58

The anatomical features of *G. tianschanica* have not been previously studied. The diversity in the anatomical structure of high-mountain species reflects their varied adaptive strategies. Xeromorphic characteristics include reduced leaf blade size, a small-celled epidermis, abundant stomata, an isolateral or dorsoventral leaf mesophyll structure, well-developed palisade parenchyma, and, in some species, the formation of sclerenchymatous fibers and water-storage tissues. These anatomical features support plant survival in harsh cryophilic conditions. Although studies on the anatomy of this plant family are limited, recent work by Jansen and Smets has examined the wood anatomy of *Anthocleista*, *Fagraea*, *Lisianthus*, *Macrocarpaea*, *Nuxia*, *Symbolanthus*, and *Tachadenus* within the Gentianales [34]. Radial and transverse section data provided by Carlquist and Grant also highlighted the presence of pits in tracheid openings [35]. Differences between species such as *Symbolanthus macranthus*, *Tachia*

occidentalis, and 17 species of *Macrocarpaea* within the tribe Helieae were detailed in studies of stem wood anatomy.

The anatomical features of *G. olivieri* were compared using the framework from “Anatomy of Dicots” due to the limited anatomical studies on the Gentianaceae family. The anatomical characteristics of *G. olivieri* were found to align with those of the Gentianaceae family. Notably, a key anatomical difference between the subfamilies Gentianoideae and Menyanthoideae is the presence of intraradicular phloem in Gentianoideae roots, a feature observed in *G. olivieri*. Adventitious roots and rays were absent, and vessels were present both singly and in groups. The endodermis of *G. olivieri* was single-layered, longitudinally elongated, and featured Casparian strips on the radial walls, whereas some species of the genus *Swertia* have a bilayered endodermis. The papillary epidermis on the stem is a common feature of Gentianoideae. The stems of *G. olivieri*, like

those of *G. asclepiadea* and *G. septemfida*, exhibit two sclerenchymatous rings and multiple vascular bundles. In contrast, the pith of *G. pneumonanthe* was partially sclerotic, while *Lehmanniella* and *Senecio* had entirely sclerotic piths. The pith of *G. olivieri* consisted of parenchymatous cells. Although crystals were observed in the cortex and pith of *Enicostemma*, they were not found in *G. olivieri*.

Conclusion

High-altitude plants have evolved significant adaptive capacities to survive and reproduce under extreme stress conditions. The anatomical study of the vegetative organs (roots, stems, and leaves) of *G. olivieri* and *G. tianschanica* indicates xeromesophytic features in *G. olivieri* and mesophytic characteristics in *G. tianschanica*.

Xeromesophytic features of *G. olivieri* include: stiff leaves with a well-developed cuticle, well-developed mechanical tissue (sclerenchyma) in the stems, vascular bundles with a prominent sclerenchymatous sheath, long roots, and a relatively smaller root diameter.

Mesophytic characteristics of *G. tianschanica* include: more friable parenchyma in roots, stems, and leaves, numerous crystalline inclusions of calcium oxalate in leaves, absence of trichomes, and a large number of air cavities in the leaf mesophyll.

This comparative anatomical study of *G. olivieri* and *G. tianschanica* enhances our understanding of the anatomy of these species in their respective habitats: *G. olivieri* in the Almaty region, Iliyskiy district, and *G. tianschanica* in the Almaty region, Karasay district, Kaskelen gorge (Kazakhstan).

References

1. Tüzün, Canan Yağcı, Mehmet Cihat Toker, and Gülnur Toker. "Anatomical investigations on root, stem, and leaf of *Gentiana olivieri* Griseb." *Pharmacognosy Magazine* 7.25 (2011): 9.
2. Tan, R. X., L. D. Kong, and H. X. Wei. "Secoiridoid glycosides and an antifungal anthranilate derivative from *Gentiana tibetica*." *Phytochemistry* 47.7 (1998): 1223-1226.
3. Yang YiFan, Yang YiFan. "Chinese herbal medicines: comparisons and characteristics." (2002): xxiv
4. 223.
5. Aslan, Mustafa. „Şeker hastalığına karşı halk ilacı olarak kullanılan bitkiler üzerinde farmakognozok araştırmalar.“ (2000).
6. A. Mansoor. Entomological and biochemical studies on the etiology of malaria, malaria studies-I. PhD. Thesis, Institute of Biochemistry, University of Balochistan, Quetta, Pakistan. 1996.
7. Baytop T. Türkiye'de bitkiler ile tedavi. No: 3255. Istanbul: Istanbul University Press; 1984. p. 194-5.
8. Başer KHC, Honda G, Miki W. Herb drugs and herbalists in Turkey. *Studia Culturae Islamicae* 27, Tokyo; 1986.
9. Deliorman Orhan D, Aslan M, Aktay G, Ergun E, Yesilada E, Ergun F. Evaluation of hepatoprotective effect of *Gentiana olivieri* herbs on subacute administration and isolation of active principle. *Life Sci.* 2003;72:2273-83.
10. Küpeli E, Aslan M, Gürbüz İ, Yesilada E. *In vivo* Evaluation of biological activity profile of isoorientin. *Z Naturforsch* 2004;59:787-90.
11. Sezik E, Aslan M, Yesilada E, Ito S. Hypoglycaemic activity of *Gentiana olivieri* and isolation of the active constituent through bioassay-directed fractionation techniques. *Life Sci.* 2005;76:1223-38.
12. Honda G. A report on traditional medicine of Turkish people (1997, 1998). Kyoto: Kyoto University; 1999. p. 43-53.
13. Mansoor A, Zaidi MI, Malghani MAK. Biological efficiency of the extracts and pure compound of *Gentiana olivieri*. *Pak J Biol Sci.* 1999;2:807-08.
14. Mansoor A. Toxicological evaluation of the extracts and pure compound of *Gentiana olivieri*. *Pak J Biol Sci.* 2003; 6:1949-50.
15. Mansoor A, Zaidi MI, Hyder M, Rasheed R. Antihypertensive effect of *Gentiana olivieri*. *J Med Sci.* 2004;4:176-8.
16. Rakhmatullaev TU, Yunusov SY. Alkaloids of *Gentiana olivieri*. *Chem Natur Comp.* 1972;9:56-8.
17. Ersöz T, Çalış I. C-glucosylflavones from *Gentiana olivieri*. Hacettepe University. *J Faculty Pharmacy.* 1991;11:29-36.
18. Takeda Y, Masuda T, Honda G, Takaishi Y, Ito M, Ozodebek AA, et al. Secoiridoid glycosides from *Gentiana olivieri*. *Chem Pharm Bull.* 1999;47:1338-40.
19. C Yağcı. *Gentiana olivieri* Griseb. (Afat)'nin bitki doku kültürüne cevabı. MSc Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Sciences. Ankara, Turkey: Ankara University; 2005.
20. Metcalfe CR, Chalk L. *Anatomy of the Dicotyledons.* Oxford: Clarendon Press; 1950. p. 933-9.
21. Perrot ME. Anatomie comparée des Gentianacées. *Ann Sci Natur-Botanique Et Biol Vég.* 1897;8:105-292.
22. Martens P. Différenciation épidermique et cuticulaire chez *Erythraea centaurium*. *Ann Sci Natur-Botanique Et Biol Vég.* 1935;17:5-32.
23. Jansen S, Smets E. Vestured pits in some woody Gentianaceae. *IAWA J.* 1998;19:35-42.
24. Carlquist S, Grant JR. Wood anatomy of Gentianaceae, tribe Helieae, in relation to ecology, habit, systematics, and sample diameter. *Brittonia.* 2005;57:276-91.

25. Bouman F, Cobb L, Devente N, Goethals V, Maas PJM, Smets E. The seeds of Gentianaceae. In: Struwe L, Albert VA, editors. *Gentianaceae- systematics and natural history*. Cambridge: Cambridge University Press; 2002. p. 498-572.
26. Vinckier S, Smets E. Morphological and ultrastructural diversity of orbicules in Gentianaceae. *Ann Bot.* 2003;92:657-78.
27. Flora of Kazakhstan. – Alma-Ata, 1956-1966. – Vv.1-9.
28. Budimir S, Janosević D, Momčilović I, Grubišić D. Morphology and anatomy of *Gentiana lutea* hairy roots. *Arch Biol Sci.* 1998;50:99-104.
29. Sottníková A, Lux A. Development, dilation and subdivision of cortical layers of gentian (*Gentiana asclepiadea*) root. *New Phytol.* 2003;160:135-43.
30. Sass JE. *Elements of botanical microtechnique*. New York: McGraw-Hill; 1940.
31. Algan G. *Bitkisel dokular için mikroteknik*. Elazığ. Turkey: Fırat University Science Faculty Press; 1981.
32. Johansen DA. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill; 1940.
33. Driesen, Elisa, Maurice De Proft, and Wouter Saey. "Drought stress triggers alterations of adaxial and abaxial stomatal development in basil leaves increasing water-use efficiency." *Horticulture Research* 10.6 (2023): uhad075.
34. Khan, Attaullah, et al. "Limited acclimation in leaf morphology and anatomy to experimental drought in temperate forest species." *Biology* 11.8 (2022): 1186.
35. Rahman, M. Shafiur, ed. *Handbook of food preservation*. CRC press, 2020.
36. Olson, Mark E. "Imperforate tracheary element classification for studies of xylem structure-function relations." *IAWA Journal* 1.aop (2023): 1-26.

Авторлар туралы мәлімет:

Иманалиева Мәлдір Тамдыбекқызы – Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті биология және биотехнология факультеті биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының 2 курс докторанты. (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: ymanalyeva@mail.ru)

Тыныбеков Бекзат Мақұлбайұлы (жауапты автор) – Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті биология және биотехнология факультеті биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының профессоры, б.ғ.к. (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: Bekzat.Tynybekov@kaznu.edu.kz)

Парманбекова Меруерт Хамитбекқызы – Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Жаратылыстану институты, Биология кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., б.ғ.к. (Алматы, Қазақстан, Алматы, Қазақстан, эл. пошта: mparmanbekova@gmail.com)

Кырбасова Эльзира Артыкбаевна (корреспондент автор) – Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті жаратылыстану институты биология кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., PhD (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: e.kyrbasova@gmail.com)

Иманова Эльмира Мырзабековна (корреспондент автор) – Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Жаратылыстану институты, Биология кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., а/ш.ғ.к. (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: imanovaelmira74@gmail.com)

Курманбай Усен Кенжетайұлы – Ж.Тәшенов атындағы университеті «Педагогикалық және жаратылыстану ғылымдары» факультеті «Химия және биология» кафедрасының аға оқытушысы, а.-ш.ғ.к., Шымкент, Қазақстан, эл. пошта: kurmanbay.usen@mail.ru)

Кызметова Л.А. – ҚР ОШЖДК ЭТРМ РМК “Ботаника және фитоинтродукция Институты”, микология және альгология зертханасының аға ғылыми қызметкері, биология ғылымдарының кандидаты.

Есжанов Б. – Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті биология және биотехнология факультеті Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының доценті, б.ғ.к.

Кабылбек Кулшаиш – Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті биомедицина ғылыми-зерттеу орталығының ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: Kulshash328@gmail.com)

Отрадных Ирина. Г. – ҚР ОШЖДК ЭТРМ РМК “Ботаника және фитоинтродукция Институты», Алматы, Қазақстан, e-mail Phyto_bot 15@mail.ru

Information about authors:

Imanaliyeva Moldir Tamdybekkyzy – doctoral student of the 2nd year of the biodiversity and bioresources faculty of biology and biotechnology of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, E-mail: ymanalyeva@mail.ru)

Tynybekov Bekzat Makulbaevich (corresponding author) – PhD, Professor, Department of Biodiversity and bioresources faculty of biology and biotechnology of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, E-mail: Bekzat.Tynybekov@kaznu.edu.kz)

Parmanbekova Meruyert – Candidate of Biological Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Biology of the Institute of Natural Sciences of the Kazakh National Women’s Teacher Training University (Almaty, Kazakhstan, E-mail: mparmanbekova@gmail.com)

Kyrbasova Elzira Artykbayevna (corresponding author) – PhD, Acting Associate Professor of the Department of Biology of the Institute of Natural Sciences of the Kazakh National Women’s Teacher Training University (Almaty, Kazakhstan, E-mail: e.kyrbasova@gmail.com)

Imanova Elmira (corresponding author) – Candidate of Agricultural Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Biology of the Institute of Natural Sciences of the Kazakh National Women’s Teacher Training University (Almaty, Kazakhstan, E-mail: imanovaelmira74@gmail.com)

Kurmanbay Ussen Kenzhetayuly (author) – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer at the Department of Chemistry and Biology, Faculty of Pedagogical and Natural Sciences, Zh. Tashenev university (Shymkent, Kazakhstan E-mail: kurmanbay.usen@mail.ru)

Kyzmetova Lyazzat Amanyzy – Senior Researcher at the Laboratory of Mycology and Algology of the “ Institute of Botany and phytointroduction” FWCM EGNR RK, Candidate of Biological Sciences, E-mail: lyzka79@mail.ru

Eszhanov B. – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Biodiversity and bioresources faculty of biology and biotechnology of the Kazakh National University named after Al-Farabi, E-mail: eszhanovbirluk@gmail.com

Kabylbek Kulshash – Researcher at Bimedical Research Centre , al-Farabi Kazakh National University, (Almaty, Kazakhstan, email: Kulshash328@gmail.com) ORCID-ID 0009-0000-4003-0966

Otradnykh Irina. G. – Institute of botany and phytointroduction MES RK, Almaty, Kazakhstan, e-mail Phyto_bot 15@mail.ru

Received April 07, 2024

Accepted September 26, 2024

A.M. Melisbek^{1*}, S.K. Kendirbayeva², B.S. Userbaev¹,
M.Z. Shirinbekov¹, G. Akbolat¹, Y.D. Burashev¹,
N.S. Kozhabergenov¹, A.K. Bopi¹, K.B. Barakbaev¹,
A.K. Nakhanov¹, M.B. Orynbaev¹, K.T. Sultankulova¹

¹Research Institute for Biological Safety Problems, Jambyl Region, Guardeyskiy utsal, Kazakhstan

²Faculty of Biology and Chemistry Ishenaly Arabaev Kyrgyz State University, Bishkek, Kyrgyzstan

*e-mail: aibarismelisbek@gmail.com

GENETIC ANALYSIS OF NUCLEOPROTEIN OF A/H3N8 INFLUENZA VIRUS OF ASIAN AND EUROPEAN ORIGIN ISOLATED IN 2018

This paper presents the results of a genetic analysis of the nucleoprotein gene (NP) of two strains of avian influenza virus isolated in the territory of the Republic of Kazakhstan in 2018 near small lakes (Alua and Zaimishche) of the North Kazakhstan region. These strains showed the presence of 54 in the nucleotide and 4 substitutions in the amino acid sequence, thereby significantly distancing themselves from each other. In phylogenetic analysis, the strain A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) showed the greatest relationship with strains from Europe, the homology between strains showed 96–97%. The second strain A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8) showed genetic similarity with strains from Asia, the NP gene identity was 99%.

Key words: influenza, virus, NP, avian IAV, H3N8, vRNP, RNA.

А.М. Мелисбек^{1*}, С.К. Кендирбаева², Б.С. Усербаев¹, М.Ж. Ширинбеков¹,
Г. Акболат³, Е.Д. Бурашев¹, Н.С. Кожабергенов¹, А.К. Бопи¹, К.Б. Баракбаев¹,
А.К. Наханов¹, М.Б. Орынбаев¹, К.Т. Султанкулова¹

¹Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты,
Жамбыл облысы, қтк. Гвардейский, Қазақстан

²Биология және химия факультеті, И.Арабаев атындағы

Қырғыз Ұлттық Университеті, Бішкек қ., Қырғызстан

*e-mail: aibarismelisbek@gmail.com

2018 жылы оқшауланған азиялық және еуропалық тектес А/Н3N8 тұмауы вирусының нуклеопротеинінің генетикалық талдауы

Бұл жұмыста 2018 жылы Солтүстік Қазақстан облысының шағын көлдері (Алуа және Займище) маңынан Қазақстан Республикасы аумағында бөлінген құс тұмауы вирусының екі штаммының NP геніне жүргізілген генетикалық талдау нәтижелері берілген. Бұл штаммдар бір-бірінен нуклеотидтер тізбегінде 54 орынбасудың және аминқышқылдарының тізбегінде 4 алмастырудың болуын көрсетті, осылайша бір-бірінен айтарлықтай алшақтады. Филогенетикалық талдауда A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) штаммы Еуропадан келген штаммдармен ең үлкен қатынасты көрсетті, штаммдар арасындағы гомология 96–97% құрады. Екінші штамм A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8) Азия штаммдарымен генетикалық ұқсастық көрсетті, NP генінің сәйкестігі 99% құрады.

Түйін сөздер: тұмау, вирус, NP, құс тұмауының вирусы, H3N8, vRNP, РНК.

А.М. Мелисбек^{1*}, С.К. Кендирбаева², Б.С. Усербаев¹, М.Ж. Ширинбеков¹,
Г. Акболат³, Е.Д. Бурашев¹, Н.С. Кожабергенов¹, А.К. Бопи¹, К.Б. Баракбаев¹,
А.К. Наханов¹, М.Б. Орынбаев¹, К.Т. Султанкулова¹

¹Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности,
Жамбылская область, пгт. Гвардейский, Казахстан

²Факультет биологии и химии, Кыргызский государственный университет
им. И. Арабаева, г. Бишкек, Кыргызстан

*e-mail: aibarysmelisbek@gmail.com

Генетический анализ Нуклеопротеина вируса гриппа А/Н3N8 азиатского и европейского происхождения, выделенного в 2018 году

В данной работе представлены результаты генетического анализа NP гена двух штаммов вируса гриппа птиц выделенных на территории Республики Казахстан в 2018 году на территории мелких озер (Алуа и Займище) Северо-Казахстанской области. Данные штаммы показали между собой наличие 54 замен в нуклеотидной последовательности и 4 замен в аминокислотной последовательности, тем самым значительно дистанцируются между собой. При филогенетическом анализе наибольшее родство со штаммами из Европы показал штамм A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8), гомология между штаммами составила 96-97%. Второй штамм A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8) показал генетическое сходство со штаммами из Азии, идентичность по гену NP составила 99%.

Ключевые слова: грипп, вирус, NP, вирус птичьего гриппа, H3N8, vRNP, PHK.

Introduction

Influenza A viruses belonging to the *Orthomyxoviridae* family contain eight negative-sense single-stranded RNA segments. Due to a higher error rate during replication due to the lack of a proof-reading mechanism, influenza A viruses have a rich genetic diversity. Wild birds form a large gene pool of influenza A viruses in nature, based on the genetic and antigenic variability of their surface proteins HA and NA, influenza viruses are classified into different antigenic subtypes such as hemagglutinin 18 (HA) and neuraminidase 11 (NA) [1-2].

The wild bird reservoir plays an important role in the emergence, evolution, maintenance and spread of zoonotic influenza viruses. For example, the highly pathogenic avian influenza A (H5N1) virus, which has been repeatedly transmitted to humans since it was first reported in 1996, has indeed spread worldwide through bird migration [2]. The novel H7N9 avian influenza virus has been causing serious infections in humans in China since March 2013 and is a genetic reassortment of wild bird influenza virus and poultry avian influenza virus [3]. More recently, H5N10 influenza viruses, including H5N6 and H5N8 viruses, have been circulating in poultry and wild birds and are causing economic damage to livestock production. It should be noted that the H5N6 virus has crossed the species barrier and caused multiple infections among people in China and posed a threat to human health. As of January 15, 2021, 27 laboratory-confirmed cases of human infection with influenza A (H5N6) vi-

rus have been reported to WHO from China [4,5]. Once these zoonotic influenza viruses acquire the ability to transmit effectively from person to person, a pandemic will arise that will endanger the lives of people around the world. Three subtypes (H1N1, H2N2 and H3N2) of influenza viruses, with the exception of the 1918-1919 H1N1 influenza virus, some of whose genes originated from a wild waterfowl reservoir, have caused influenza pandemics in humans [6]. Waterfowl are the reservoir of influenza A viruses and are responsible for the evolution and spread of the virus over long distances. Occasionally, spread to poultry or domesticated mammals can lead to infection in humans and sustained transmission within a new mammalian host, as evidenced by the equine influenza (H3N8) (EIV) virus. H3N8 influenza viruses have been detected in a range of wild bird species, including *Anseriformes* (primarily from migratory ducks) and *Charadriiformes* (primarily from waders) of humans, and can trigger a population epidemic of the virus. In addition, sporadic cases of interspecies transmission of the H3N8 influenza virus have been reported in various species such as pigs, dogs, horses, seals and donkeys [12-16]. Although infected birds remain healthy or show only mild disease, H3N8 viruses can cause severe respiratory illness in mammalian hosts and even death. Of particular note, H3N8 avian influenza viruses have established stable strains in dogs and horses. Although sporadic cases of H3N8 avian IAV have not been reported in humans, a previous study showed that the H3N8 seal virus can be transmit-

ted by airborne infection in ferrets, which is widely used to assess the pandemic potential of influenza viruses in humans [17]. The above studies show that H3N8 AIVs are a potential threat to human and animal health.

The study of the molecular genetic properties of all 8 genes is necessary to understand the structure and reproduction of the virus. The nucleoprotein (NP) gene of the avian influenza virus plays a central role in viral replication. As a structural protein with no intrinsic enzymatic activity, it is the most abundant viral protein in infected cells. NP is a critical component of the viral ribonucleoprotein (vRNP) complex, and recognized functions of NP include, among others, organization of RNA packaging, nuclear transport, and transcription and replication of viral RNA. NP is a multifunctional protein and is indispensable for virus replication [18].

Materials and methods

Objects of study

Since 2018, materials (cloaca swabs) have been collected from various species of wild birds. The territory for collecting material was small lakes (Alua and Zaimishche) of the North Kazakhstan region. In total, samples of cloacal swabs from 90 wild birds of the families *Anatidae*, *Accipitridae*, *Rallidae*, *Podicipedidae* were studied. Cloac samples were collected aseptically and stored and transported in liquid nitrogen. Samples were stored at -40°C until the study.

Isolation of viral RNA

Viral RNA isolation was performed using the QIAamp Viral RNA Mini Kit according to the manufacturer's recommendations from 140 µl of virus-containing liquid.

Synthesis of cDNA

Reverse transcription for cDNA synthesis was carried out with reversease – 200 U/µl M-MLV enzyme synthesizing cDNA on an RNA template using the Uni12(AGCAAAGCAGG) primer.

Setting up a polymerase chain reaction

The PCR mixture was collected using a commercial Platinum SuperFi DNA Polymerase kit (Invitrogen) according to the manufacturer's recommendations using the primers listed in Table 1. The temperature-time regimen of amplification was carried out according to the program: 1) 50°C, 30 min.; 94 °C – 2 min.; 2) 35 cycles 94 °C – 30 sec.; 50 °C – 30 sec.; 68 °C – 1 min., post-amplification 68 °C – 7 min. Amplification was carried out on a Mastercycler X50s cycler, Eppendorf (USA).

Table 1 – Primers used

Primer name	Sequence 5' – 3'	Product size, bp
Bm-NP-1	AGC AAA AGC AGG GTA	1565
Bm-NP-1565R	AGT AGA AAC AAG GGT ATT TTT	

Sequencing

Samples for sequencing were prepared using the BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing kit from Applied Biosystems. Sequencing was performed on a 3130xl Genetic Analyzer automated 16-capillary sequencer (Applied Biosystems/Hitachi). Nucleotide sequences were analyzed and assembled using the Sequencer v 4.5 program [26].

Comparative and phylogenetic analysis

Comparative analysis by nucleotide sequences was carried out in the software modules of the NCBI website (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>). The search for homologous nucleotide sequences of influenza A virus genes was carried out using the BLAST program in the GeneBank database. Phylogenetic analysis of the sequences was performed using the Mega 10 program. The phylogenetic tree was built using the Neighbor-joining method and the Kimura 2-parameter model with the inclusion of substitutions d: Transitions + Transversions, as well as the inclusion of codons 1st + 2nd + 3rd + Non-Coding and repetition bootstraps 500.

Results and discussion

As a result of the research, genetic studies of the degree of genetic relationship of Kazakhstani strains of European avian influenza virus A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) and Asian origin A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8) with reference viruses were carried out. from the international gene database (GenBank). The results of sequencing of the accumulated PCR products of the NP gene, the results of which determined their nucleotide sequences. The nucleotide sequences of the NP gene are shown in Figure 1.

When conducting a comparative analysis of the nucleotide sequences of the NP gene of two Kazakh influenza virus strains A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) and A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8) isolated in 2018 in the northern regions Kazakhstan, it was found that the isolates differ in the presence of 54 nucleotide substitutions and 4 amino acid substitutions. The results of the comparative analysis are presented in Figure-2.3.


```

>ON682725 A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8)
AGCAGGGTAGATAATCACTCACTGAGTGACATCAAAATCATGGCGTCTCAAGGCACCAAACGATCTTATGAACA-
GATGGAAACTGGTGGAGAACGCCAGAATGCCACTGAAATCAGAGCATCTGTTGGAAGGATGGTTGGTGAATTGGG-
AGGTTCTACATACAGATGTGCACTGAACTCAAACCTCAGCGACTATGAAGGGAGGCTGATCCAGAACAGCATA-
ACGATAGAGAGAATGGTTCTCTCTGCATTTGATGAAAGGAGGAACAAATACCTGGAAGAACATCCCAGTGC-
GGGAAGGACCCGAAGAAAACCTGGAGGTCCAATTTATCGAAGGAGAGATGGGAAATGGATGAGAGAAGCTGATCCT-
GTATGACAAAGAGGAGATCAGAAGGATCTGGCGTCAAGCGAACAAATGGAGAGGACGCAACTGCTGGTCTCACT-
CACCTGATGATCTGGCATTCCAATCTAAATGATGCCACATAACCAGAGGACAAGAGCTCTCGTGCCTACTGGGATG-
GACCCCAAGATGTGCTCTCTGATGCAAGGATCAACTCTCCCGAGGAGATCTGGAGCTGCTGGTGCAGCAGTA-
AAGGGAGTCGGAACGATGGTGTGATGGAACATAATTCGGATGATAAAACGAGGGATTAATGACCCGGAATTTCTGGAGA-
GGCGAAAACGGACGGGAACAAGGATTGCATATGAGAGAATGTGCAACATCCTCAAAGGGAAAATCCAAA-
CAGCAGCACAAAGAGCAATGATGGATCAGGTGCGTGAAAGCAGGAATCCTGGCAATGCTGAAATTGAAGATCT-
TATCTTTCTGGCACGGTCTGCACTCATCCTGAGAGGATCAGTGGCCATAAGTCTGCTTGCTGCTTGTGTATAC-
GGACTCGCTGTGGCCAGTGGATACGACTTTGAGAGAGAAGGGTACTCTCTAGTTGGAATAGATCCTTTCCGTCT-
GCTTCAAACAGCCAGGTCTTCAGTCTCATTAGACCAAATGAGAACCAGCACACAAGAGTCAATTGGTTTGGATG-
GCATGCCATACTGCAGCATTGGAAGACCTGAGAGTCTCAAGTTTCATCAGAGGGACAAGAGTGGTCCCAAGAGGA-
CAACTATCCACCAGAGGAGTTCAAATTGCTTCAAACGAGAACATGGAAACAATGGACTCCAGCACTCTGAATT-
GAGGAGCAGATATTGGGCTATAAGAACCAGGAGTGGAGGAAACACCAACCAACAGAGAGCATCTGCAGGACA-
GATCAGTGTACAGCCCACTTTCTCGGTACAGAGAAATCTTCCCTTCGAAAGAGCGACCATTATGGCGGCGTTCA-
CAGGAAATACTGAAGGCAGAACATCTGACATGAGGACTGAAATCATAAGAATGATGGAAAGTGCAGACCAGAA-
GATGTGCTCTCCAGGGGCGGGGAGTCTTCGAGCTCTCGGACGAAAAGGCAACGAACCCGATCGTGCCTTCCCTT-
GACATGAGTAATGAAGGATCTTATTCTTCGGAGACAATGCAAAGGAGTATGACAATTAAGAAAAATACCCTT-
GTTTCTACT

>MT126635 (A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8))
AGCAGGGTAGATAATCACTCACTGAGTGACATCAACATCATGGCGTCTCAAGGCACCAAACGATCTTATGAA-
CAGATGGAAACTGGTGGAGAGCGCCAGAATGCCACTGAGATCAGAGCATCTGTTGGAAGAATGGTTGGTG-
GAATTGGGAGGTTCTACATACAGATGTGCACTGAGCTCAAACCTCAGCGACTATGAAGGAAGGCTGATCCAGAA-
CAGCATAACAATAGAGAGAATGGTTCTATCTGCATTTGATGAAAGGAGGAACAAATATCTGGAAGAACATCCCAGT-
GCGGGGAAGGACCCGAAGAAAACCTGGAGGTCCAATTTATCGGAGGAGAGATGGGAAATGGGTGAGAGAACT-
GATCCTGTACGACAAAGAGGAGATCAGGAGGATCTGGCGTCAAGCGAACAAATGGAGAAGACGCAACTGCTG-
GTCTCACTCACTGATGATCTGGCATTCCAATCTAAATGATGCCACATAACCAGAGGACAAGAGCTCTCGTGC-
GTACTGGGATGGACCCCAAGGATGTGCTCTTATGCAAGGATCAACTCTCCAAGGAGATCTGGAGCTGCTG-
GTGCAAGCAGTAAAGGGAGTCCGGACAATGGTGTGATGGAACATAATTCGGATGATAAAGCGAGGAATTAAT-
GATCGGAACCTCTGGAGAGGTGAGAATGGACGAAGGACAAGGATTGCATATGAGAGAATGTGCAACATCCT-
CAAAGGGAAATTCCAAACAGCAGCACAAAGAGCAATGATGGACAGGATGCGTGAAAGCAGGAATCCTGGCAAT-
GCTGAAATTGAAGATCTCATCTTTCTGGCACGGTCTGCACTCATCCTGAGAGGGTCAAGTGGCCATAAGTCTGCTT-
GCCTGCTTGTGTGTACGGACTCGCTGTGGCCAGTGGATACGACTTTGAGAGAGAAGGGTACTCTCTAGTTGGAATA-
GATCCTTTCCGTCTGCTTCAAACAGCCAGGTCTTCAGTCTCATTAGACCAAATGAGAATCCAGCACACAAGAGT-
CAATTGGTGTGGATGGCATGTCAATTCTGCAGCATTGAGGATCTGAGAGTCTCAAGTTTCATCAGAGGGACAAGAG-
TAGTTCCAAGAGGACAACATCCACCAGAGGAGTTCAAATTGCTTCAAATGAGAATATGGAAACAATGGACTC-
CAGCACTCTTGAAGTGAAGCAGATATTGGGCTATAAGAACCAGGAGTGGAGGAAACACCAACCAACAAAGAG-
CATCTGCAGGACAAATCAGTGTACAGCCCACTTTCTCGGTACAGAGAAATCTTCCCTTTGAAAGAGCGACCAT-
TATGGCGGCGTTCACAGGGAATACTGAGGGCAGAACATCCGACATGAGGACTGAAATCATAAGAATGATGGAAAGT-
GCCAGACCAGAAGATGTGTCTTTCCAGGGGCGGGGAGTCTTCGAGCTCTCGGACGAAAAGGCAACGGACCCGATC-
GTGCCTTCCCTTGACATGAGTAATGAAGGATCTTATTCTTCGGAGACAATGCAGAGGAGTATGACAATTAAGAAA-
AATACCCTTG

```

Figure 1 – Nucleotide sequence of the NP gene of Kazakhstan influenza virus strains A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) and A/garganey/North-Kazakhstan/45/2018(H3N8)

Analysis of the nucleotide sequence of the NP gene of Kazakhstan influenza virus strains A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) and A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8) by the BLAST program showed that the sequence homology between them is 97% . The results are presented in Figure-2.

Further studies were aimed at conducting a comparative analysis of the NP gene of new strains of

avian influenza virus with the available data in the international gene bank and compiling a phylogenetic tree. To determine the phylogenetic characteristics of two influenza virus strains A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) and A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8), the sequenced region of the NP gene was aligned with the nucleotide sequences of influenza virus strains from the international data bank. The results are shown in Figure-4

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
2566 bits(1389)	0.0	1497/1551(97%)	0/1551(0%)	Plus/Plus
Query Sbjct	1 1	AGCAGGGTAGATAATCACTCACTGAGTGACATCAACATCATGGCGTCTCAAGGCACCAAA.....A.....		60 60
Query Sbjct	61 61	CGATCTTATGAACAGATGGAAACTGGTGGAGAGCGCCAGAATGCCACTGAGATCAGAGCA.....A.....		120 120
Query Sbjct	121 121	TCTGTTGGAAGAATGGTTGGTGGAAATGGGAGGTTCTACATACAGATGTGCACTGAGCTC.....G.....		180 180
Query Sbjct	181 181	AAACTCAGCGACTATGAAGGAAGGCTGATCCAGAACAGCATAACAATAGAGAGAATGGTT.....G.....		240 240
Query Sbjct	241 241	CTATCTGCATTTGATGAAAGGAGGAACAAATATCTGGAAGAACATCCAGTGCGGGGAAG ..C.....C.....		300 300
Query Sbjct	301 301	GACCCGAAGAAAACCTGGAGGTCCAATTTATCGGAGGAGAGATGGGAAATGGGTGAGAGAA.....A.....A.....		360 360
Query Sbjct	361 361	CTGATCTGTACGACAAAGAGGAGATCAGGAGGATCTGGCGTCAAGCGAACAATGGAGAA.....T.....A.....G.....		420 420
Query Sbjct	421 421	GACGCAACTGCTGGTCTCACTCACCTGATGATCTGGCATTCCAATCTAAATGATGCCACA		480 480
Query Sbjct	481 481	TACCAGAGGACAAGAGCTCTCGTGCCTACTGGGATGGACCCAGGATGTGCTCTCTTATG.....A.....G.....		540 540
Query Sbjct	541 541	CAAGGATCAACTCTCCAAGGAGATCTGGAGCTGCTGGTGCAGCAGTAAAGGGAGTCGGG.....G.....A.....		600 600
Query Sbjct	601 601	ACAATGGTGATGGAACATAATTCGGATGATAAAGCGAGGAATTAATGATCGGAACTTCTGG ..G.....A.....G.....C.....T.....		660 660
Query Sbjct	661 661	AGAGGTGAGAATGGACGAAGGACAAGGATTGCATATGAGAGAATGTGCAACATCCTCAAA.....C..A..C.....G..A.....		720 720
Query Sbjct	721 721	GGGAAATTCAAAACAGCAGCACAAAGAGCAATGATGGACCAGGTGCGTGAAAGCAGGAAT.....T.....		780 780
Query Sbjct	781 781	CCTGGCAATGCTGAAATTGAAGATCTCATCTTTCTGGCACGGTCTGCACTCATCCTGAGA.....T.....		840 840
Query Sbjct	841 841	GGGTCAGTGGCCATAAGTCTGCTTGCCTGCTTGTGTGTACGGACTCGCTGTGGCCAGT ..A.....A.....		900 900
Query Sbjct	901 901	GGATACGACTTTGAGAGAGAAGGGTACTCTCTAGTTGGAATAGATCCTTTCCGTCTGCTT		960 960
Query Sbjct	961 961	CAAAACAGCCAGGTCTTCAGTCTCATTAGACCAAATGAGAATCCAGCACACAAGAGTCAA.....C.....		1020 1020
Query Sbjct	1021 1021	TTGGTGTGGATGGCATGTCTTCTGCAGCATTTCGAGGATCTGAGAGTCTCAAGTTTCATC.....T.....C.....A.....T.....A.....C.....		1080 1080
Query Sbjct	1081 1081	AGAGGGACAAGAGTAGTTCGAAGAGGACAACATATCCACCAGAGGAGTCAAATTGCTTCA.....G..C.....		1140 1140
Query Sbjct	1141 1141	AATGAGAATATGGAACAATGGACTCCAGCACTTTGAACTGAGAAGCAGATATTGGGCT ..C.....C.....T.....G.....		1200 1200
Query Sbjct	1201 1201	ATAAGAACCAGGAGTGGAGGAAACACCAACCAACAAGAGCATCTGCAGGACAAATCAGT.....G.....G.....		1260 1260
Query Sbjct	1261 1261	GTACAGCCCACCTTCTCGGTACAGAGAAATCTTCCCTTTGAAAGAGCGACCATTATGGCG.....C.....		1320 1320
Query Sbjct	1321 1321	GCGTTCACAGGGAACTAGGAGGAGCAACATCCGACATGAGGACTGAAATCATAAGAATG.....A.....A.....T.....		1380 1380
Query Sbjct	1381 1381	ATGGAAGTGCCAGACCAGAAGATGTGTCTTTCCAGGGGCGGGGAGTCTTCGAGCTCTCG.....C.....		1440 1440
Query Sbjct	1441 1441	GACGAAAAGGCAACCGACCCGATCGTGCCTTCCCTTTGACATGAGTAATGAAGGATCTTAT.....A.....		1500 1500
Query Sbjct	1501 1501	TTCTTCGGAGACAATGCAGAGGAGTATGACAATTAAGAAAAATACCCTTG.....A.....		1551 1551

Figure 2 – Comparative analysis of the nucleotide sequence of the NP gene of Kazakhstan influenza virus strains ON682725 A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) and MT126635 A/garganey/North azakhstan/45/2018(H3N8)

Range 1: 1 to 498 [GenPept](#) [Graphics](#) ▼ [Next Match](#) ▲ [Previous Match](#)

Score	Expect	Method	Identities	Positives	Gaps
1028 bits(2657)	0.0	Compositional matrix adjust.	494/498(99%)	498/498(100%)	0/498(0%)
Query 1	MASQGTKRSYEQMETGGERQNATEIRASVGRMVGGIGRFYIQMCTELKLSDYEGRLIQNS				60
Sbjct 1	.....				60
Query 61	ITIERMVLSAFDERRNKYLEEHP SAGDKPKKTGGPIYRRRDGKVVRELILYDKEEIRRIW				120
Sbjct 61	.....M.....				120
Query 121	RQANNGEDATAGLTHLMIWHSNLNDATYQRTALVRTGMDPRMCSLMQGSTLPRRSGAAG				180
Sbjct 121	.....				180
Query 181	AAVKGVGTMVMEIIRMIKRGINDRNFWRGNGRRRIAYERMCNIIKGGKFTAQAQRAMMD				240
Sbjct 181	.....				240
Query 241	QVRESRNP GNAEIEDLIFLARSALILRGSVAHKSCLPACVYGLAVASGYDFEREGYSLVG				300
Sbjct 241	.....				300
Query 301	IDPFRLQNSQVFSLIRPNENPAHKSQLVMMACHSAAFEDLRVSSFIRGTRVVPRGQLST				360
Sbjct 301	.....T.....				360
Query 361	RGVQIASNENMETMDSSTLELRSRYWAIRTRSGGNTNQQRASAGQISVQPTFSVQRNLPF				420
Sbjct 361	.....				420
Query 421	ERATIMAAFTGNTGRTSDMRTEIIRMESARPEDVVSFQGRGVFELSDEKATDPIVPSFD				480
Sbjct 421	.....N.....				480
Query 481	MSNEGSYFFGDNAEEYDN		498		498
Sbjct 481	.....K....		498		498

Figure 3 – Comparative analysis of the amino acid sequence of the NP gene of the Kazakh strains of the influenza virus ON682725 A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) and MT126635 A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8)



Figure 4 – Phylogenetic tree of nucleotide sequences of the NP gene of strains ON682725 A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) is marked with a square and MT126635 A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8) is marked with a circle with influenza virus strains from international data bank GenBank

Kazakhstan, as the largest country in Central Asia, is the site of transcontinental migration routes connecting East Asian migration routes with European ones and vice versa [22]. Genetic analysis in the avian influenza monitoring system makes it possible to determine the genetic characteristics of influenza virus strains isolated from wild birds, identify strains with unusual biological properties and strains with high virulence, as well as predict epizootic situations and justify timely interventions in the epizootic process. The study of phylogenetic similarities of circulating avian influenza virus strains around the world is necessary to identify the mechanisms of their spread [19].

The study of phylogenetic similarities of the genetic relationship of Kazakhstani strains of avian influenza virus in the NP gene of European A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) and Asian origin A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8) with reference viruses from the international database showed (Figure 4) that the strain of European origin A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) showed the greatest relationship with the strain from Russia (A/duck/Moscow/4298/2010(H3N8) and the Netherlands (A/Mallard/Netherlands/8/2013(H3N8) through which the migratory route of wild geese runs, the homology between strains was 99%. with strains from Mongolia, Bangladesh and South Korea, identity between strains varies between 96%-97%. There are 4 major transcontinental migration routes in Mongolia alone (East Asia/Australia, Central and Asia/India, Western Asia/Africa and the Mediterranean/Black Sea), outbreaks of various subtypes of avian influenza virus have also been detected in these countries [20].

The presence of similar segments of identified low pathogenic H3N8 strains in wild waterfowl from Russia and Europe also suggests a link between new reassortants and migratory birds from Asian countries of the African-Eurasian flyway as molting and resting sites along the Russian-Kazakhstan, Mon-

golian and Chinese borders [21]. According to the World Organization for Animal Health, the deterioration of the epizootic picture in 2018-2019 led to outbreaks of highly pathogenic H5N8 strains around the world in 2020. Significant deaths were recorded among poultry in Kazakhstan, China, Mongolia and Russia [23].

An analysis of various literature shows a significant spread of the H3N8 subtype avian influenza virus on all continents of the world; the availability of such data allows us to conclude that there is a global threat to human and animal health. The avian influenza virus is distinguished by the peculiarity of interspecies transfer of the host, thereby creating a great danger for new epizootic outbreaks. Observation and study of the molecular genetic properties of circulating new strains of avian influenza virus in the territory of the Republic of Kazakhstan is necessary for preventive measures and the prevention of new outbreaks.

The study of the origin of hemagglutinin (HA) of these strains by phylogenetic analysis differentiated the strain A/northern shoveler/North-Kazakhstan/20/2018(H3N8) into the group of the European line, the strain A/garganey/North Kazakhstan/45/2018(H3N8) belonged to the group Asian line [24].

Thus, the phylogenetic tree of the NP gene showed that two genetically different H3 viruses of Asian and European origin circulate in Kazakhstan. The circulation of these strains is due to the location of Kazakhstan on the main migratory routes of wild birds, which are reservoirs of the avian influenza virus. Recombination of H3 subtype influenza viruses requires constant monitoring in Kazakhstan.

The work was conducted under the support of the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan within the Grant Financing Project AP05132659, "Molecular Epizootological Monitoring of Avian Influenza in Kazakhstan."

We declare no conflict of interest.

References

1. Yoon S-W, Webby RJ, Webster RG. Evolution and ecology of influenza A viruses. *In: Influenza pathogenesis and control 1*, (2014): 359–375.
2. Olsen B, Munster VJ, Wallensten A, et al. Global patterns of influenza A virus in wild birds. *Science* 312, (2006): 384–388.
3. Liu D, Shi W, Shi Y, et al. Origin and diversity of novel avian influenza A H7N9 viruses causing human infection: phylogenetic, structural, and coalescent analyses. *Lancet* 381, no 9881 (2013): 1926–1932.
4. AIWUN. Avian Influenza Weekly Update Number 775. [cited 15 Jan 2021]. 2021. https://www.who.int/docs/default-source/wpro-documents/emergency-surveillance/avian-influenza/ai-20210115pdf?sfvrsn=30d65594_95.
5. Pan M, Gao R, Lv Q, et al. Human infection with a novel, highly pathogenic avian influenza A (H5N6) virus: virological and clinical findings. *J Infect.* 72, no 1 (2016): 52–59.

6. Wang TT, Palese P. Emergence and evolution of the 1918, 1957, 1968, and 2009 pandemic virus strains. *Textbook Infl.* 6, (2013): 218.
7. Webster RG, Bean WJ, Gorman OT, Chambers TM, Kawaoka Y. Evolution and ecology of influenza A viruses. *Microbiol Rev.* 56, (1992): 152–179.
8. Webster RG, Govorkova EA. Continuing challenges in influenza. *Ann N Y Acad Sci.* 1323, (2014): P. 115–139.
9. Parrish CR, Murcia PR, Holmes EC. Influenza virus reservoirs and intermediate hosts: dogs, horses, and new possibilities for influenza virus exposure of humans. *J Virol.* 89, (2015): 2990–2994.
10. Joseph U, Su YC, Vijaykrishna D, Smith GJ. The ecology and adaptive evolution of influenza A interspecies transmission. *Influenza Other Respir Viruses* 11, (2017): 74–84.
11. Kahn RE, Ma W, Richt JA. Swine and influenza: a challenge to one health research. *Curr Top Microbiol Immunol.* 385, (2014): 205–218.
12. Anthony S, Leger JS, Pugliares K, et al. Emergence of fatal avian influenza in New England harbor seals. *MBio.* 3, no 4 (2012).
13. Crawford P, Dubovi EJ, Castleman WL, et al. Transmission of equine influenza virus to dogs. *Science* 310, no 45747 (2005): 482–485.
14. Gibbs EPJ, Anderson TC. Equine and canine influenza: a review of current events. *Anim Health Res Rev.* 11, no 1 (2010): 43–51.
15. Tu J, Zhou H, Jiang T, et al. Isolation and molecular characterization of equine H3N8 influenza viruses from pigs in China. *Arch Virol.* 154, no 5 (2009): 887–890.
16. Qi T, Guo W, Huang W, et al. Isolation and genetic characterization of H3N8 equine influenza virus from donkeys in China. *Vet Microbiol.* 144, (2010): 455–460.
17. Hussein, I., Krammer, F., Ma, E. et al. New England harbor seal H3N8 influenza virus retains avian-like receptor specificity. *Sci Rep* 6, (2016).
18. Webster RG, Monto AS, Braciale TJ, Lamb RA. *Textbook of Influenza.* Wiley, 2013.
19. Sultankulova K.T., Akylbayeva K.K., Jekebekov K.K., Junushov A.T., Melisbek A.M., Zuban I.A., Orynbayev M.B., K.D. Zakarya “Molekuljarno-geneticheskiy analiz novyh izolatov virusa grippa ptic subtipa N3N8, vydelennyh v severnyh regionah Kazakhstana [Molecular genetic analysis of new isolates of H3N8 subtype avian influenza virus isolated in the northern regions of Kazakhstan].” *Bulletin of KazNU. Biological series* 82, no 1 (2020) – (In Russian)
20. Tseren-Ochir E.O., Damdinjav B., Sharkhuu T. Epidemiology of avian influenza viruses in wild birds in Mongolia. *The International Journal of Infectious Diseases* 14, (2010): 164–165.
21. Global Consortium for H5N8 and Related Influenza Viruses. Role for migratory wild birds in the global spread of avian influenza H5N8. *Science* 354, no 6309 (2016): 213–217.
22. Sultankulova K.T., Dzhekebekov K.K., Orynbayev M.B. et al. Evidence for flock transmission of individual subtypes and strains of avian influenza viruses: A monitoring study of wild birds in Kazakhstan. *Virus Research* 320, (2022). <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2022.198898>
23. OIE. Global Situation reports [Electronic resource] <https://www.woah.org/en/disease/avian-influenza/#ui-id-2>
24. Jekebekov K.K., Akylbayeva K.K., Melisbek A.M., Junushov A.T., Burashev E.D., Orynbayev M.B., Sultankulova K.T. Genetic diversity of avian influenza virus strains A/H3N8. *Experimental Biology* 4, no 85 (2020): 86–95.

Авторлар туралы мәлімет:

Мелисбек Айбарыс – Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институтының кіші ғылыми қызметкері, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ молекулалық биология және генетика кафедрасының PhD докторанты (Гвардейский, Қазақстан, e-mail: aiбарысmttt@gmail.com)

Кендирбаева Саттанат – И.Арабаев атындағы Қырғыз мемлекеттік биология және химия факультетінің биоалуантүрлік кафедрасының доценті, биология ғылымдарының кандидаты (Бішкек, Қырғызстан, e-mail: santaken999@gmail.com)

Усербаев Бекболат – Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институтының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан, Гвардейский (Гвардейский, Қазақстан, e-mail: b.usserbayev@biosafety.kz)

Ширинбеков Мейіржан – Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институтының кіші ғылыми қызметкері (Гвардейский, Қазақстан, e-mail: meirzhan1016@mail.ru)

Ақболат Гауһар – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ биология және биотехнология факультетінің магистранты (Алматы, Қазақстан, e-mail: a.gauhar01@mail.ru)

Бурашев Ербол – Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институтының зертхана меңгерушісі, PhD доктор (Гвардейский, Қазақстан, e-mail: e.burashev@biosafety.kz)

Қожабергенов Нурлан – Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институтының аға ғылыми қызметкері (Гвардейский, Қазақстан, e-mail: n.kozhabergenov@biosafety.kz)

Бопи Арайлым – Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институтының ғылыми қызметкері (Гвардейский, Қазақстан, e-mail: a.bopi@biosafety.kz)

Барақбаев Қайнар – Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институтының зертхана меңгерушісі, ветеринария ғылымдарының кандидаты (Гвардейский, Қазақстан, e-mail: k.barakbayev@biosafety.kz)

Наханов Азиз – Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институтының зертхана меңгерушісі, биология ғылымдарының кандидаты (Гвардейский, Қазақстан, e-mail: a.nakhanov@biosafety.kz)

Орынбаев Мұхит – Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институтының бас ғылыми қызметкері, Ұлттық ғылым академиясының академигі, профессор, ветеринария ғылымдарының кандидаты (Гвардейский, Қазақстан, e-mail: omb65@mail.ru)

Султанкулова Күляйсан – Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институтының зертхана меңгерушісі, профессор, биология ғылымдарының кандидаты (Гвардейский, Қазақстан, e-mail: k.sultankulova@biosafety.kz)

Information about authors:

Melisbek Aibarys – Junior Researcher at the Scientific Research Institute of Problems of Biological Safety, PhD Student at the Department of Molecular Biology and Genetics, al-Farabi Kazakh National University (Guardeyskiy, Kazakhstan, e-mail: aibarysmmm@gmail.com)

Kendirbayeva Saltanat – Associate Professor of the Department of Biodiversity Faculty of Biology and Chemistry Kyrgyz State University named after I. Arabayev, Candidate of Biological Sciences (Bishkek, Kyrgyzstan, e-mail: santaken999@gmail.com)

Userbayev Bekbolat – Senior Researcher at the Scientific Research Institute of Problems of Biological Safety (Guardeyskiy, Kazakhstan, e-mail: b.usserbayev@biosafety.kz)

Shirinbekov Meirzhan – Junior Researcher at the Scientific Research Institute of Problems of Biological Safety (Guardeyskiy, Kazakhstan, e-mail: meirzhan1016@mail.ru)

Akbolat Gauhar – Master's Student at the Faculty of Biology and Biotechnology al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: a.gauhar01@mail.ru)

Burashev Yerbol – Head of Laboratory, PhD, at the Scientific Research Institute of Problems of Biological Safety (Guardeyskiy, Kazakhstan, e-mail: e.burashev@biosafety.kz)

Kozhabergenov Nurlan – Senior Researcher at the Scientific Research Institute of Problems of Biological Safety (Guardeyskiy, Kazakhstan, e-mail: n.kozhabergenov@biosafety.kz)

Bopi Araylym – Researcher at the Scientific Research Institute of Problems of Biological Safety (Guardeyskiy, Kazakhstan, e-mail: a.bopi@biosafety.kz)

Barakbayev Kaynar – Head of Laboratory at the Scientific Research Institute of Problems of Biological Safety, Candidate of Veterinary Sciences (Guardeyskiy, Kazakhstan, e-mail: k.barakbayev@biosafety.kz)

Nakhanov Aziz – Head of Laboratory at the Scientific Research Institute of Problems of Biological Safety, Candidate of Biological Sciences (Guardeyskiy, Kazakhstan, e-mail: a.nakhanov@biosafety.kz)

Orynbayev Mukhit – Chief Researcher at the Scientific Research Institute of Problems of Biological Safety Academician of the National Academy of Sciences, Professor, Candidate of Veterinary Sciences (Guardeyskiy, Kazakhstan, e-mail: omb65@mail.ru)

Sultankulova Kulyaisan – Head of Laboratory at the Scientific Research Institute of Problems of Biological Safety, Professor, Candidate of Biological Sciences (Guardeyskiy, Kazakhstan, e-mail: k.sultankulova@biosafety.kz)

Received February 23, 2023

Accepted September 26, 2024

A.N. Kaliyeva¹, N.S. Mamytova^{2*}, G.Zh. Medeuova¹,
D.A. Sadykova¹, Z.S. Rakhimova¹

¹Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: mamytova.nurgul@kaznu.kz

STUDY OF TANNING SUBSTANCES AND FLAVANOIDS IN THE LEAVES OF ASIAN AGRIMONY (*AGRIMONIA ASIATICA* JUZ.)

Asian agrimony (*Agrimonia asiatica* Juz) is a common wild plant including that growing within the territory of Kazakhstan, a very promising raw material for flavonoids and tanning substances release. These active substances have significant pharmacological potential. The article presents the results of work on determining the quantitative and qualitative composition of tannins and flavonoids in plant raw materials from the Asian agrimony (*Agrimonia asiatica* Juz). The presence of tanning substances and flavonoids in the extracts received from the above-ground part of Asian agrimony has been established by qualitative reactions. Various developers for paper chromatography have been used. The quantitative determination of flavonoids has been carried out in terms of the equivalent amount of quercetine, and the standard method of permanganatometric titration has been used to determine the quantitative content of tanning substances. Quantitative content of tanning substances in the leaves of Asian agrimony (*A. asiatica* juz.) showed an 8,156 %, and a quantitative content of flavonoids showed 1,9 %. The purpose of the study is to determine the quantitative and qualitative composition of tannins and flavanoids in prepared herbal medicinal raw materials in order to identify the most promising objects for further research.

Key words: Asian agrimony (*Agrimonia asiatica* Juz), tanning substances, flavonoids, phytochemistry.

А.Н. Калиева¹, Н.С. Мамытова^{2*}, Ф.Ж. Медеуова¹,
Д.А. Садықова¹, З.С. Рахимова¹

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: mamytova.nurgul@kaznu.kz

Азия ошағаны (*Agrimonia asiatica* Juz) жапырағындағы илік заттар мен флаванонидтарды анықтау

Азиялық ошаған (*Agrimonia asiatica* Juz) кең таралған жабайы өсімдік. Ол Қазақстан аумағында өсетін өсімдіктер ішіндегі флавоноидтар мен илік заттарды бөліп алу үшін өте маңызды шикізат болып табылады. Бұл белсенді заттар үлкен фармакологиялық қасиетке ие.

Флавоноидтар және илік заттар барлық өсімдіктер құрамында кездеседі. Олар антигепатоксикалық, антибактериалық, антимулагендік, әртүрлі саңырауқұлақтарға қарсы сондай-ақ қанның қалпына келуіне, суық тигенге қарсы белсенділігі бары анықталған.

Мақалада азиялық ошағанның (*Agrimonia asiatica* Juz) өсімдік шикізатындағы илік заттар мен флавоноидтардың сандық және сапалық құрамын анықтау жұмыстарының нәтижелері берілген. Азиялық ошағанның жер үсті бөлігінен алынған сулы сығындыларда илік заттар мен флавоноидтардың болуы сапалық реакциялар арқылы анықталды. Қағаз хроматографиясы үшін әртүрлі айқындауыштар пайдаланылды.

Флавоноидтарды сандық анықтау кверцетин бойынша жүргізілді, ал таниндердің сандық құрамын анықтау үшін перманганатометриялық титрлеудің стандартты әдісі қолданылды. Азиялық ошағанның (*A. asiatica* Juz.) жапырақтарындағы илік заттардың сандық мөлшері 8,156 %, ал флавоноидтардың сандық құрамы 1,9 % болды.

Біздің жұмысымыздың мақсаты – әрі қарай зерттеу үшін перспективалық объектілерді анықтау мақсатында дайын шөптік дәрілік шикізаттардағы илік заттар мен флавоноидтардың сандық және сапалық құрамын анықтау.

Түйін сөздер: Азиялық ошаған (*Agrimonia asiatica* Juz), илік заттар, флавоноидтар, фитохимия.

А.Н. Калиева¹, Н.С. Мамытова^{2*}, Ф.Ж. Медеуова¹,

А.Н. Калиева¹, Н.С. Мамытова^{2*}, Ф.Ж. Медеуова¹,
Д.А. Садықова¹, З.С. Рахимова¹

¹Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

*e-mail: mamytova.nurgul@kaznu.kz

Изучение дубильных веществ и флаваноидов в листьях репейника азиатского (*Agrimonia asiatica* Juz.)

Репейник азиатский (*Agrimonia asiatica* Juz) является распространенным дикорастущим растением. Это очень важное сырье для извлечения флавоноидов и питательных веществ из растений, произрастающих в Казахстане. Эти активные вещества обладают прекрасными фармакологическими свойствами.

Флавоноиды и дубильные вещества содержатся во всех растениях. Обладают антигепатотоксической, антибактериальной, антимуtagenной, противогрибковой активностью, а также кроеостанавливающей, противопростудной активностью.

В статье представлены результаты работ по определению количественного и качественного состава дубильных веществ и флавоноидов в растительном сырье из репейника азиатского (*Agrimonia asiatica* Juz). Наличие дубильных веществ и флавоноидов в полученных водных извлечениях из надземной части репейника азиатского установили качественными реакциями. Использовались различные проявители для бумажной хроматографии.

Количественное определение флавоноидов проводили в пересчете на кверцетин, а для определения количественного содержания дубильных веществ использовали стандартную методику перманганатометрического титрования. Количественное содержание дубильных веществ в листьях репейника азиатского (*A. asiatica* Juz.) показало 8,156 %, а количественное содержание флавоноидов показало 1,9%.

Цель исследования – проведение определения количественного и качественного состава дубильных веществ и флавоноидов в готовом растительном лекарственном сырье для выявления наиболее перспективных объектов для дальнейших исследований.

Ключевые слова: Репейник азиатский (*Agrimonia asiatica* Juz), дубильные вещества, флавоноиды, фитохимия.

Introduction

Medicinal plants are of great importance for the health of people and the community. The medicinal value of the plant is in some chemicals that have a certain physiological effect on humans. The most important of these biologically active plant components are alkaloids, tanning substances, flavonoids, and phenolic compounds. Many medicinal plants are used as food spices. They are also sometimes added to the products intended for pregnant and nursing mothers for medicinal purposes [1, 2].

Among the various classes of plant compounds that determine their therapeutic effect, a significant place is occupied by flavonoids, which constitute a powerful antioxidant system in plants that can restore oxidized forms of antioxidant compounds [3, 4].

Flavonoids are related to the class of natural polyphenol compounds. They are very common in nature. Flavonoids contain two phenyl waste products. These phenyl waste products are chained to internal atoms of carbon. A five-membered or six-membered oxygen-forming heterocycle is formed and closely connected to flavonoids, they are connected by a benzene nucleus [5,6].

Flavonoids are phytochemicals present in many plants, fruits, vegetables, and leaves, with potential application in medicinal chemistry [7].

Recent studies carried out by scientists have been devoted to the study of the medicinal qualities of flavonoids. Many flavonoids have been shown to have antioxidant activity, hepatoprotective, prevent coronary heart disease, the ability to capture free radicals, anti-inflammatory and antitumor activity while some flavonoids exhibit potential antiviral activity [8]. In plant systems, flavonoids help to push back against oxidative stress and to act as growth regulators. For pharmaceutical purposes, the cost-effective mass production of various types of flavonoids using microbial biotechnology has become possible [9].

Most of all flavonoids are found in actively functioning organs: leaves, flowers, fruits (color, aroma), seedlings, as well as in integumentary tissues that perform protective functions. Different organs and tissues differ not only in quantity, but also in the qualitative composition of flavonoids. [10, 11].

One of the common flavonoids is luteolin, and its glycosides are widespread in plants. The ability of luteolin to prevent carcinogenesis in animal mod-

els, induce apoptosis, inhibit angiogenesis, reduce tumor growth *in vivo*. They increase the sensitivity of tumor cells to the cytotoxic effects of certain antitumor drugs suggests. This flavonoid has cancer chemotherapeutic and chemoprophylaxis potential [12].

The term “tanning substances” shall be understood as a specific “tanning” effect of organic substances mostly of a polyphenol nature [13].

Almost all plants contain tanning substances of hydrolyzable and condensate or mixed types.

In plants, hydrolysable and condensed tannins occur simultaneously, with the predominance of one class. The accumulation and composition of tannins can be influenced by the age and phase of plant development, climate, soil conditions, altitude factor, lighting, humidity, collection time and drying methods [14, 15].

Some scientific data have established that silt substances have antihepatotoxic, antibacterial, antimutagenic, antifungal activity against various fungi, and they also promote blood regeneration, have anti-cold activity [16].

The therapeutic potential of the tanning substances is connected with a phenolic hydroxyl group present on the surface of the tanning substances. This group binds to protein adhesins and contributes to inhibition of enzymes, rupture of plasma membrane and microbial substrate deprivation. Due to their antiseptic properties, the tanning substances are currently being tested against pathogenic organisms [17, 18].

The active substances that have phenolic groups in their structure have significant pharmacological potential. Pharmacological studies have established the presence of anti-inflammatory, antimicrobial and antioxidant activity in Asian agrimony (*A. asiatica juz*) [19, 20].

Further pharmacognostic study of the herb Asian agrimony is an urgent problem and will expand the domestic raw material base of medicinal plant materials, as well as create prerequisites for further in-depth study in order to introduce a new type of raw material into scientific medicine.

Thus, the purpose of the study of our work was to determine the quantitative and qualitative composition of tannins and flavanoids in herbal medicinal raw materials in order to identify the most promising objects for further research.

Materials and Methods

The object of the research was the leaves of the Asian agrimony (*Argimonia asiatica*) that have

been collected 40 km from southeast Kazakhstan east of Almaty in the foothills of Zailiyskiy Alatau. Dried and crushed leaves have been used (crushed to 2-5 mm). Drying of the studied samples was carried out in the open air in the shade in accordance with the requirements of the SP RK. The finished raw materials were placed in paper bags and stored in accordance with the requirements of the general pharmacopoeial article OFS.1.1.0011.15 SP XIIIth edition, v. 1 “Storage of medicinal plant materials and herbal medicinal preparations” in a dry, clean, well-ventilated room. [22].

Qualitative determination of flavonoids

Flavonoids from the aqueous phases are extracted sequentially using ether (aglycones), ethyl acetate (monosides) and butanol (biosides, trisides, etc.)

Qualitative assessment was carried out by methods of one- and two-dimensional chromatography. To determine the substance, it is important to determine the value of R_f. The definition of the R_f value is the ratio of the distance from the spot center to the application point to the distance from the application point to the solvent front.

When carrying out the cyanidin reaction, a pink color is observed. The appearance of a yellow-green color when 1% aluminum chloride solution is added to the extract under study, the appearance of a yellow-brown color with an ammonia solution confirm the presence of flavonoids in the Asian burdock leaf. Thus, the results of qualitative reactions indicate the presence of flavonoid glycosides in the studied plant [23].

Quantitative determination of flavonoids (in terms of the equivalent amount of quercetin)

For analysis, the raw material derived from the leaves of Asian agrimony was cut to small particles in order to pass through a sieve with a diameter of 1 mm.

1 g of raw material derived from the leaves of agrimony was placed in a 150 ml flask, 30 ml of 90% alcohol containing 1% concentrated hydrochloric acid was added. Then the flask was connected to a reflux condenser then heated in a boiling water bath for 30 minutes. Then the flask was cooled to room temperature and extract was filtered through a paper filter into a 100 ml flask. The extraction was repeated 2 more times in the manner specified above. The extracts were mixed and filtered through a filter into the same volumetric flask. Then filter was washed using 90% alcohol, the filtrate was made up to the volume using 90% alcohol. This is our solution A. 2

ml of solution A were placed in a 25 ml volumetric flask, 1 ml of 1% solution of aluminum chloride in 95% alcohol was added, and it was made up to the volume. After 20 minutes, the optical density of the solution on a spectrophotometer Apel-303 (Japan) at the wavelength of 430 nm was measured. We used cuvettes with a layer thickness of 10 mm [22].

For comparison, we used 2 ml of solution A made up to the volume using 95% alcohol in a 25 ml volumetric flask. Control experience. Add 25 ml of indigo sulfonic acid to 525 ml of water and titrate with potassium permanganate solution until golden yellow.

For comparison, we used 2 ml of solution A made up to the volume using 95% alcohol in a 25 ml volumetric flask.

Dry raw materials in percentage points (X), the total content of flavonoids in terms of the equivalent amount of quercetin are calculated by the formula:

$$X = (D \cdot 25 \cdot 100 \cdot 100) / 764,6 \cdot m \cdot 2 \cdot (100 - W)$$

where, D – optical density of the test solution at the wavelength of 430 nm; 764.6 – specific absorbance of quercetin complex with 1% aluminium chloride solution at the wavelength of 430 nm; m – mass of raw materials in grams; W – loss in mass during drying of raw materials in percentage [23].

Qualitative determination of tanning substances in plant raw materials

Precipitation of indigo precipitate, soluble in excess reagent, when adding freshly prepared 1% gelatin solution and 10% hydrochloric acid solution to the aqueous extract from Asiatic agrimony leaves indicates the presence of tannins. When formaldehyde solution of 40% and hydrochloric acid as well as bromine water solution of 0.5% are added to the test extract, no precipitation is formed. The precipitation of white when added to the aqueous extraction solution of medium lead acetate 2% indicates the presence of tannins of the hydrolysable group. The appearance of a dark blue colouring when mohl's salt (MS) 1% solution is added to the water extract confirms that tannins of the hydrolysable group predominate in the leaf of *Asian agrimony*.

Quantitative determination of tanning substances in plant raw materials

To determine the quantitative content of tanning substances, the standard method of permanganometric titration proposed by State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan has been used. T.1. Determination of the tanning substances content in me-

dicinal plant raw materials in terms of the equivalent amount of tannin

2 g of cut raw material derived from the leaves of Asian agrimony and sieved through a sieve with a diameter of 3 mm was placed in a 500 ml conical flask. Then 250 ml of boiled water was poured and boiled at reflux for 30 min with periodic stirring. Then, 25 ml of the resulting extract was pipetted into other conical flask. 500 ml of water, 25 ml of indigosulfo acid were added and titrated with constant stirring until gold color using a solution of potassium permanganate (0.02 mol / L) [22].

At the same time, a control experiment is carried out. As a control, a solution is used where distilled water is used instead of an aliquot of the sample. 1 ml of potassium permanganate solution corresponds to 0.004157 g of tanning substances in terms of the equivalent amount of tannin.

The content of tanning substances (X) in percentage in terms of the equivalent amount of dry raw materials is calculated using a special formula [23]. For comparison, we used 2 ml of solution A made up to the volume using 95% alcohol in a 25 ml volumetric flask.

Dry raw materials in percentage points (X), the total content of flavonoids in terms of the equivalent amount of quercetin are calculated by the formula:

$$X = (D \cdot 25 \cdot 100 \cdot 100) / 764,6 \cdot m \cdot 2 \cdot (100 - W)$$

where, D – optical density of the test solution at the wavelength of 430 nm; 764.6 – specific absorbance of quercetin complex with 1% aluminium chloride solution at the wavelength of 430 nm; m – mass of raw materials in grams; W – loss in mass during drying of raw materials in percentage

The experiments were carried out in 3 speeds and the error of the mean value was calculated in accordance with the requirements of the SP of the Republic of Kazakhstan. [23].

Results and discussion

Determination of quantitative and qualitative composition of tanning substances in plant raw materials

As a result of qualitative reactions to extraction of the grass of Asian agrimony, the presence of tanning substances has been established.

The presence of the tanning substances in the extracts received from the above-ground part of Asian agrimony has been established by qualitative reactions specified in Table 1. Different developing chemicals have been used for paper chromatography.

Table 1 – Qualitative content of tannins in the leaves Asian agrimony (*A. asiatica* Juz.)

№	Different developing chemicals	Substances	Reaction
1	1% aqueous or aqueous-alcohol solution of Mohr's salt (MS) 1% aqueous or water-alcohol solution of Mohr's salt (MS)	Tanning substances	Positive (black and green coloring)
2	2% lead acetate solution	Tanning substances	Positive (white precipitate)

Table 2 – Quantitative compound of tannins in the leaves of Asian agrimony (*A. asiatica* Juz.)

№	Quantitative compound of tanning substances, %
1	8,157± 0,38
2	8,155± 0,41
3	8,156± 0,39
Average	8,156± 0,39

According to the tables 2 it follows that the quantitative content of the tanning substances in the

leaves of Asian agrimony (*A. asiatica* juz.) showed 8,156± 0,39%. This means that tanning substances in the leaves of Asian agrimony (*A. asiatica* juz.) are contained within the permissible values for medicinal plant raw materials.

Determination of quantitative and qualitative composition of flavonoids in plant raw materials

The presence of flavonoids in the alcohol (50% ethyl alcohol) extracts received from the above-ground part of Asian agrimony has been established by the qualitative reactions given in Table 3.

Table 3 – Qualitative content of flavonoids in leaves Asian agrimony (*A. asiatica* Juz.)

№	Different developing chemicals	Substances	Reaction
1	1% solution of aluminum chloride	Flavonoids	Positive (Yellow)
2	Ammonic solution	Flavonoids	Positive (Yellow)

The results of qualitative reactions indicate the presence of flavonoids in the leaf of Asian agrimony. When cyanidine reaction is carried out, a pink staining is observed. The appearance of yellow-green coloring when adding aluminum chloride 1% solution to the test extraction, the appearance of yellow-brown coloring with ammonia solution confirms the presence of flavonoids in the leaf of Asian agrimony. Thus, the results of qualitative reactions indicate the presence of flavonoid glycosides in the studied plant.

Quantitative determination of flavonoids has been carried out in terms of the equivalent amount of quercetin

Table 4 – Quantitative compound of flavonoids in the leaves of Asian agrimony (*A. asiatica* Juz.)

№	Quantitative compound of flavonoids, %
1	1,903± 0,29
2	1,902± 0,27
3	1,904± 0,31
Average	1,903± 0,29

For the quantitative determination of flavonoids, was used a spectrophotometric method. It is based on the reaction of interaction of flavonoids with aluminum chloride in the environment of 70% ethyl alcohol. Table 4 shows the average number of flavonoids in the leaves of Asian agrimony (*A. asiatica* juz.). The quantitative content of flavonoids showed 1,903± 0,29.

As a result of the experiments, the quantitative and qualitative determination of tanning substances and flavonoids in the leaves of Asian agrimony was carried out.

Discussion

Phytochemical study of the tanning substances and flavonoids in the plant raw materials of Asian agrimony showed that the leaves were rich in flavonoids, tanning substances. They were known for their medicinal activity, and they also exhibit physiological activity. The plant studied may be considered as a potential source of healthful drugs. In many literature sources, according to the description of medicinal plants, the content of tanning sub-

stances was noted on average of 0.3-4%, rarely – up to 34% [24]. In the course of the study performed, the tanning substances of Asian agrimony showed $8,156 \pm 0,39\%$, and the quantitative content of flavonoids showed an average of $1,903 \pm 0,29\%$.

From these results, we can conclude that the polyphenol, flavonoid and tannin content varies according to the, geographical (or geomorphological, altitude, latitude, type of relief) and climatic conditions (temperature, rainfall, humidity) of the locality where the leaves are collected, and the type of extract (organic or aqueous) [25].

It is known that the content of biologically active substances in plants depends on the phase of vegetation. Scientists have found that the maximum content of flavonoids is observed in the above-ground organs during the flowering phase. Based on these results, we carried out the determination of tannins and flavonoids in the aboveground organs of Asian agrimony [26].

One of the most common groups of natural phenolic compounds are flavonoids, since almost all plants contain them in greater or lesser amounts. Many of them are plant pigments and protect tissues from the harmful effects of ultraviolet rays by acting as filters. They are involved in plant respiration and together with ascorbic acid in redox processes. Because of their high pharmacotherapeutic activity and low toxicity even with prolonged use, flavonoids are widely used in various branches of medicine and pharmacy. As a group of biologically active substances, they have anti-inflammatory, capillary-strengthening, P-vitamin, antioxidant properties and exhibit antitumor, antimicrobial and diuretic activity. Medicinal plant raw materials containing flavonoids are used in medical practice as a source of antispasmodic, choleric, hepatoprotective, anti-ulcer, antioxidant, anti-inflammatory, angioprotective and other medicines. In addition, flavonoid preparations exhibit pharmacological activity in cardiovascular pathology.

The content of total flavonoids and antioxidants in the aerial part of *S. sub dentata* of the flora of Dagestan ranges from 1.9 to 2.9% and from 4.3 to 7.9 mg/g in terms of air-dry raw materials, respectively. At the same time, a slight decrease in the total content of antioxidants in the aboveground part of the species was noted in introduced samples compared to natural ones [27].

In many literature sources, according to the description of medicinal plants, the content of tannins is noted, averaging 0.3-4%, rarely up to 34% (Po-

tentilla erecta (L.) Raeusch) [5]. In the course of the study, the following results were obtained (%): oak bark 16%, crushed St. John's wort leaves 10.4%, rhizomes (13%) and burnet roots (18.5%).

The tannins of the Siberian geranium were studied and their content in the rhizomes is 20.8-30.0%, and the content of tannin in the leaves is 20.3%.

The study of the quantitative content of tannins in the aerial organs of the Daurian rhododendron showed that most of all tannins accumulate in the leaves, flowers and shoots of the current year, in lignified shoots their content decreases by almost 3 times [28].

In terms of the quantitative content of flavonoids and tannins, the aerial organs of the studied plant are unequal, most of all these compounds accumulate in the leaves and stems of the current year, and their maximum content falls on the phases of the beginning and mass ripening of fruits. In these terms it is recommended to carry out the procurement of raw materials (shoots of the current year) of Asian burdock.

Conclusion

Based on the results obtained with respect to quantitative determination of flavonoids and tanning substances, the use of the extract derived from *Agrimonia asiatica* plant raw materials for treatment of the diseases such as inflammation, hepatitis and wounds may be recommended.

Based on the obtained data for determining the quantitative content of tannins, we can specifically talk about the use of the studied plants in the treatment of a number of diseases that require the presence of tannins as bactericidal, astringent, hemostatic agents in the form of extracts.

The study of the dynamics of tannins and flavonoids in the vegetative organs of *Agrimonia asiatica* makes it possible to recommend young shoots 12–15 cm long as a medicinal plant material.

Source of Financing

Financing has been granted by the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan within the framework of the State Order for implementation of the scientific project IRN AR09562667 “Effectiveness of flavonoids and tanning substances *Agrimonia asiatica* Juz. as a pharmacological raw material of Kazakhstan.” Contract No. 282/12/2 dated June 18, 2021.

References

1. Antonova N.P., Kalinin A.M., Prokhvatilova S.S., Shefer E.P., Matveyenkova T.E. "Evaluation of the equivalence of the methods of tanning substances determination used for medicinal plant raw materials analysis." *Statements of Scientific Center for Expertise of Medical Applications 1*, (2015): 11-15. (In Russian)
2. Siqueira C. F. Q., Cabral D. L. V., Sobrinho T. J. S., Amorim E. L., Melo J. G., Sousa Ara Th. A., Albuquerque U. P. "Levels of Tannins and Flavonoids in Medicinal Plants: Evaluating Bioprospecting Strategies." *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 1*, (2012): 7-11.
3. Edeoga H.O., Okwu D. E., Mbaebie B.O. "Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants." *African Journal of Biotechnology 4*, no.7 (2005): 685-688.
4. Ullah A., Munir S., Badshah S. L., Khan N., Ghani L., Poulson B. G., Emwas A., Jaremko M. "Important Flavonoids and Their Role as a Therapeutic Agent." *Molecules 25*, no. 22 (2020): 5243-5248.
5. Kumar Sh., Pandey A. K. "Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview." *The Scientific World Journal 1*, (2013): 16-21.
6. Bubenchikova V.N., Starchak Yu A. "Study of phenolic compounds of Thyme Cretaceus (*Thymus cretaceus* Clok. et Schost.)." *Series: Medicine. Pharmacy 22*, no.117, (2011): 203-209.
7. López-Lázaro M.Mini. "Distribution and biological activities of the flavonoid luteolin." *Rev Med Chem 9*, no.1 (2009): 31-59. (In Russian)
8. Zakharova T.K., Surkova L.S., Demidchik I.G. "Determination of the content of tanning substances in wild plants." *Botanical research in Siberia*, no. 17, (2009): 24 – 28. (In Russian)
9. Gordiyenko, A.D. "Antioxidant activity of phenols of vegetable origin in the in vitro system. Antioxidant activity of plant phenols in the in vitro system." *Pharmac. Journal*, no 6 (1995): 67-68. (In Russian)
10. Vakhrushev V.N. Production of tannin extracts. Moskva: Legromizdat, 1990. (In Russian)
11. Pereira A. V., Santana G. M., Góis M. B., Gonçalves Sant'Ana D.M. "Tannins obtained from medicinal plants extracts against pathogens: antimicrobial potential." *Formatex 13*, (2015): 228-235.
12. Pour L. M. Gh., Mirazi N., Moradkhani Sh., Rafieian-Kopaei M., Rahimi-Madiseh M. "A comprehensive review on phytochemical, pharmacological and therapeutic properties of *Agrimonia eupatoria*." *Journal of Herbmed Pharmacology 10*, no.1 (2021):14-30.
13. Okamura H., Mimura A., Yakou Y. "Antioxidant activity of tannins and flavonoids in *Eucalyptus rostrata*." *Phytochemistry 33*, no.3 (1993): 552-557.
14. Teodor E D., Ungureanu O, Gatea F., Radu G. L. "The Potential of Flavonoids and Tannins from Medicinal Plants as Anticancer Agents." *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry 20*, no. 18 (2020): 2216-2227.
15. Al-Snafi A.E. "The pharmacological and therapeutic importance of *Agrimonia eupatoria* – a review." *Asian J Pharm Sci Technol. 5*, (2015): 112–117.
16. Ivanova D.G., Tasinov O., Vankova D., Kiselova-Kaneva Y. "Antioxidative potential of *Agrimonia eupatoria* L." *J Sci Technol. 1*. (2011): 20–24. (In Russian)
17. Jung M., Park M. "Acetylcholinesterase inhibition by flavonoids from *Agrimonia pilosa*." *Molecules 12*, (2007): 2130–2139.
18. Muruzović M., Mladenović K.G., Stefanović O.D., Vasić S.M., Čomić L.R. "Extracts of *Agrimonia eupatoria* L. as sources of biologically active compounds and evaluation of their antioxidant, antimicrobial, and antibiofilm activities." *J Food Drug Anal. 24*, (2016): 539–547.
19. Chang, C., Yang M., Wen H., Chern J. "Estimation of total flavonoids content in propolis by two complementary colorimetric methods." *J Food Drug Anal. 10*. (2002): 176-182.
20. Ainsworth E.A., Gillespie K.M. "Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent." *Nat Protoc. 2*, no.4 (2007): 875-877.
21. Butsat S, Siriamornpun S. "Effect of solvent types and extraction times on phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity in leaf extracts of *Amomum chinense* C." *Int Food Res J. 23*, no.1 (2016): 180-187.
22. State pharmacopoeia of the Russian Federation. Vol. XIII. T.3, Moskva. (2015). [in Russian]
23. State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan. Vol.1. Almaty: Publishing House "Zhibek Zholy", (2008). 592 p. [in Russian]
24. Cushinie T.P., Lamb A.J. "Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids." *Int J Antimicrob Agents 38*, no. 2 (2011): 99-107.
25. Windsten P.C., Cruz C.D., Fletcher G.C., Pajak M.A., McGhie T.K. "Tannins and extracts of fruit byproducts: antibacterial activity against foodborne bacteria and antioxidant capacity." *J Agric Food Chem. 62*, no.111 (2014): 46-56.
26. Mazur L. V. "Fitokhimicheskiy sostav semeystva Asteraceae Dumort. Zapadnogo Zabaykal'ya." *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. 4*, no.1. (2015): 101-104. [in Russian]
27. Vagabova F.A., Musayev A.M., Alibegova A.N., Radzhabov G.K., Gasanov R.Z., Guseynova Z.A. Izucheniye summarnogo soderzhaniya flavonoidov i antioksidantnoy aktivnosti nadzemnoy chasti Satureja Subdentata Boiss., proizrastayushchey v usloviyakh Dagestana. *Fundamental'nyye issledovaniya №4*, 2013. [in Russian]
28. Mirovich V. M., Fedoseyeva G. M., Bocharova G. I., Chepoguzova A. V. Dinamika soderzhaniya flavonoidov i dubil'nykh veshchestv v nadzemnykh organakh rododendrona daurskogo // *Acta Biomedica Scientifica*, 2005. – №6(44). – S. 149–152. [in Russian]

Авторлар туралы мәліметтер:

Калиева Анар Нургайыповна – PhD, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті биология кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а. (Алматы, Қазақстан, e-mail: anar.kaliyeva28@gmail.com)

Мамытова Нургуль Сабазбековна (корреспонденция авторы) – PhD, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, биотехнология кафедрасының доцент м.а. (Алматы, Қазақстан, e-mail: mamytovanur@gmail.com)

Медеуова Галия Джумакановна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті биология кафедрасының қауымдастырылған профессоры (доцент) (Алматы, Қазақстан, e-mail: medeuova.galiya96@gmail.com)

Садыкова Дамежан Әділханқызы – PhD, Қазақ Ұлттық қыздар педагогикалық университеті Биология кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: Sadykovadameli77@gmail.com)

Рахимова Заида Сериковна – Қазақ Ұлттық Қыздар Педагогикалық Университеті Биология кафедрасының магистр, аға оқытушысы. (Алматы, Қазақстан, e-mail: rahimova.z@qyzpu.edu.kz)

Information about authors:




Kaliyeva Anar Nurgaiypovna – PhD, Associate Professor of the Department of Biology of Kazakh National Women’s Teacher Training University. (Almaty, Kazakhstan, email: anar.kaliyeva28@gmail.com)

Mamytova Nurgul Sabazbekovna (author of correspondence) – PhD, Acting Associate Professor Acting Associate Professor of the Department of Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, (Almaty, Kazakhstan, email: mamytovanur@gmail.com)

Medeuova Galiya Dzhumakanovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Biology of the Kazakh National Women’s Teacher Training University (Almaty, Kazakhstan, email: medeuova.galiya96@gmail.com)

Sadykova Damezhan Adilkhanovna – PhD, senior lecturer of the Department of Biology, Kazakh National Women’s Teacher Training University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: Sadykovadameli77@gmail.com)

Rakhimova Zaida Serikovna – Master’s senior lecturer of the Department of Biology Kazakh National Women’s Teacher Training University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: rahimova.z@qyzpu.edu.kz)

S.K. Sandybayeva , A.B. Kakimova , A.K. Toktybay ,
G.A. Akhmetova , A.A. Dauletova , D. Salauat ,
K. Bolatkhan* 

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: kenzhegul.bolatkhan@kaznu.edu.kz

STUDY OF SPECIES COMPOSITION OF ALGOFLORES FROM NATURAL THERAPEUTIC MUD IN ZHANAKORGAN DISTRICT

There is currently a global increase in interest in the use of natural therapeutic muds. Therapeutic mud is a natural product that has a beneficial therapeutic effect on the skin and a lower incidence of adverse effects on the human body. The object of the study was water from two wells and a medicinal swamp in the settlement of Zhanakorgan district of Kyzylorda region. The present study examined the species composition of microalgae and cyanobacteria in two wells and in therapeutic swamps within the settlement of Zhanakorgan district. The objective of this study was to examine the species diversity, morphological and cultural characteristics of cyanobacteria, green and diatom algae in the Zhanakorgan district settlement, and to introduce them into axenic cultures for storage in a collection for potential utilization in industrial biotechnology, in the pharmaceuticals, as well as in textile and food industry due to their rich chemical composition. The study yielded seven new axenic cultures of cyanobacteria, green algae, and diatoms, which were identified as *Dunaliella salina*, *Chlamydomonas* sp., *Scenedesmus* sp., *Trichormus variabilis*, *Calothrix epiphytica*, *Nostoc oryzae*, *Navicula* sp.

Key words: therapeutic mud, microalgae, cyanobacteria, isolation, axenic cultures, morphological properties.

С.Қ. Сандыбаева, А.Б. Какимова, А.К. Тоқтыбай, Г.А. Ахметова,
А.А. Даулетова, Д. Салауат, К. Болатхан*

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: kenzhegul.bolatkhan@kaznu.edu.kz

Жаңақорған ауданындағы табиғи емдік балшықтары Альгофлорасының түрлік құрамын зерттеу

Қазіргі уақытта бүкіл әлемде табиғи емдік балшыққа қызығушылық артып келеді. Емдік балшық – теріге оң емдік әсері бар және адам ағзасына жанама әсерлері аз табиғи өнім. Зерттеу объектісі Қызылорда облысы Жаңақорған ауданы елді мекеніндегі екі құдық пен емдік батпақтың суы болды. Бұл зерттеуде Жаңақорған ауданына қарасты елді мекендегі екі құдықтан және емдік батпақтардан микробалдырлар мен цианобактериялардың түрлік құрамы зерттелді. Бұл зерттеудің мақсаты Жаңақорған аймағындағы цианобактериялардың, жасыл және диатомды балдырлардың алуан түрлілігін, морфологиялық және дақылдық қасиеттерін қасиеттерін зерттеп, оларды аксеникалық дақылдар қатарына енгізу және коллекцияларда сақтау, және химиялық құрамының бай болуына байланысты өнеркәсіптік биотехнологияда, фармацевтикада, сондай-ақ тоқыма және тамақ өнеркәсібінде қолдану. Зерттеу нәтижесінде цианобактериялардың, жасыл және диатомды балдырлардың 7 жаңа аксенді дақылдары бөлініп алынды және морфологиялық ерекшеліктеріне қарай олар *Dunaliella salina*, *Chlamydomonas* sp., *Scenedesmus* sp., *Trichormus variabilis*, *Calothrix epiphytica*, *Nostoc oryzae*, *Navicula* sp. ретінде анықталды.

Түйін сөздер: емдік балшық, микробалдыр, цианобактерия, бөліп алу, аксендік дақылдар, морфологиялық қасиеттері.

С.Қ. Сандыбаева, А.Б. Какимова, А.К. Токтыбай, Г.А. Ахметова,
А.А. Даулетова, Д. Салауат, К. Болатхан*

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

*e-mail: kenzhegul.bolatkhan@kaznu.edu.kz

Изучение видового состава Альгофлоры природных лечебных грязей Жанакоганского района

В настоящее время во всем мире растет интерес к природным лечебным грязям. Лечебная грязь — это природный продукт, которая оказывает положительное лечебное воздействие на кожу и имеет меньше побочных эффектов на организм человека. Объектом исследования были воды из двух скважин и лечебное болото населенного пункта Жанакоганского района Кызылординской области. В данном исследовании был изучен видовой состав микроводорослей и цианобактерий в двух скважинах и в лечебных болотах населенного пункта Жанакоганского района. Целью данного исследования было изучение видового разнообразия, морфологические и культуральные свойства цианобактерий, зеленых и диатомовых водорослей населенного пункта Жанакоганского района и введение их в аксеничные культуры для хранения в коллекции и для возможного использования в промышленной биотехнологии, в фармацевтике, а также в текстильной и пищевой промышленности благодаря их богатому химическому составу. В результате исследования были выделены 7 новых аксеничных культур цианобактерий, зеленых и диатомовых водорослей, и были идентифицированы как *Dunaliella salina*, *Chlamydomonas sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Trichormus variabilis*, *Calothrix epiphytica*, *Nostoc oryzae*, *Navicula sp.*

Ключевые слова: лечебная грязь, микроводоросли, цианобактерии, выделение, аксеничные культуры, морфологические свойства.

Introduction

Therapeutic muds are naturally occurring formations of various genesis, which are utilized for therapeutic purposes in the form of baths and applications. Natural therapeutic muds include sediments of marshes, lakes, estuaries and sea bays, which consist of water, mineral and organic substances and represent a homogeneous fine-dispersed plastic mass with certain thermal and other physical and chemical properties. Salt dome landscapes exhibit considerable potential for recreational and balneological applications, given the formation of geosystems characterized by distinctive lithofacial formations (mineral muds), natural waters (natural brines), and the subterranean atmospheric environment (speleotherapy) [1-2]. Sanatoriums in Kazakhstan employ the use of local therapeutic waters and sulphide mud in the treatment of specialized diseases. The development of therapeutic tourism in Kazakhstan was based on the utilization of natural mineral springs and deposits of therapeutic muds. The resort complex of Kazakhstan boasts a plethora of distinctive natural therapeutic resources, which have been proven to be highly efficacious in the treatment of a vast array of diseases, facilitating the recuperation of the population [3].

One of the spa regions renowned for its natural resources and therapeutic muds is Zhanakorgan (Kyzylorda region), situated in the southern part of Kazakhstan. The therapeutic bogs of Zhanakorgan

were first identified and employed for therapeutic purposes during the Soviet era, in the mid-twentieth century [4]. The soils in question typically comprise substantial quantities of organic matter and mineral components that possess therapeutic properties, thereby creating optimal conditions for the growth and reproduction of a multitude of microorganisms, including microalgae [5].

The chemical composition of microalgae from the therapeutic bogs of Zhanakorgan is such that they have a wide range of potential applications. These include the production of biologically active additives, cosmetics, and pharmaceuticals for the development of new drugs [6, 7]. Furthermore, these algae can serve as a basis for the creation of environmentally friendly biotechnologies, such as the bioremediation of polluted water bodies and bio-fuel production [8-10]. The microalgae that flourish in the therapeutic bogs of the Zhanakorgan district constitute a distinctive biological resource with considerable potential for scientific investigation and practical application [11]. The study and further utilization of these organisms has the potential to make a significant contribution to the development of biotechnology and the improvement of the ecological situation in the region.

While microalgae and cyanobacteria from a number of other therapeutic springs have been the subject of some research [12-14], numerous sites, including Zhanakorgan, Elton, Baskunchak, In-der, Shalkar, and Zhaltyrkol, remain largely un-

explored. Furthermore, the isolation, purification, taxonomic characterization and axenic cultivation of new strains of microalgae and cyanobacteria may prove to be a valuable source of novel organisms to produce enzymes, proteins and pigments [15]. The objective of the present study was to examine the diversity of microalgae and cyanobacteria in the therapeutic bogs of the Zhanakorgan district, in addition to their morphological and cultural characteristics, and to introduce them into axenic cultures for potential utilization in industrial biotechnology.

Materials and methods

Study sites and sampling

Water samples were collected from two wells and a medicinal swamp in the Zhanakorgan district (Kyzylorda region) (43.900451, 67.243723) for subsequent analysis. The pH values observed in Zhanakorgan exhibited a range from slightly acidic to neutral. The temperature of the medicinal muds in Zhanakorgan exhibited a range of 20°C to 40°C, contingent upon seasonal and climatic conditions. The water samples from these sites were collected in pre-sterilized one-litre plastic bottles. The water samples were filtered through 0.45 µm membrane filters, transported to the laboratory, and stored at 4°C in a refrigerator until further processing. Biological mats, concretions and sediments were randomly collected from the sampling locations using sterile forceps and a spatula and placed in sterile glass containers. Water samples for the detection of planktonic cyanobacterial strains were collected in sterile glass vials and test tubes. Sampling was conducted between the dates of 15 and 30 July 2024. The temperature of the water was determined at the point of collection using a thermometer, while the pH was ascertained through the use of a digital pH meter (HM Digital PH-80, USA) [16].

Determination of species composition and morphological analysis of microalgae cultures

The biological mats from the two selected wells and the medicinal swamp were subjected to repeated washing with double-distilled water and subsequent transfer to 250 mL and 500 mL flasks containing Zarrouk, BG-11, Gromov, Artari, and Tamiya media [17]. For subsequent work, particularly the isolation and purification of microalgae and cyanobacteria strains, solid media (agar) were employed. Conventional microbiological techniques were employed to obtain algologically pure cultures, while the accumulation of cyanobacterial cultures was conducted in accordance with standard procedures.

The identification of species was conducted using existing taxonomic keys [18-24] and a MicroOptix microscope with image output to a monitor.

Morphological studies of microalgae and cyanobacteria strains were conducted at various growth stages in both liquid and solid Zarrouk, BG-11, Gromov, Artari, and Tamiya media [25, 26]. The morphological identification of microalgae and cyanobacteria isolates was conducted using an optical light microscope (MicroOptix MX 300T, Austria) equipped with a digital camera and visualization system. The enumeration of cyanobacterial cells was conducted using a Goryaev chamber [27, 28].

Results

Microalgae community structure in therapeutic muds

Therapeutic muds, or peloids, are classified as a mineral resource. They are natural organomineral colloidal formations of various genesis (mud, peat, sap, etc.), exhibiting notable plasticity, high heat capacity, and slow heat dissipation. They contain therapeutically active substances (salts, gases, biostimulants) and live microorganisms [29, 30].

The Zhanakorgan therapeutic muds contain 50% silica (SiO₂), 15% aluminium (Al₂O₃), 7% iron (Fe₂O₃), 8% calcium (CaO), 8% magnesium (MgO), 4% potassium (K₂O), 3% sodium (Na₂O), and traces of sulphur (S). The water content is 65%. The amount of salt in Zhanakorgan medicinal muds can vary, but it is usually about 1–5% of the total mud composition. Salts, such as sodium (Na) and chloride (Cl), play an important role in the therapeutic properties of the mud, having anti-inflammatory and antiseptic effects [31, 32].

A total of 11 species were identified in the water samples from the study area, which were classified into three taxonomic groups. The dominant group was identified as *Chlorophyceae* (46.7%), comprising five species. This was followed by *Cyanophyceae* (35.4%), comprising four species, and *Bacillariophyceae* (9.7%), comprising two species (Fig. 2).

The results of the study of selected samples indicate that the algocenosis of the medicinal muds of the Zhanakorgan district is characterized by the predominance of green algae at the taxon level. The microflora of medicinal muds of Zhanakorgan includes many specific microorganisms, namely, sulphate reducing bacteria (*Desulfovibrio*, *Desulfotomaculum*), autotrophic bacteria (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*), heterotrophic bacteria (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Clostridium*), cyanobacteria (blue-green algae) *Anabaena*, *Nostoc*, *Oscillatoria*, diatoms (*Navicula*,

Nitzschia), green algae (*Chlorella*, *Scenedesmus*), actinomycetes (*Streptomyces*, *Nocardia*), mould fungi (*Aspergillus*, *Penicillium*). These microorgan-

isms play a significant role in maintaining biogeochemical cycles and the formation of the therapeutic properties of the mud.

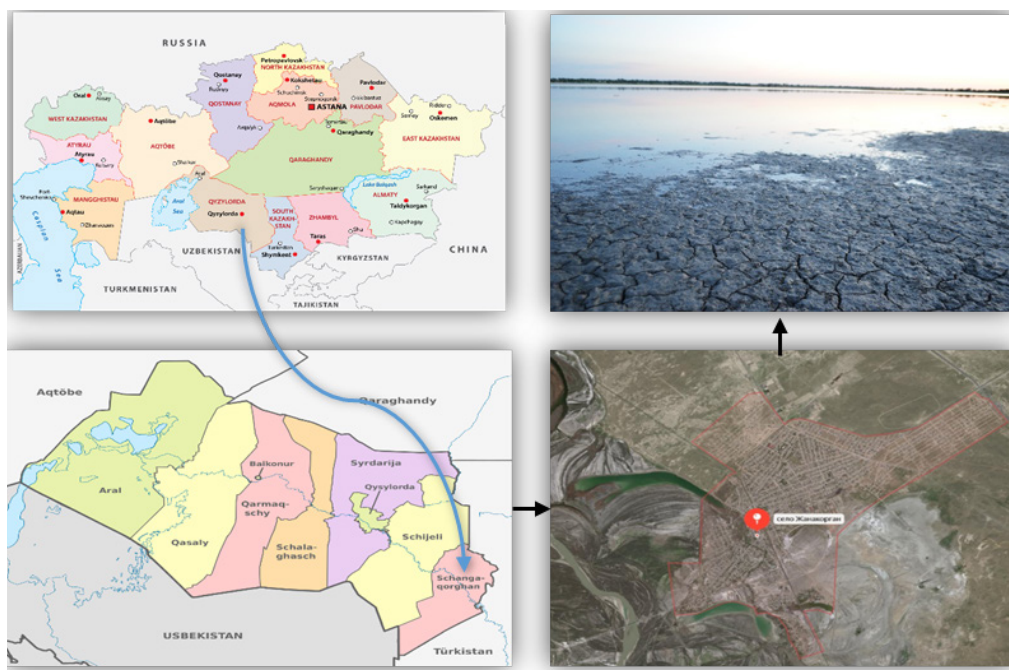


Figure 1 – The geographical location of sampling sites (Zhanakorgan 43.900451, 67.243723.)

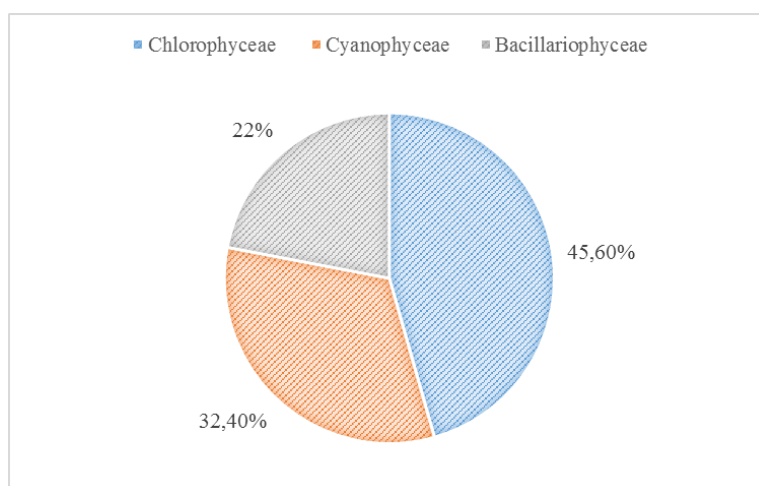


Figure 2 – Abundance of various groups of algoflora in therapeutic muds of Zhanakorgan

Samples were collected from water sources in different sanatoria of Zhanakorgan – “Tau samaly” with water temperature 20°C and pH 6.7. The most common microalgae genera isolated from these water samples were *Phormidium*, *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Synechococcus*, *Anabaena*, *Calothrix*, *Du-*

naliella, *Chlamydomonas*, *Trichormus*, *Nostoc*, *Navicula*.

The following study was conducted on the territory of the sanatorium “Zhanakorgan”. The temperature of the water ranged from 20 to 23°C, with a recorded pH of 6.5. The following genera were

identified from this sampling site after microscopy analysis: *Anabaena*, *Calothrix*, *Dunaliella*, *Chlamydomonas*, *Trichormus*, *Nostoc*, *Navicula*, *Scenedesmus*, and *Chlorella*.

In the “Akshuak” sanatorium, the pH of the water was recorded at 6.5, with a temperature of 22°C. The most found genera from these water sources include *Calothrix*, *Dunaliella*, *Chlamydomonas*, *Trichormus*, *Nostoc*, *Navicula*, *Scenedesmus*, and *Anabaena*. Microalgae from this source have been classified into 57 species and subspecies, belonging to 3 divisions (*Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*), 7 classes, 7 orders, 15 families, and 22 genera.

The dominant species were cultivated on distinct nutrient media in order to facilitate further isolation and purification from associated microflora.

Isolation of axenic cultures of microalgae

To obtain axenic cultures from the enriched culture, traditional microbiological methods were employed. The cultivation was conducted by accumulation under optimal conditions, which ensured the growth and development of microalgae while maintaining the appropriate temperature and lighting. Subculturing was conducted on liquid and solidified agar media, including Zarrouk, BG-11, Gromov, Artari, and Tamiya media, utilizing Petri dishes and test tubes, which were illuminated [33,34]. Subcultures were subsequently transferred from the grown microalgal colonies to liquid nutrient media or slanted agar. The isolation of individual pure cultures was achieved through the utilization of the streak plate method. A small quantity of the sample was then transferred with a microbiological loop and distributed across the surface of the nutrient medium. At the outset, the streaks exhibited a considerable population of cyanobacteria and microalgae. However, as the loop traversed the surface, the number of cells diminished until only single cells remained. Following inoculation, the Petri dishes were incubated until colony growth was observed.

Thus, from the water samples collected in Zhanakorgan, through multiple subcultures, the following algologically and bacteriologically pure cultures of microalgae were obtained, primarily belonging to the genera *Dunaliella* sp., *Chlamydomonas* sp., *Calothrix*, *Trichormus*, *Nostoc*, *Navicula*, and *Scenedesmus* sp.

Morphological evaluation of isolated isolates of cyanobacteria

In terms of their primary morphological characteristics, representatives of the genus *Dunaliella* are classified within the class *Chlorophyceae* and are extensively employed for the production of carot-

enoids, glycerol, polyunsaturated fatty acids, lipids, vitamins, and other biologically active substances. Furthermore, they are of practical and theoretical interest as a model for studying several processes, including β -carotene biosynthesis, osmoregulation mechanisms, salt tolerance, and frost resistance. The cell sizes of *Dunaliella* exhibit considerable variation between strains, with lengths ranging from 2.8 to 40 μm and widths from 1.5 to 20 μm , as documented in the literature [35]. During our experiment, the cell sizes observed ranged from 11 to 25 μm in length and 6 to 15 μm in width. The cells were observed to be ellipsoidal or ovoid in shape, with two flagella located at the apical end. A significant morphological feature of *Dunaliella* is its high degree of variability, which enables the cells to readily alter their shape and size in response to environmental stimuli. It was observed that the cells exhibited high levels of motility, with a uniform distribution throughout the medium. Additionally, no palmelloid colonies (cell clusters) were present. The observed reproduction occurred vegetatively by transverse cell division.

The next species, *Chlamydomonas* sp., represents unicellular green algae with flagella, which are documented to form microcolonies of cells designated as palmelloids. The formation of palmelloids is typically associated with adverse environmental conditions, including the presence of predators, salt stress, and organic acids. No palmelloids were observed in the present study. The cells were oval in shape, with a large green chloroplast occupying the entire cell and a thin cell wall. The observed range in cell size was between 5 and 8 μm in width and 8 and 15 μm in length. At the anterior end, two whip-like flagella were observed, with lengths varying from 15 to 30 μm . An eyespot was observed in close proximity to the anterior edge of the chloroplast, situated just beneath the membrane and protruding slightly from the chloroplast as a small bulge. The eyespot, which was yellow or orange in color, consisted of two or three rows of granules that were composed of a homogeneous lipid-carotenoid substance. When cultivated in a liquid medium, the cells exhibited a high degree of motility.

Scenedesmus sp. is a colonial green alga with cell dimensions ranging from 5–13 μm in length and 2.3–6 μm in width. The cells are cylindrical, flat, and slightly curved, forming cenobia consisting of 4–5 cells. The alga is characterized by spines of 180–200 μm in length, is non-flagellated, and remains immobile.

Calothrix epiphytica is a filamentous thallus that attaches basally to substrates, forming bristle-like clusters or thin mats. The filaments are heteropolar,

with a wider basal part containing heterocysts (sometimes associated with akinetes and/or enlarged basal vegetative cells) and an apical part that forms an elongated, tapering, hair-like structure. Heterocysts develop at the base of the filament. The trichomes measure 5–10 μm in width at the base and 0.05–4 mm in length, dividing perpendicularly to their long axis, and reproduce by forming hormogonia.

The trichomes of isolated *Trichormus* strains intertwined and settled at the bottom of culture flasks. Under the light microscope, the trichomes appeared unprotected, typically immobile, straight, and sometimes curved. The cells of *T. variabilis* ranged from 4.1 to 5.8 μm in length and from 3.5 to 5.6 μm in width, with a length-to-width ratio varying from 0.85 to 1.19. The trichomes were cross- and intercellularly divided and consisted of cylindrical cells. The morphology of the terminal cells of the *Trichormus* strains was rounded, conical, and tapered.

Nostoc oryzae, belonging to the family *Nostocaceae*, features curved trichomes ranging from 6 to 8 μm in length and 3 to 5 μm in width. These trichomes are twisted or coiled, unbranched, and isopolar, with ends that do not taper and are moniliform, narrowing at the transverse walls. The cells vary in color

from pale to bright blue-green or olive-green, and are spherical or barrel-shaped, though sometimes cylindrical. The terminal cells are rounded, similar to the other vegetative cells. *Nostoc oryzae* consists of numerous filaments made up of spherical cells arranged in chains, encapsulated in a gelatinous mass and covered by a mucilaginous sheath.

Navicula is a genus of diatoms within the class *Bacillariophyceae*. Morphologically, the valves exhibit highly variable shapes, ranging from elliptical to linear-elliptical or lanceolate, with lengths from 4.6 to 13.4 μm (average $8.3 \pm 1.7 \mu\text{m}$) and widths from 2.1 to 3.8 μm (average $2.7 \pm 0.4 \mu\text{m}$; $n=3$). The ends of the valves also vary, from capitate to spread, and are somewhat asymmetrical or irregular. The keel (filamentous and straight) is simple, with filamentous ends and well-visible proximal ends. The axial area is almost invisible, while the central area is variable in size, rhomboid, and slightly asymmetrical. Striae on the valve are rarely noticeable.

As a result of morphological studies, the newly isolated axenic cultures of cyanobacteria, green algae, and diatoms were identified as *Dunaliella salina*, *Chlamydomonas* sp., *Scenedesmus* sp., *Trichormus variabilis*, *Calothrix epiphytica*, *Nostoc oryzae*, and *Navicula* sp.

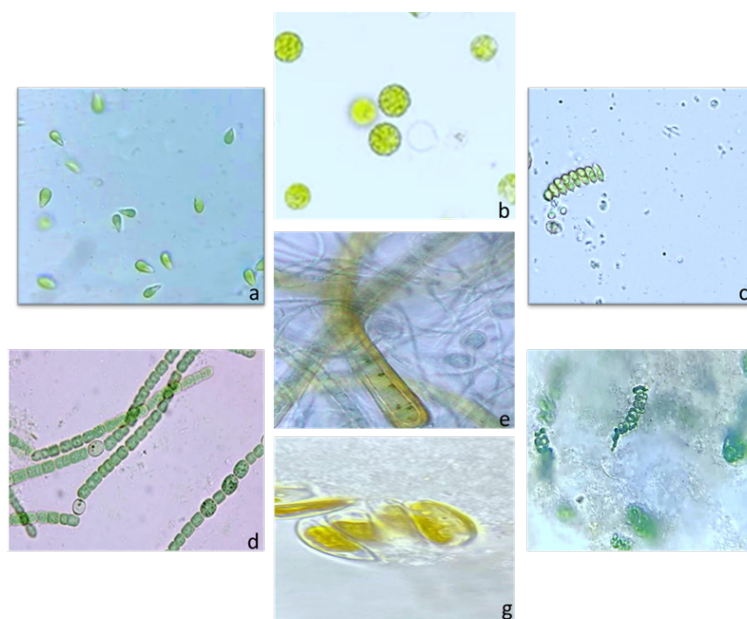


Figure 3 – Cells images (100x) of new isolated microalgae strains: a-*Dunaliella salina*, b-*Chlamydomonas* sp., c-*Scenedesmus* sp., d-*Trichormus variabilis*, e-*Calothrix epiphytica*, f-*Nostoc oryzae*, g-*Navicula* sp.

Discussion

The present study examined the species composition of microalgae and cyanobacteria in two wells

and in treatment bogs of the settlement of Zhanakorgan district. The objective of this study was to examine the species diversity, morphological and cultural characteristics of cyanobacteria, green and diatom

algae in the Zhanakorgan district locality, and to introduce them into axenic cultures for storage in the collection for potential utilization in industrial biotechnology due to their rich chemical composition.

For several years, microalgae and cyanobacteria have been the subject of considerable interest due to the diverse range of bioactive compounds they contain, which have the potential to be utilized in a number of biotechnological applications, particularly in the biomedical, pharmaceutical, nutraceutical and cosmetic sectors. Several studies have demonstrated that the polysaccharide, lipid, pigment, micronutrient and nutrient contents of microalgae and cyanobacteria have significant potential as antiviral, antibacterial and antioxidant compounds.

Scientific data in this area is now a reference for the increased use and growing economic interest in microalgae and cyanobacteria. In this regard, we have isolated new potential strains of microalgae and cyanobacteria in the therapeutic bogs of Zhanakorgan district. Organic and mineral substances of the therapeutic mud with therapeutic and preventive properties can influence the composition of the algaeflora. The isolated microalgae and cyanobacteria may have the same properties and similar composition as therapeutic mud and water. In the current study, we isolated new axenic cultures of microalgae and cyanobacteria including *Dunaliella* sp., *Chlamydomonas* sp., *Calothrix*, *Trichormus*, *Nostoc*, *Navicula*, *Scenedesmus* sp. with antioxidant, hepatoprotective, neuroprotective, anti-inflammatory and anti-aging activities. This is an example of the potential of microalgae and cyanobacteria that awaits further investigation. We will continue to explore their uniqueness and potential and their applications in various biotechnological and medical fields.

The halophytic microalga *Dunaliella salina* is a recognized object of industrial cultivation in many countries due to its high content of β -carotene, lipids and glycerol. The products derived from this microalga are utilized in a variety of applications, including as food and feed additives, food coloring agents, cosmetics and vitamins. An important application of *Dunaliella* biomass is the production of biologically active additives, pharmaceuticals and cosmetics. *Dunaliella* contains essential phospholipids and a number of beta-carotene derivatives, including highly effective antioxidants [6].

Additionally, *Dunaliella salina* contains ω -3 unsaturated eicosapentaenoic acid (EPA), which is not known to occur in any terrestrial carotenogenic plant. EPA, along with other unsaturated fatty acids, including linoleic acid and linolenic acid, has been demonstrated to possess anti-glycation properties [36].

The isolation of *Chlamydomonas* sp. therapeutic mud represents a significant potential for the sustainable reduction of pollutants and contributes to the recovery and valorization of microalgae biomass resources. The use of *Chlamydomonas* sp. and its bacterial consortia as biofertilisers offers a number of potential benefits, including increased crop yields, crop protection, maintenance of soil fertility and stability, and contribution to CO₂ mitigation, as well as promotion of sustainable agricultural practices. Additionally, they play a pivotal role in the production of premium-quality products, particularly biofuels and enhanced hydrogen production. *Chlamydomonas* sp. are a source of bioactive compounds, including essential amino acids, polyunsaturated fatty acids and antioxidants, which have been demonstrated to have beneficial effects on nutritional status and health. *Chlamydomonas* sp. has been employed in the investigation of a multitude of research areas, including photosynthesis, respiration, sulphur and phosphorus metabolism, nitrogen metabolism, amino acid and metal metabolism, biosynthetic pathways of starch, carotenoids, lipids, glycerolipids, haem groups and chlorophyll [37].

Scenedesmus sp. was studied with main emphasis on fatty acid composition. Most results demonstrated that *Scenedesmus* sp. exhibited the highest biomass productivity, carbohydrate, fat, protein, chlorophyll, and carotenoid content. The lipid profile also demonstrated that the highest percentage of polyunsaturated fatty acids was present. Therefore, they demonstrated considerable potential for use in the fields of nutraceuticals and pharmaceuticals, given their high productivity, capacity for biopigmentation, protein, lipid, antioxidant activity, long-chain polyunsaturated fatty acids and α -linolenic acid, as well as their status as a rich source of bioactive substrates such as proteins, lipids and pigments [38].

The research community has directed considerable attention towards *Trichormus variabilis* due to its potential to fulfil dual industrial functions in bioenergy production and bioremediation. This species is capable of efficiently utilizing energy from sunlight to reduce CO₂ levels in the atmosphere and generate valuable chemical compounds, including carbohydrates and fatty acids, which can be converted into biofuels. Given its ability to flourish in nutrient-rich wastewater (industrial effluents), this species can serve as a bioabsorbent, thereby supplanting the costly chemical catalysts and nanomaterials that have traditionally been employed for the removal of nutrients and metals [39].

Calothrix epiphyticola is a blue-green filamentous algae comprising a basal heterocyst. It is found

in both saltwater and freshwater environments, as well as subaerially and aerially. The ability to survive in a multitude of environmental conditions is a defining feature of this organism. It is capable of thriving in a range of habitats, including terrestrial, saline, and freshwater environments, as well as in highly competitive ecosystems. Furthermore, it is exposed to a diverse array of predators and microbial pathogens, including bacteria, viruses, and fungi. Their flexible metabolism is the foundation for their capacity to adapt to diverse growth conditions and habitats, as well as their ability to respond to varying environmental stresses and nutrient sources. This versatility may be the underlying reason for the variety and quantity of chemical compounds that have been isolated from them. Secondary metabolites of *Calothrix epiphytica* have been reported to have pharmaceutical potential, belonging to a wide range of structural classes, including alkaloids, aromatic compounds, peptides, terpenes, and others, all of which exhibit some biological activity [40].

One of the cyanobacteria species, *Nostoc oryzae*, has been consumed by the Chinese population as a food delicacy for hundreds of years due to its perceived herbal value. This historical use provides a sound basis for its potential incorporation into nutraceuticals. Several studies have corroborated the role of *Nostoc*, which contains auxiliary light-gathering, water-soluble, and fluorescent proteins, as well as phycobiliproteins. Phycobiliproteins are water-soluble auxiliary pigments that consist of highly fluorescent proteins with linear prosthetic groups (bilins) that are bound to specific cysteine residues, collectively known as phycoerythrins. Phycobiliproteins exhibit a range of colours, including bright blue (phycocyanin and allophycoerythrin) and fuchsia (phycoerythrin). They possess high commercial value as natural dyes in a multitude of industries, including nutraceuticals, cosmetics, medicine, pharmaceuticals, textiles and food production [41].

Furthermore, diatom algae are regarded as the most successful group of phytoplankton in modern reservoirs, oceans and waters. They can store carbon in the form of natural oils. In accordance with standard growth conditions, the primary carbon storage product of diatom algae is lipids, with approximately a quarter of their biomass consisting of triacylglycerides (TAGs). In this study, *Navicula* sp. is a benthic diatom algae from which several bioactive compounds of commercial interest, including polysaccharides, can be obtained. Many studies have demonstrated that microalgae polysaccharides exhibit considerable potential as antiviral, antibacterial and antioxidant compounds, among other prop-

erties [42]. Despite the existence of a few studies on this subject, the available information on sulfated polysaccharides derived from species within the genus *Navicula* sp. remains limited.

Accordingly, the strains isolated by our research group show great promise for use in a variety of research areas, as evidenced by the literature. It is likely that microalgae and cyanobacteria will assume a pivotal role in the nutraceutical, food, cosmetic, medical and pharmaceutical industries in the near future, in accordance with the changes in lifestyle and diet of all mankind.

Conclusion

This article examines the species diversity, morphological, and cultural characteristics of microalgae, cyanobacteria, green algae, and diatoms from the Zhanakorgan district (Kyzylorda region). The study demonstrated that during the investigation of the microflora of therapeutic muds from Zhanakorgan, cyanobacteria (*Nostoc*, *Calothrix epiphytica*, *Trichormus variabilis*) and diatoms (*Navicula*), as well as green algae (*Scenedesmus* sp., *Dunaliella salina*, *Chlamydomonas* sp.), were identified. The dominant group was identified as *Chlorophyceae* (46.7%), comprising five species. This was followed by *Cyanophyceae* (35.4%), comprising four species, and *Bacillariophyceae* (9.7%), comprising two species.

Seven axenic cultures of microalgae and cyanobacteria were isolated and identified, including *Dunaliella* sp., *Chlamydomonas* sp., *Calothrix*, *Trichormus*, *Nostoc*, *Navicula*, and *Scenedesmus* sp. This discovery has the potential to expand the utility of microalgae and cyanobacteria in various biotechnological applications. There has been a notable increase in interest in microalgae and cyanobacteria as a source of pharmacologically active and industrially important compounds in recent years. The bioactive compounds of microalgae and cyanobacteria, including those with cytotoxic, anti-tumor, antiviral, antibiotic, antimalarial, antifungal, multidrug resistance-restoring, antifungal, herbicide and immunosuppressant properties, have the potential for use in a range of pharmaceutical, agricultural and biological applications. Microalgae play a significant role in the composition of therapeutic muds, as they are actively involved in the processes of biochemical transformation and decomposition of organic matter. The addition of algae to the mud enriches it with a variety of bioactive components, including vitamins, amino acids, trace elements and antioxidants, which collectively enhance the mud's therapeutic properties. Furthermore, algae facilitate

the accumulation of oxygen and other biologically active gases, thereby enhancing the efficacy of the mud in therapeutic applications.

The elevated microalgae content of therapeutic muds can be attributed to their capacity to augment the biochemical characteristics of peloids and augment their therapeutic impact on the human body. This renders mud therapy a potent natural approach to recuperation and restoration of health.

Acknowledgements

This work was supported by the grants AP23485416 “Creation of a biobank of microalgae and cyanobacterial collections, and study of their biotechnological potential for application in applied research” (2024-2026) funding by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan.

Conflict of interest

All authors have read and are familiar with the content of the article and have no conflict of interest.

Acknowledgements

This work was supported by the grants AP23485416 “Creation of a biobank of microalgae and cyanobacterial collections, and study of their biotechnological potential for application in applied research” (2024-2026) funding by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan.

2022EO1032 «Research and development of Chinese-Kazakh agricultural products in the antibiotic production system, research on adaptability and application», supervisor Zayadan B.K.

References

1. Trebukhov Ya.A. “Requirements for the study of therapeutic mud deposits. Questions of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture.” 5 (2000): 39-42, – (In Russian).
2. Akhmedenov K.M., Petrishchev V.P., Mukhsi A.S. Balneological evaluation of therapeutic muds of salt-dome structures of Western Kazakhstan. *Voprosi stepovedeniya*. 13 (2016): 12-17, – (In Russian).
3. Fomin I.A., Nazarova T.V., Mazhitova G.Z. Therapeutic mud of the North-Kazakhstan region. *Research in the natural sciences*. 6 (2012). [Elektronniy resurs]. <http://science.snauka.ru/2012/06/632>
4. Akhmedenov K.M., Petrishchev V.P., Mukhsi A.S. Balneological assessment of therapeutic muds of salt dome structures of Western Kazakhstan. *Issues of steppe studies*, 2016. УДК 551.312.4:615.838.7 (574.1)
5. Patel A., Matsakas L., Rova U., Christakopoulos P. “A perspective on biotechnological applications of thermophilic microalgae and cyanobacteria.” *Bioresour. Technol.*, 278 (2019): 424–434.
6. Weisfeld D.N., Golub T.D. *Therapeutic use of mud*. Kyiv: Health, 1980, 144 c.
7. Akhmedenov K.M., Khalelova R.A. Salt lakes of the west Kazakhstan region as objects of medical tourism. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 36(2spl), 2021: 637–645. <https://doi.org/10.30892/gtg.362spl11-693>
8. Dzhangel'dina, D., Ospanova, Zh. Turizmdî damytudagy balshykpen emdeudin alatyn orny [The role of mud therapy in the development of tourism]. *Geografiya zhane tabigat*, (2017): 2, 16, – (In Kazakhstan).
9. Fomin, I.A., Nazarova, T.V., & Mazhitova, G.Z. Therapeutic mud of the North Kazakhstan region. *Research in the field of natural sciences*, (2012): 6 [Electronic resource], – (In Russian). <http://science.snauka.ru/2012/06/632>
10. Gomes C.S.F., Silva J.B.P., Gomes J.H.C. Natural peloids versus designed and engineered peloids. *Bol Soc Esp Hidrol Med*, 2015: 30 (1), 15-36. <https://doi.org/10.23853/bsehm.2017.0377>
11. Gupta, D., Bhatia, D., Dave, V., Sutariya, V., Gupta, S.V. Salts of Therapeutic Agents: Chemical, Physicochemical, and Biological Considerations. *Molecules*, 2018: 23, 1719. <https://doi.org/10.3390/molecules23071719>
12. Karakaya, M.Ç., Karakaya, N., Sarıođlan, Ş., Koral, M. Some properties of thermal muds of some spas in Turkey. *Applied Clay Science*, 2010: 48, 3, 531-537, <https://doi.org/10.1016/j.clay.2010.02.005>
13. Mendebayev T.N. “Geothermal energy. Resources in Kazakhstan and the technological scheme of their development.” *Science News of Kazakhstan*, No 3 (2017): 57-67.
14. Mashzhan A.S., Izmutkan A.Zh., Toktyrova D., Kistaubaeva A.S., Birkeland N.K. “Skrining i videlenie sporoobrazuushih termofilnih bakterii iz Zharkentskogo termalnogo istochnika [Screening and Isolation of Spore forming thermophilic Bacteria from Zharkent hot spring].” *Bulletin of KazNU. Ecological series*, v.64, no.3 (2020): 23-34, – (In Russian). <https://doi.org/10.26577/EJE.2020.v64.i3.03>.
15. Dzhetimov M.A., Mazbayev O.B., Asubayev B.K., Yesengabylova A., Tokpanov E.A. Physical and chemical microbiological analysis of the therapeutic mud of “Kossor” deposit of Alakol lake. *Life Sciences*, 2014: 11(5), 217–221.
16. Stanier R.Y., Kunisawa R., Mandel M., Cohen-Bazire, G. “Purification and properties of unicellular blue-green algae (order Chroococcales).” *Bacteriol Rev.*, 35 (2), (1971): 171–205. <https://doi.org/10.1128%2Fbr.35.2.171-205.1971>.

17. Zayadan B.K., Akmukhanova N.R., Sadvakasova A.K. "Kolleksiya mikrovodoroslei i metodi kultivirovaniya [Collection of microalgae and cultivation methods]." Methodological guide, Almaty, Liter (2013): 160 – (In Russian).
18. Zabelina I.A., Kiselev A.I., Proshkina-Lavrenko V.S. Sheshukov. "Opredilitel presnovodnih vodoroslei SSSR. Problema. 4. Diatomovye vodorosli [Key to freshwater algae of the USSR. Issue. 4. Diatoms]." M., Sov.nauka, (1979): 752 – (In Russian).
19. Kursanov I.A., Zabelina K.I., Meyer Ya.V., Roll N.I. Pishenskaya. "Opredilitel nizshih rastenii. Vodorosli [Key to lower plants. Seaweed]." M., Sov. science, V.2. Seaweed (1953): 390 – (In Russian)
20. Ergashev A.E. "Opredilitel protokokkovih vodoroslei Srednei Azii [Key to protococcal algae of Central Asia]." Tashkent, Book. 2 (1979): – (In Russian).
21. Tsarenko P.M. "Kratkii spravochnik po hlorokokkovim vodoroslyam Ukrainskoi SSR [A brief guide to chlorococcal algae of the Ukrainian SSR]." Kyiv, Nauk.dumka (1990): 208 – (In Russian).
22. Zinova A.D. "Opredilitel zelenih, burih i krasnih vodoroslei uznhih morei SSSR [Key to green, brown and red algae of the southern seas of the USSR]." Leningrad, Nauka (1967): 398 – (In Russian).
23. The on-line database of cyanobacterial genera Source: <http://www.cyanodb.cz/>
24. CyanoBase Source: <http://genome.microbedb.jp/cyanobase/>
25. Zarrouk C. "Contribution a l'etude d'une Cyanobacterie: Influence de Divers Facteurs Physiques et Chimiques sur la Croissance et la Photosynthese de *Spirulina maxima* (Setchell et Gardner) Geitler." University of Paris, France (1966).
26. Zavřel Tomáš, Sinetova Maria, Buzova Diana, Literakova Petra, Červený Jan. "Characterization of a model cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803 autotrophic growth in a flat-panel photobioreactor." *Engineering in Life Sciences*, 15 (2015).
27. Abo-Shady, Prof. Atef. "Comparison of lichen-forming cyanobacterial and green algal photobionts with free-living algae. *J. Cryptogamie Algologie*." *Cryptogamie Algologie*. 36 (2015): 81-100.
28. Zavřel T., Sinetova M., Červený J. "Measurement of chlorophyll a and carotenoids concentration in cyanobacteria." *Bio-Protocol*, 5 (2015a) <https://doi.org/10.21769/BioProtoc.1467>
29. Akimzhanova K., Sabitova A., Mussabayeva B., Kairbekov Zh., Bayakhmetov B., Jędrzej Proch. Chemical composition and physicochemical properties of natural therapeutic mud of Kazakhstan salt lakes: a review. *Environ Geochem Health* (2024) 46:43. <https://doi.org/10.1007/s10653-023-01813-3>
30. Adilov V.B., Berezhnov E.S., Bobrovnikskiy I.P., Gusarov I.I., Davydova O. B., Dubovskoy A.V., Zotova V.I., Lvova N.V., Novikova O.V., Petrova N.G., Razumov A.N., Rogovets A.I., Seregina I.F., Tereshkova L.P., Trebukhov Y.A., Trebukhova T.M., Tupitsina Y.Y. (2000). The classification of mineral waters and therapeutic muds for the purposes of their certification: The guidelines. Russian Scientific Center for Restorative Medicine and Balneology. – (In Russian).
31. Bakhman V.I., Ovsyannikova K.A., Vadkovskaya A.D. Methodology for the analysis of therapeutic muds (peloids). – Moscow: TsNIIKiF, 1965.– 86 p.
32. Fernando Pagels, A. Catarina Guedes. β -Carotene from *Dunaliella*: Production, applications in food/feed, and recent advances, *Handbook of Food and Feed from Microalgae*, Academic Press, 2023, Pages 203-219, ISBN 9780323991964, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99196-4.00020-6>.
33. Satya A.D.M., Cheah W.Y., Yazdi S.K., Cheng Y.S., Khoo K.S., Vo D.V.N., Bui X.D., Vithanage M., Show P.L. Progress on Microalgae Cultivation in Wastewater for Bioremediation and Circular Bioeconomy. *Environ. Res.* 2023, 218, 114948, doi:10.1016/j.envres.2022.114948.
34. Banayan S., Jahadi M., Khosravi-Darani, K. Pigment productions by *Spirulina platensis* as a renewable resource. *Journal of Applied Biotechnology Report*, 2022: 9(2), 614–621. <https://doi.org/10.30491/jabr.2021.292076.1406>.
35. Sepideh Abedi, Fatemeh Razi Astarai, Omid Tavakoli, Hassan Jalili, Barat Ghobadian. Bioenergy production using *Trichormus variabilis* – a review. Jun 2019, DOI: 10.1002/bbb.2023 ISBN: 1932-1031
36. Jiří Komárek, Hedy Kling, Jaroslava Komárková. Filamentous cyanobacteria, Editor(s): In *Aquatic Ecology, Freshwater Algae of North America*, Academic Press, 2003, 117-196.
37. Jonna E. Teikari, David A. Russo, Markus Heuser, Otto Baumann, Julie A. Z. Zedler. Competition and interdependence define multifaceted interactions of symbiotic *Nostoc* sp. and *Agrobacterium* sp. under inorganic carbon limitation. Jul 2024 DOI: 10.1101/2024.07.16.603663
38. Wang, W.; Wang, S.X.; Guan, H.S. The antiviral activities and mechanisms of marine polysaccharides: An overview. *Mar. Drugs* 2012, 10, 279–281.
39. Akimzhanova K., Sabitova A., Mussabayeva B., Kairbekov Zh., Bayakhmetov B., Jędrzej Proch. Chemical composition and physicochemical properties of natural therapeutic mud of Kazakhstan salt lakes: a review. *Environ Geochem Health* (2024) 46:43. <https://doi.org/10.1007/s10653-023-01813-3>
40. Adilov V.B., Berezhnov E.S., Bobrovnikskiy I.P., Gusarov I.I., Davydova O. B., Dubovskoy A.V., Zotova V.I., Lvova N.V., Novikova O.V., Petrova N.G., Razumov A.N., Rogovets A.I., Seregina I.F., Tereshkova L.P., Trebukhov Y.A., Trebukhova T.M., Tupitsina Y.Y. (2000). The classification of mineral waters and therapeutic muds for the purposes of their certification: The guidelines. Russian Scientific Center for Restorative Medicine and Balneology. –(In Russian).
41. Śliwińska-Wilczewska S., Konarzewska Z., Wiśniewska K., Konik M. "Photosynthetic Pigments Changes of Three Phenotypes of Picocyanobacteria *Synechococcus* sp. under Different Light and Temperature Conditions." *Cells*, 9(9) (2020): 2030. doi:10.3390/cells9092030.
42. Masyuk N.P. Morphology, systematics, ecology, geographical distribution of the genus *Dunaliella* Teod. and prospective practical use. 1973: Naukova Dumka. 244 p.

Авторлар туралы мәлімет

Сандыбаева Сандугаш Қалжанқызы – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биотехнология кафедрасының аға оқытушысы, ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, sandugash.sandybayeva@kaznu.edu.kz)

Какимова Ардак Болатовна – PhD, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биотехнология кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, ardakkakimova1@gmail.com)

Болатхан Кенжегуль (корреспонденттік автор) – PhD, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биотехнология кафедрасының ассоциирленген профессоры (Алматы, Қазақстан, bkenzhegul23@mail.ru)

Токтыбай Акнур – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Биология» мамандығының 2 курс докторанты (Алматы, Қазақстан, aknur0115@mail.ru)

Ахметова Гүлназ – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биотехнология кафедрасының «Биотехнология» мамандығының 3 курс докторанты (Алматы, Қазақстан, gulnaz_akhmetova92@mail.ru)

Даулетова Алия – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биотехнология кафедрасының «Биотехнология» мамандығының 2 курс докторанты (Алматы, Қазақстан, Aliyusha.dau@mail.ru)

Салауат Дамыс – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Балық шаруашылығы» мамандығының 2 курс докторанты (Алматы, Қазақстан, salauat.damys@mail.ru)

Information about authors:

Sandybayeva Sandugash – researcher, senior lecturer of the Department of biotechnology of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, sandugash.sandybayeva@kaznu.edu.kz)

Kakimova Ardak – PhD, Senior Lecturer of the Department of biotechnology of Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, ardakkakimova1@gmail.com)

Bolatkhon Kenzhegul (correspondent author) – PhD, associate professor of the Department of biotechnology of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, bkenzhegul23@mail.ru)

Toktybay Aknur – 2nd year PhD student of the specialty “Biology” of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, aknur0115@mail.ru)

Akhmetova Gulnaz – 1 year PhD student of the specialty “Biotechnology” of the Department of biotechnology of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, gulnaz_akhmetova92@mail.ru)

Dauletova Aliya – 2nd year doctoral student of the Department of biotechnology of the Al-Farabi Kazakh National University, specialty “Biotechnology” (Almaty, Kazakhstan, Aliyusha.dau@mail.ru)

Salauat Damys – 2nd year PhD student of the specialty “Fisheries” of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, salauat.damys@mail.ru)

Received June 05, 2024
Accepted September 26, 2024

REVIEW ARTICLE

Т.Б. Сабыржан^{1,2} , С.Ш. Нуралибеков^{1*} ,
А.И. Кыдырманов¹ , К.О. Карамендин¹ 

¹ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», г. Алматы, Казахстан

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: nuralibekovs@mail.ru

ВИРУСЫ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ, ОБЛАДАЮЩИХ ЗООНОЗНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

В последние годы изучение вирусов летучих мышей стало особенно актуальным в свете пандемии коронавирусной инфекции и других крупных вспышек вирусных заболеваний, таких как лихорадка Эбола и вирус Зика. Летучие мыши являются важными резервуарами многих патогенов, которые могут вызывать заболевания у человека и животных. Эти млекопитающие не только служат первичными источниками различных инфекций, но и играют ключевую роль в их распространении, что делает их объектом повышенного интереса для вирусологов и эпидемиологов.

В данной статье предпринимается попытка систематизировать информации о наиболее распространённых вирусах, ассоциированных с летучими мышами на глобальном уровне. Рассматриваются основные вирусные семейства, циркулирующие среди рукокрылых, а также их патогенные свойства и механизм взаимодействия с хозяином. Кроме того, в статье представлен обзор текущих исследований, проводимых в Казахстане, касающихся вирусов летучих мышей. Анализируется актуальность этих исследований в контексте охраны здоровья населения и возможности предотвращения будущих вспышек вирусных заболеваний.

Таким образом, данная работа подчеркивает значимость летучих мышей как биологических индикаторов здоровья экосистем и человека, а также их роль в эпидемиологии инфекционных заболеваний.

Ключевые слова: зооноз, летучие мыши, рукокрылые.

T.B. Sabyrzhan^{1,2}, S.Sh. Nuralibekov^{1*},
A.I. Kydyrmanov¹, K.O. Karamendin¹

¹«Research and Production Center for Microbiology and Virology» LLP, Almaty, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: nuralibekovs@mail.ru

Bat viruses with zoonotic potential

In recent years, the study of bat viruses has become particularly relevant in light of the coronavirus pandemic and other major outbreaks of viral diseases, such as Ebola fever and the Zika virus. Bats are important reservoirs for many pathogens that can cause diseases in humans and animals. These mammals not only serve as primary sources of various infections but also play a key role in their transmission, making them a subject of increased interest for virologists and epidemiologists.

This article attempts to systematize information about the most common viruses associated with bats on a global scale. It examines the main viral families circulating among bats, as well as their pathogenic properties and mechanisms of interaction with the host. Additionally, the article presents an overview of current research conducted in Kazakhstan regarding bat viruses. The relevance of these studies is analyzed in the context of public health and the potential for preventing future outbreaks of viral diseases.

Thus, this work emphasizes the significance of bats as biological indicators of ecosystem and human health, as well as their role in the epidemiology of infectious diseases.

Key words: zoonosis, bats, viral diseases.

Т.Б. Сабыржан^{1,2}, С.Ш. Нуралибеков^{1*},
А.И. Кыдырманов¹, К.О. Карамендин¹

¹ЖШС «Микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығы», Алматы қ., Қазақстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

*e-mail: nuralibekovs@mail.ru

Зооноздық потенциалы бар жарқанаттар вирустары

Соңғы жылдары жарғанат вирустарын зерттеу коронавирус пандемиясы мен Эбола қызбасы, Зика вирусы сияқты басқа ірі вирустық аурулардың індеттері тұрғысынан ерекше маңызға ие болды. Жарғанаттар адам мен жануарларда ауру тудыратын көптеген патогендердің маңызды резервуарлары болып табылады. Бұл сүтқоректілер түрлі инфекциялардың бастапқы көздері ғана емес, сонымен қатар олардың таралуында да негізгі рөл атқарады, бұл оларды вирусологтар мен эпидемиологтар үшін қызығушылық тудыратын объект етеді.

Бұл мақалада әлемдік деңгейде жарғанаттармен байланысты ең көп таралған вирустар туралы ақпаратты жүйелендіруге тырысады. Онда жарғанаттар арасында айналатын негізгі вирус отбасылары, сондай-ақ олардың патогендік қасиеттері мен хостпен өзара әрекет ету механизмдері қарастырылады. Сонымен қатар, мақалада Қазақстанда жүргізіліп жатқан жарғанат вирустары туралы қазіргі зерттеулердің шолуы ұсынылған. Бұл зерттеулердің халық денсаулығын қорғау және болашақ вирустық аурулардың індеттерін алдын алуға байланысты өзектілігі талданады.

Осылайша, бұл жұмыс жарғанаттардың экожүйе мен адам денсаулығының биологиялық индикаторлары ретіндегі маңыздылығын және инфекциялық аурулардың эпидемиологиясындағы рөлін атап өтеді.

Түйін сөздер: зооноздар, жарғанаттар, вирустық инфекциялар.

Введение

Летучие мыши – одни из наиболее распространённых и многочисленных групп млекопитающих. Существует более 1400 видов рукокрылых, что составляет приблизительно 21% из всех таксономических групп [1]. Настолько широкое разнообразие уступает лишь грызунам, видовое разнообразие которых превышает 2500 видов [2]. Оба отряда – носители широкого спектра вирусных-потенциальных источников патогенных инфекций [3]. При этом представители отряда рукокрылых (Chiroptera) имеют отличительные от других зверей черты: способность к полёту, ориентация в пространстве с помощью звуковых волн, физиологическую и иммунную специфичность. Последние из перечисленных особенностей делают из летучих мышей носителей широкого спектра вирусов, в том числе опасных для человека [4].

Летучих мышей используют в качестве объекта исследований по профилактике и защите от заболеваний [5], механизмам иммунного ответа [6], старения [7], изучения принципов движения и аэродинамики [8], адаптивной эволюции [9] и оптимизации искусственного интеллекта [10]. Так же они играют значительную роль в поддержании стабильности экосистем: участвуют в опылении, выполняют важную миссию по уничтожению вредителей многих видов растений [11]. Но независимо от всей пользы, которую

приносят рукокрылые, они всё ещё остаются источником опасных вирусных инфекций.

Рукокрылые обладают особым специфическим иммунным ответом на патогенные инфекции. При этом они не только остаются резервуарами для вирусов, но и способны передавать их другим видам, включая человека. Вирусы более 20 семейств были выделены из популяций летучих мышей, часть из которых – зачатки новых зоонозных болезней [12]. В базе данных ZOVER зарегистрировано 15909 вирусов, ассоциированных с летучими мышами [13], из них 19 видов были признаны патогенными для человека, включая вирусы Эбола, Нипах и Хендра [14].

Существуют случаи крупных вспышек вирусных заболеваний, которые связывают с летучими мышами, среди них:

- болезнь, вызванная вирусом Марбург в 1967 году;

- эпидемия Ниппа-вируса в 2001 году, Бангладеш;

- синдром тяжёлой острой респираторной недостаточности (SARS) в 2002-2003 годах, Китай, провинция Гуандун;

- ближневосточный респираторный синдром (MERS) в 2012 году;

- вспышка Эбола в 2013-2014 годах;

- пандемия SARS-CoV-2 в 2019 году.

Помимо данных заболеваний, с летучими мышами связывают эпидемию гриппа H5N1 2003 года в Тайланде и Вьетнаме [15], а так-

же вспышку синдрома острой диареи свиней (SADS) в 2017 году [16]. 60% от всех известных патогенов представляют зоонозные инфекции [17]. Возникновение зоонозов в естественной среде основано на передаче патогена от летучей мыши к животному-реципиенту. В данной цепи реципиентом может оказаться и промежуточный хозяин. Так, например, промежуточным звеном в передаче SARS-CoV от рукокрылых к человеку считаются циветты, а у вирусов Эболы и Нипах – обезьяны и свиньи [18].

Несмотря на широкое распространение РНК вирусов: генипавирусов, филовирусов и коронавируса в популяциях рукокрылых, сами патогены изолируются нерегулярно и эпизодически [19]. Существует зависимость выделения вирусов от летучих мышей и их физиологическим состоянием: у здоровых особей вирусы выделяются реже; в то время как периоды беременности самок рукокрылых коррелируют с сезонным распространением вирусов [20, 21]. Влияние патогена на летучих мышей различается от вида, а также от специфичности и памяти иммунитета отдельной особи [22]. Интенсивность внутри- и межпопуляционной циркуляции вируса достигает пика в период размножения и миграции [23]. Таким образом, изучение виroma летучих мышей имеет решающее значение для прогнозирования и предотвращения возникновения зоонозных заболеваний.

Исследования летучих мышей как отряда млекопитающих в Казахстане остановились в конце XX века. К сожалению, в настоящее время нет специалистов-териологов, занимающихся этой проблемой, ведь Казахстан представлен обширной фауной рукокрылых, насчитывавшей около 25 видов [24]. Целью данного обзора в том числе является привлечь внимание к этой проблеме в Казахстане, поскольку этот потенциальный вирусный резервуар несёт неизведанные риски здравоохранению. Статья освещает существующие знания в мире о вирусах летучих мышей и состояние изученности проблемы в Казахстане.

Коронавирусы

Семейство коронавирусов составляют четыре рода: альфа, бета, гамма и дельта-коронавирусы. Особое свойство представителей данного семейства, как РНК-вирусов, – высокая скорость мутаций, что, соответственно, ведёт к более интенсивному и частому образованию новых штаммов. Из широкого многообразия коронавирусов способность инфицировать людей име-

ется лишь у альфакоронавирусов HCoV-NL63 и HCoV-229E, а также HCoV-OC43 и HCoV-NKU1, относящимся к бетакоронавирусам [25]. Коронавирусы представляют значительную угрозу для общественного здравоохранения, особенно в контексте их способности к быстрой адаптации и распространению среди различных видов. Эти вирусы, как представители РНК-вирусов, характеризуются высокой скоростью мутаций, что способствует частому образованию новых штаммов и усложняет разработку долгосрочных профилактических и лечебных мер. Среди множества коронавирусов немногие способны инфицировать человека, но те, которые обладают этой способностью, могут вызывать серьёзные заболевания, такие как SARS, MERS и COVID-19, представляющие глобальную опасность и известно, что их вероятным резервуаром в природе являются летучие мыши.

SARS

В конце 2002 г. в провинции Гуандун, Китай, были зарегистрированы случаи респираторного заболевания, несущего риск для жизни. Вызываемая вирусом болезнь сопровождалась высокой температурой, ознобом, одышкой, кашлем и лихорадкой [26]. Инфекция преимущественно передавалась воздушно-капельным путём, второстепенными путями передачи считали: аэрозоли и фомиты [27], также определено, что существует вероятность передачи конъюнктивальным путём [28].

Далее, схожие случаи повторились во Вьетнаме, Канаде и Гонконге. В первую очередь инфекция распространилась на медицинских работников. Весной 2003 года болезнь получила название «тяжелый острый респираторный синдром» (SARS), тогда же начались первые попытки предотвращения распространения болезни. Вспышки тяжелого острого респираторного синдрома в 2002-2003 гг., которые привели к более чем 8000 случаев инфицирования и практически 800 смертельным исходам, были вызваны новым коронавирусом (CoV), ныне известным как коронавирус, ассоциированный с атипичной пневмонией [29]. Последствия инфекции, которые понесли 29 пострадавших стран, составили примерно 40 миллиардов долларов США [30]. SARS-CoV – РНК-вирус с одиночной положительной цепью, состоящей из около 32 тысяч п.н., кодирующих белки репликазы и шипика, оболочки, мембраны и нуклеокапсида [31].

Вспышки вирусов Эбола, Ханта, Нипах, переносчиками которых были летучие мыши,

подтверждают появление ранее не существовавших путей межвидовой передачи вирусных патогенов [32]. Первые подтверждения межвидовой передачи вируса были осуществлены ещё в 2003 году, с обнаружением вируса у циветт и енотовидных собак [33]. Дж. С. М. Пейрис с коллегами выявили активную и устойчивую передачу инфекции SARS-CoV от человека к человеку [34]. Позже, в 2005 году, в Китайском центре по контролю и профилактике заболеваний было выявлено, что в природных условиях вышеупомянутые животные не подвергаются коронавирусной инфекции [35]. А полученные Сусанной Лау данные указывают на роль циветт как промежуточных переносчиков инфекции, а не естественных резервуаров [36]. Основываясь на исследованиях Вэндонга Ли роль передачи патогена стали приписывать летучим мышам рода *Rhinolophus*, так как коронавирусы этой группы млекопитающих генетически схожи с SARS-CoV [37].

Коронавирусы, передающиеся летучими мышами, главным образом связаны с Microchiroptera, которые не ограничиваются тропическими климатическими условиями. Это позволяет им иметь гораздо более широкое географическое распространение, чем другие вирусы рукокрылых [38]. Помимо людей инфекции SARS-CoV были подвержены: домашние кошки [39], макаки [40], хорьки, сирийские хомячки [41], мыши и африканские мартышки [42]. Настолько высокую вариабильность и адаптацию к новым хозяевам вирусу обеспечивают белковые «шипы» [43], которые обладают высокой степенью сходства (89,8–92,7%) с белками SARS-подобных коронавирусов летучих мышей. Это сходство особенно выражено в рецептор-связывающем домене, который играет важную роль во взаимодействии с рецепторами [44]. Следует отметить, что случаи SARS-CoV в Казахстане не зарегистрированы, а род летучих мышей *Rhinolophus* отряда Microchiroptera широко представлен в Казахстане.

MERS

Впервые Ближневосточный респираторный синдром (MERS) был выделен в 2012 году от пациента больницы в Джидде, Саудовская Аравия [45]. Помимо Саудовской Аравии вирус был обнаружен в ОАЭ, Кувейте, Бахрейне, Катаре и ещё 23 других странах, также было зафиксировано более 850 случаев гибели от инфекции [46].

Геном вируса MERS состоит из 30 тысяч пар нуклеотидов (т.п.н.) и включает 10 открытых ра-

мок считывания [47]. Аминокислотные последовательности нового вируса на 77% совпадали с двумя коронавирусами, ранее выделенными от рукокрылых родов *Pipistrellus* (японский нетопырь) и *Tylonycteris* (малая бамбуковая летучая мышь). А обнаруженная позже корреляция экспрессии CD26/DPP4 с чувствительностью к инфекции MERS в клетках летучих мышей лишь подтвердила предположения о природе источника вируса [48].

Верблюды – главные резервуары для MERS. Об этом свидетельствуют исследования 2014 [50] и 2017 годов [49], а работы 2018 года подтверждают важную роль верблюдов в распространении вируса MERS и указывают на возможные факторы передачи инфекции от животных к людям [50]. Летучие мыши в свою очередь могут быть потенциальным первичным резервуаром для коронавирусов, которые впоследствии могут передаваться человеку через других животных, включая верблюдов, свиней и кошек [51]. Несмотря на то, что летучие мыши не были прямым источником инфекции MERS у людей, они могут играть роль в переносе вирусов и влиять на появление новых вариантов патогенов [52]. Несмотря на хорошо развитое верблюдоводство, случаи заболевания MERS в Казахстане не выявлены. В период вспышки MERS в мире и позже, в нашей республике проведены скрининговые исследования сывороток верблюдов на антитела этому вирусу и все результаты оказались отрицательными [53, 54]. Однако, в 2017 и 2018 годах при серологическом скрининге верблюдов в Казахстане положительные случаи были выявлены у 0,54% бактрианов и 0,24% дромадеров из 8207 исследованных образцов сыворотки [55], что говорит о циркуляции этого вируса среди верблюдов в Казахстане и его зоонозном потенциале. В скрининговых исследованиях на РНК вируса положительные образцы в Казахстане не обнаружены.

SARS-CoV-2

Пандемия COVID-19 – третья крупная эпидемия коронавирусов, с зарегистрированным распространением патогена от животных к людям. Согласно данным ВОЗ по состоянию на 19 июля 2023 года (с момента вспышки инфекции в центральном Китае) было зарегистрировано 768.237.788 подтвержденных случаев заболевания COVID-19, в том числе 6.951.677 случаев смерти [56].

Как и в случае с SARS-CoV и MERS, коронавирусы SARS-CoV-2 относятся к подсемейству

Orthocoronavirinae [60]. Несмотря на схожесть инфекции с SARS-CoV (гомология в 82%), SARS-CoV-2 имеет меньшую патогенность, но большую инфекционность. Так же COVID-19 отличается наличием неспецифических, легких и бессимптомных проявлений [58]. Ещё одной отличительной от SARS-CoV чертой считается высокая адаптация вируса к человеку, о чём свидетельствует менее частые изменения в геноме вируса при репликации в человеческой популяции [59].

Частота мутаций, характерная SARS-CoV-2, составляет 1-2 изменения в месяц [61]. Столь высокая периодичность мутаций и генетическая изменчивость вируса связана с неточностью действия их РНК-полимеразы [62], работа которой проходит по прерывистому и переключаемому шаблону репликации [63]. Частые ошибки рекомбинации вируса – не единственная причина межвидовой передачи: особую роль играет взаимодействие S-белка с рецептором ангиотензинпревращающего фермента хозяина (ACE2). Помимо этого, многообразие вариантов вируса способствуют частые делеции и аминокислотные замены [64]. Предполагается, что изменения в аминокислотном составе S-белков играют основную роль в передаче вируса от естественных резервуаров к другим хозяевам [65]. Генетическая изменчивость SARS-CoV-2 играет важную роль в их инфекционности и способности избегать иммунного ответа. Взаимодействие S-белка с рецептором ACE2 у человека является ключевым фактором, определяющим эффективность заражения и распространения вируса. Частота мутаций и рекомбинации, а также изменения в геноме, такие как делеции и аминокислотные замены, способствуют возникновению новых вариантов вируса, что подчёркивает необходимость постоянного мониторинга.

Природным источником SARS-CoV-2 принято считать летучих мышей *Rhinolophus affinis*, так как геном патогена на 96,2% гомологичен их коронавирусу RaTG13. К промежуточным хозяевам вируса относят панголинов, коронавирусы которых схожи с вирусами рукокрылых на 90% (*Manis javanica*) [66]. Помимо основных хозяев вируса, его переносчиками могут быть хорьки и кошки. Также вирус был обнаружен у собак, свиней и домашних птиц [67]. Летучие мыши, будучи природными резервуарами коронавирусов, играют критическую роль в распространении инфекции. Их уникальная способность переносить вирусы без видимых симптомов делает их важными элементами в цепочке переда-

чи вирусов. Следует отметить, что данный вид *Rhinolophus affinis* в Казахстане не встречается.

Острые респираторные инфекции – самые распространённые инфекционные заболевания среди людей. Новые вирусы, способные вызывать эти инфекции и передаваться через дыхательные пути, представляют значительную угрозу для общественного здравоохранения, поскольку могут вызывать массовые и быстро распространяющиеся пандемии. Летучие мыши играют значительную роль в распространении острых респираторных инфекций, что связано с их биологическими особенностями и экосистемными характеристиками. Физиологические особенности летучих мышей позволяют им переносить инфекции без проявления клинических симптомов, что делает их скрытыми носителями, поддерживающими циркуляцию вирусов в природе [68]. Кроме того, миграционные паттерны и широкое географическое распространение этих млекопитающих способствуют передаче вирусов между различными регионами и видами. Эти факторы увеличивают риск межвидовой передачи, включая переход вирусов от животных к человеку, что особенно важно для понимания механизмов возникновения новых инфекционных заболеваний и их профилактики. В лаборатории экологии вирусов НИЦ микробиологии и вирусологии проводятся скрининговые исследования на коронавирусы летучих мышей и вирусы гриппа А в рамках грантовых проектов. Исследованы пробы от летучих мышей Южного Казахстана и положительные пробы не выявлены. В других исследованиях, проведенных в Казахстане, обнаружен новый коронавирус от летучих мышей, генетически сходный с MERS-коронавирусом, SARS-коронавирусом и человеческими коронавирусами 229E и NL63 [69], что также свидетельствует о существовании неизвестных коронавирусов внутри природного резервуара. При скрининге на коронавирусы в Казахстане выявлены положительные пробы в 38 случаях (4,75%) из 1149 исследованных [70].

Генипавирусы

Вирус Нипах

Вирус Нипах впервые был выделен в 1999 году после зоонозной вспышки в Малайзии 1998 года [74]. Вирус относится к роду *Henipavirus* семейства *Paramyxoviridae*, имеет одноцепочечную минус-нитевую РНК и вызывает тяжёлые респираторные заболевания у людей [75]. Так же вирус циркулирует среди свиней, лошадей, собак и кошек [76]. Из этого следует, что зоо-

нозная передача возможна на свинофермах и скотобойнях [77]. Но стоит учитывать, что помимо летучих мышей и свиней, участие других животных в передаче вируса людям не до конца определено [78]. Важную роль в переносе вируса играет его жизнеспособность: так, например, Нипах-вирус способен выживать в соках фруктов до трёх суток, а также сохранять стабильность при 70°C [79].

Летучие мыши считаются естественными резервуарами Нипах, в частности это касается представителей рода *Pteropus*, питающихся фруктами. Первые случаи передачи вируса от летучих мышей людям были зарегистрированы в 2001 году в Бангладеше и Индии [80]. По данным ВОЗ, с первой вспышки вируса до сегодняшних дней пострадало пять стран Юго-Восточной Азии, помимо двух вышеперечисленных в этот список входят Сингапур, Малайзия и Филиппины [81]. Таксономические линии вируса Нипах, выделенные в Индии и Бангладеше, отличаются от малайзийских. Последние менее разнообразны и изолируются лишь от свиней и людей [82].

Несмотря на постоянно возникающие вспышки инфекции, пока ещё не существует вакцин против вируса [83]. Последние зарегистрированные случаи вспышек вируса Нипах произошли в 2018 году [84] и в 2019 году в Индии [85].

Полный геном индийского штамма NiV был секвенирован в 2019 году в результате молекулярно-генетического анализа смывов, собранных от 141 летучей мыши, а также 92 образцов внутренних органов *Pteropus medius*, обитающих в близости с местностью вспышки вируса. А из взятых сывороток более 20% показали положительный результат на анти-NiV IgG-антитела с помощью иммуноферментного анализа (ELISA) [86]. Стоит отметить, что вирус Нипах, в отличие от других парамиксовирусов и патогенных филовирусов, вызывает у летучих мышей выработку вируснейтрализующих антител, которые могут служить в качестве маркера заболевания [87].

Хендра

Другой представитель Генипавирусов, имеющий высокую летальность при заражении (40-100%), – вирус Хендра (HeV) [88]. С 1994 по 2015 годы наблюдалось в общей сложности 52 вспышки вирусной инфекции. Крупнейшей вспышкой инфекции считается ситуация в Малайзии 1998-1999 гг.: последствия которой

включают более 250 случаев заражения людей с 40% летальных исходов, инфекция свыше миллиона свиней [89]. Смертность зависит как от географического местоположения, так и от животного-носителя. Малазийский штамм инфицирует только свиней (распространителей), австралийский – лошадей (переносчиков), а бангладешский – у людей (внешних носителей) [90].

Главный резервуар вирусов – летучие мыши рода *Pteropus* [91]. Хотя летучие мыши данного рода и считаются естественными резервуарами HeV, сами они переносят инфекцию бессимптомно [92]. Вирус Хендра заражает лошадей при контакте с недоеденными летучими мышами фруктами, их выделениями (фекалии, моча и слюны) на траве, корме или в воде [93].

У людей, свиней и лошадей в свою очередь клинические признаки зависят от возраста: так у молодых наблюдались трудности с дыханием и громкий хриплый кашель, неправильная походка, тремор и слабость задних конечностей; у старых же выявлялись атаксия, парез, судороги, гнойные назальные выделения [94]. Данные выделения несут опасность передачи болезни на ранних стадиях [95]. Помимо вышеуказанных симптомов, варьирующихся от возраста, также имеются общие клинические признаки заболевания: лихорадка, тахикардия, отсутствие аппетита, депрессия и одышка [96].

Геном патогена состоит из шести структурных белков. Их составляют гены нуклеопротеина, фосфопротеина, матричный белка, гликопротеина слияния, гликопротеина присоединения и полимеразного белка [97]. Вирусы NiV и HeV имеют очень высокое сходство: первый состоит из 18 246 нуклеотидов, в то время как второй – из 18 234 [98]. Оба отличаются от других парамиксовирусов более длинным геномом, в основном из-за нетранслируемых дополнительных участков 3'-конца [99]. Это оправдывает причину того, что все белки (кроме фосфопротеина) на 100–200 аминокислот длиннее, чем у других представителей семейства [100].

Одно из ключевых направлений исследования вирусов *Henipavirus* – изучение механизмов их эволюции и адаптации к различным видам хозяев. Эти вирусы обладают уникальной способностью к генетической рекомбинации и мутациям, что позволяет им эффективно преодолевать видовые барьеры и адаптироваться к новым хозяевам, включая человека. Такая генетическая пластичность делает *Henipavirus* особенно опасными в контексте потенциальных пандемий

[101]. Исследования последних лет выявляют новые аспекты взаимодействия данного вируса с их хозяевами и возможными посредниками передачи. Одно из важнейших открытий – обнаружение вируса *Angavokely* (*AngV*) в моче диких летучих мышей на Мадагаскаре. Этот вирус обладает геномными характеристиками, схожими с Хендра и Нипах, но с определёнными отличиями, которые могут указывать на его потенциальную патогенность для человека. Генетический анализ показал, что *AngV*, вероятно, использует механизмы, отличные от других известных генипавирусов, что предполагает возможность его адаптации к различным видам хозяев и потенциальный риск для здоровья человека [102]. Также важным открытием было выявление нового генипа-подобного вируса в Бразилии, названного вирусом *Peixe-Voi*, у опоссумов [103]. Это расширяет понимание возможных резервуаров и путей распространения генипавирусов за пределы привычных хозяев. При анализе виroma летучих мышей в Казахстане представители *Henipavirus* не выявлены.

Филовирусы

Семейство *Filoviridae* названо так за счёт своеобразной нитевидной структуры вирусов [104]. Геном филовирусов состоит из 19 т.п.н., экспрессирующих нуклеопротеин, гликопротеин, РНК-зависимую РНК-полимеразу и структурные белки [105]. Филовирусы представляют собой зоонозные патогены, которые могут вызывать серьёзные болезни у людей. Эпидемия вируса Эбола в Западной Африке, впервые выявленная в начале 2014 года, подчеркивает опасность, которую несут эти смертельные вирусы. Данное семейство принято разделять на Эболавирусы и Марбургвирусы [106], геном которых различается на 50% [107]. Эволюция филовирусов, протекающая на протяжении миллионов лет, проходила параллельно эволюции млекопитающих [108]. Об этом свидетельствует наличие многочисленных эндогенных вставок вирусных последовательностей в геноме млекопитающих [109]. Основными резервуарами эболавирусов считаются летучие мыши видов *Hypsignathus monstrosus*, *Epomops franqueti* и *Myonycteris torquata* [110]. Теорию о передаче инфекции от летучих мышей к людям и другим млекопитающим подкрепляет наличие антител к филовирусам у рукокрылых Филиппин, Китая, Бангладеша [111]. Вирус Эболы выделяется из фекалий летучих мышей, а вирус Марбург изолируется из тканей спустя неделю после инфицирования,

но не фиксируется ни в моче, ни в фекалиях летучих мышей [112].

Современные исследования также сосредоточены на иммунном ответе летучих мышей на филовирусную инфекцию. Летучие мыши обладают уникальной иммунной системой, которая позволяет им переносить вирусные инфекции без развития тяжёлой болезни [113]. Хотя сами летучие мыши не восприимчивы к Эбола- и Марбургвирусам, они подвержены инфекции вируса Лловиу (*Lloviu*) рода *Cuevovirus*. Он был обнаружен в Испании в 2002 г. во время массовой гибели *Minopterus schreibersii* [114]. Геном *Lloviu* отличается от *Marburgvirus* на 57,3–57,7%, в то время как от *Ebolavirus* на 51,8–52,6% [115].

Филовирусы вызывают тяжёлую геморрагическую лихорадку, энцефалит и другие инфекции [116]. Крупнейшая вспышка вируса Эбола произошла в 2014 году в Африке, тогда смертность составила 25–90%, средняя же летальность составляет 50% [117]. Зоонозные инфекции вирусов *Filoviridae* возникают при единичном внедрении патогена в популяцию людей, где при передаче среди людей или приматов от одной особи к другой он приобретает высокое генетическое разнообразие [118]. Например, крыланы служат резервуаром филовирусной инфекции, которая передаётся через прямой контакт, половой контакт или укусы. Люди и нечеловекообразные приматы могут заразиться, употребляя в пищу заражённые вирусом фрукты или при прямом контакте с резервуарными хозяевами. Эти вирусы обладают высокой летальностью и могут быть распространены через аэрозоли, что делает их потенциальными кандидатами для биотеррористических атак. Это подчеркивает необходимость строгих мер биобезопасности и международного сотрудничества для предотвращения использования филовирусов в злонамеренных целях.

В состав рода *Ebolavirus* входят эболавирусы Зайра, Судана (1976), Рестона (1989), леса Таи в Кот-д’Ивуаре (1994) и Бундибуджио (2007) [119]. Марбургвирусы представлены лишь одним видом – *Marburgvirus marburgvirus* [120]. Первый вирус, обнаруженный в 1967 году, относился к Марбургвирусам. В свою очередь эболавирусы заявили о себе в 1976 году в Судане [121].

В исследовании, посвящённом оценке передачи вируса от летучих мышей, указано, что виды *Hypsignathus monstrosus*, *Epomops franqueti* и *Myonycteris torquata* могут быть носителями этих вирусов без проявления симптомов. Од-

нако, гипотеза лишь косвенно подтверждается серологическими исследованиями [122]. Доказательства того, что летучие мыши – резервуары вируса Эбола, в настоящее время основаны на серологии и наличии РНК вируса в тканях и сыворотках летучих мышей в Африке, так и в Азии [123]. При анализе виroma летучих мышей в Казахстане представители *Filoviridae* не выявлены.

Лиссавирусы

Существует 17 официально зарегистрированных видов рода *Lyssavirus*, относящихся к семейству *Rhabdoviridae*, которые разделены на две основные филогруппы [124]: первая включает генотипы 1 и 4–7, вторая – 2 и 3 [125]. Также выделяют третью филогруппу, включающую вирусы Икома (IKOV) и Ллейда (LLEBV) [126]. Любопытно, что практически все лиссавирусы связаны с летучими мышами [127]. Лишь вирус RABV выделяется из данной таксономической группы, распространяясь среди большого спектра видов-хозяев-резервуаров [128], и только он был обнаружен в Новом Свете [129]. Лиссавирусы вызывают клиническое бешенство, приводящее к стопроцентным летальным исходам [130], и вирусный энцефалит [131]. Однако стоит учитывать, что млекопитающим от летучих мышей данные патогены передаются нечасто [132]. Низкая вероятность связана с тем, что лишь 1% от всех существующих рукокрылых (37 видов *Vespertilionidae*) способны передавать вирус другим видам [133]. При этом лиссавирусные инфекции переносят: куницы, овцы, кошки, собаки, мангусты, лошади и люди [134]. Из всех выделенных лиссавирусов только вирусы Мокола и Икома не изолированы от летучих мышей [135].

Последние работы показывают, что разнообразие лиссавирусов продолжает расширяться, и новые виды вирусов активно выявляются в популяциях рукокрылых. Например, недавние исследования выявили новый вид лиссавируса у длиннопалого нетопыря (*Myotis capaccinii*) в Словении, который относится к первой филогруппе и тесно связан с вирусами, ранее обнаруженными в Европе [136]. Кроме того, австралийский лиссавирус летучих мышей (ABLV), выявленный в Австралии, показывает, что этот вирус способен поражать не только летучих мышей и людей, но и других млекопитающих, таких как лошади.

С 1996 по 2013 года в Австралии от Лиссавируса австралийских летучих мышей (ABLV), ранее инфицирующего лишь людей и рукокрылых,

также пострадали и лошади [137]. Межвидовая передача вируса от летучих мышей происходит преимущественно посредством укусов [138], внутривидовая передача проходит через слюну, а также внутриутробно от матери плоду [139]. Также, недавние случаи заражения людей лиссавирусами в Дальневосточном регионе России подчеркивают риск межвидовой передачи вируса, особенно в контексте отсутствия вакцин или постконтактной профилактики для некоторых новых штаммов лиссавирусов [140]. Подобные случаи подчеркивают важность проведения мониторинга виroma летучих мышей для лучшего понимания эволюции и распространения этих вирусов. Вирусологический скрининг летучих мышей Казахстана позволил выявить РНК вируса бешенства – в 27 (7,74%) образцах летучих мышей из исследованных 1149 (393 мазка из ротоглотки, 349 образцов мозга, 407 гуано). Образцы были собраны у четырёх видов летучих мышей (*Vespertilio murinus*, *Nyctalus noctula*, *Myotis blythii*, *Eptesicus serotinus*) в девяти регионах [70].

Флавивирусы Вирус Денге

От инфекции вируса Денге каждый год страдает от 100 до 400 миллионов людей в более чем в 100 странах мира [141]. Инфицирование патогеном вызывает тошноту, температуру, головную боль, жажду, сыпь, лихорадку, рвоту, боль в костях, суставах, мышцах, животе и глазах, также могут пострадать лимфатические узлы и кровеносные сосуды, а в тяжёлых случаях болезнь может привести к летальному исходу [142].

Вирус Денге (DENV) относится к роду *Flavivirus* семейства *Flaviviridae* [143]. Геном вируса состоит из 10,7 т.п.н. и кодирует три структурных и семь неструктурных белков [144]. До 2013 года выделяли четыре основных серотипа вируса Денге; изолированный в Малайзии пятый серотип отличается более высокой вирулентностью [145]. Для всех серотипов характерны два цикла передачи вируса: сальватический и человеческий. В случае с последним единственным хозяином вируса считается человек [146].

Основные переносчики вируса Денге – комары рода *Aedes*, летучие мыши же считаются промежуточными резервуарами в жизненном цикле вируса [147]. Это подкрепляется фактом обнаружения специфических антител к вирусу в сыворотках летучих мышей [148]. В то же время, потенциальная передача вируса от людей к летучим мышам вероятнее всего оставляет по-

следних как тупиковых хозяев [149]. Вирус Денге переносят летучие мыши родов *Desmodus*, *Artibeus*, *Molossus*, *Natalus*, *Anoura*, *Uroderma* [150]. Кроме летучих мышей антитела вирусу Денге были найдены у броненосцев, дикобразов, опоссумов, различных грызунов и сумчатых [151, 152].

Вирус энцефалита лошадей (EEV)

EEV – представитель рода *Alphavirus* семейства *Togaviridae* и трёх видов флавивирусов семейства *Flaviviridae* [153]. Первые случаи инфекции произошли в популяциях лошадей в 30-х годах XIX в. [154], у человека же вирус впервые зарегистрирован в первой половине XX века [155]. Таксономически разделяют энзоотические и эпизоотические штаммы [156].

Заболевание, вызванное вирусом, вызывает лихорадку, боли в голове, глазах и пояснице, тошноту, рвоту, диарею, судороги и гемипарезы [157]. Смертность у людей составляет меньше 1% [158]; при том, что люди остаются лишь промежуточным хозяином для вируса [159]. У беременных женщин, инфицированных EEV, возникает риск дефектов у новорождённых, мертворождений, аборт [160]. Энцефалит лошадей циркулирует преимущественно в Северной и Южной Америке, но распространение инфекции возможно и в других регионах мира: лошади подвергаются риску во время международных соревнований [161]. Вирус энцефалита лошадей придерживается годовой модели сезонной или устойчивой передачи [162]. Симптомы болезни включают вялость, лихорадку, тахикардию и сероконверсию. Зачастую в случаях инфицирования вирус энцефалита приводит к смерти животного [163].

Из североамериканского варианта вируса лошадиного энцефалита (EEEV) был выделен отдельный вид линий II, III и IV, который был назван вирусом Мадариага (MADV). Данный вирус не считался патогенным для человека до вспышки в Панаме в 2010 году [164].

Процент летальных исходов у заражённых лошадей составляет 80–90% [165]. Заболевание сопровождалось судорогами, потерей сознания [166].

Геном вируса энцефалита лошадей кодирует четыре неструктурных и пять структурных белков [167]. Основные резервуары вируса – грызуны и комары [168], но было также выявлено, что летучие мыши могут быть носителями данного патогена [169]. Переносят патоген такие роды рукокрылых как: *Artibeus*, *Vampyrops*, *Carollia*,

Sturnira, *Glossophaga* [150]. Межвидовая, также, как и внутривидовая передача инфекции происходит посредством аэрозолей, предметов, контаминированных патогенами, а также через прямой контакт [170]. При анализе виroma летучих мышей в Казахстане представители *Flaviviridae* не выявлены.

Другие семейства вирусов летучих мышей

Вирусы семейства *Adenoviridae* от летучих впервые были выделены в 2006 г. от *Pteropus dasymallus* и *Pteropus pipistrellus*. Далее в Китае, Венгрии и Германии было выделено ещё 29 новых штаммов аденовирусов [171]. Аденовирусы (AdV) – безоболочные двухцепочные ДНК-вирусы с размером генома от 30 до 36 т.п.н., у некоторых видов до 45 т.п.н. [172]. В зависимости от носителя аденовирусная инфекция вызывает респираторные, глазные и желудочно-кишечные заболевания [172]. Новый вид аденовирусов летучих мышей идентифицирован в Казахстане у вида *Myotis blythii* в южном регионе [70]. Расчет идентичности аминокислотных последовательностей гена гексона нового казахстанского аденовируса от летучей мыши показал максимальную идентичность 70,00% с мастаденовирусами E и H летучих мышей.

Astroviridae – это семейство небольших одноцепочечных безоболочечных РНК-вирусов с характерно малым геномом от 6,17 до 7,72 т.п.н. [174]. Впервые они были обнаружены в 1975 году во время вспышек желудочно-кишечных заболеваний у детей [175]. Различают два рода астровирусов: *Mamastrovirus* и *Avastrovirus* [176]. В большинстве случаев астровирусные инфекции протекают бессимптомно, но способны вызывать диарею и гастроэнтерит [177], у летучих мышей вирус симптомов и проявлений заболевания не вызывает [178]. Несмотря на это, в популяциях летучих мышей астровирусы встречаются с высокой частотой [179], однако выделяются лишь частичные последовательности генома [180]. Пока что не было зафиксировано ни одного случая передачи астровирусов от летучих мышей, что говорит об их видоспецифичности, но не освобождает от рисков возникновения новых зоонозных форм [181].

Ротавирусы семейства *Reoviridae* – двухцепочечные РНК-вирусы, геном которых состоит из 6 структурных вирусных белков (VP1–VP4, VP6 и VP7) и 6 неструктурных белков. Патоген вызывает диарею у молодняка млекопитающих и птиц [182]. Таксономически разделяют восемь групп ротавирусов (от А до Н), четыре из них

(RVA, RVB, RVC и RVH) инфицируют людей. Также, как и в случае с астровирусами, признаки ротавирусной инфекции у летучих мышей отсутствуют [183]. В 2007 году в Малайзии был идентифицирован новый вирус «Мелака», который был связан с острым респираторным заболеванием у человека. Этот вирус имеет близкое генетическое родство с вирусами, обнаруженными у летучих мышей; вирусы группы RVH у людей и летучих мышей имеют филогенетическое сходство, что раскрывает их зоонозный потенциал [184]. Реовирусы и астровирусы в вируме летучих мышей Казахстана на сегодняшний день не выявлены.

К семейству *Herpesviridae* относятся подсемейства *Alpha-*, *Beta-* и *Gammaherpesvirinae*, включающие в себя 13 родов и 118 видов [185]. Герпесвирусам характерна ДНК-цепь длиной 120–240 т.п.н., содержащая 70–170 генов, кодирующих 43 консенсусных белка. Вирусы герпеса, широко распространены среди различных видов рукокрылых по всему миру, они были обнаружены у 75 видов летучих мышей в Африке, Азии, Америке, Океании [186]. Они способны вызывать заболевания, такие как генитальные инфекции и кожные заболевания у летучих мышей, хотя часто протекают бессимптомно. При этом обладают высоким уровнем генетического разнообразия и обнаруживаются у многих млекопитающих. В Казахстане также обнаружено присутствие этого семейства в образцах от летучих мышей (данные не опубликованы).

Вирусы летучих мышей Казахстана

В Казахстане в последние годы исследования вирусов летучих мышей постепенно развиваются. Как видно, из всех вышеупомянутых семейств вирусов в Казахстане от летучих мышей выявлены коронавирусы [172] и аденовирусы [174] в южных и северных районах страны, а также вирус бешенства RabV на севере, юге и западе. Помимо них обнаружены вирусы герпеса летучих мышей (неопубликованные данные), которые предположительно также являются новым видом для науки. Следует отметить, что все обнаруженные семейства вирусов летучих мы-

шей выявлены от клинически здоровых особей и возможность их передачи человеку является предметом будущих исследований.

Особый интерес представляет ретроспективное исследование вируса Узун-агач (UZAV–Uzun-Agach virus) (*Bunyaviridae*, *Nairovirus*), изолированного в Казахстане в 1977 г. от острой ночницы (*Myotis blythii*) [187]. Семейство буньявирусов является опасным патогеном человека и животных. Большинство вирусов родов *Orthobunyavirus*, *Phlebovirus*, *Nairovirus* являются арбовирусами, то есть передаются восприимчивым позвоночным хозяевам посредством кровососущих членистоногих, вызывая у них геморрагические лихорадки.

В казахстанских исследованиях вирусы гриппа А у летучих мышей не обнаружены, но у птиц семейства утиных выявлен вирус гриппа А подтипа H19 [188], который по последовательности гемагглютинина является близким к подтипу H9 от летучих мышей [189], рассматриваемый как потенциальный для последующих пандемий [190].

Учитывая разнообразие видов летучих мышей в Казахстане и недостаточное изучение их вирусного состава, существует потенциал для открытия новых, ранее неизвестных вирусов, которые могут представлять угрозу как для животных, так и для людей.

Таким образом, рукокрылые играют важную роль в эволюции вирусов, что сказывается на способности последних обходить иммунную защиту. На широкое распространение вирусной инфекции влияет высокая адаптивность ко внешним факторам среды обитания, а также их широкий спектр рациона. В Казахстане ведётся исследование вирусов летучих мышей, что внесет существенный вклад для расширения наших представлений о потенциальных угрозах, исходящих из этого природного резервуара.

Финансирование

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP14869099).

Литература

1. Lei, M., & Dong, D. (2016). Phylogenomic analyses of bat subordinal relationships based on transcriptome data. *Scientific Reports*, 6, 27726. <https://doi.org/10.1038/srep27726>
2. Explore Current Mammalian Taxonomy. Mammal Diversity Web. Retrieved from <https://www.mammaldiversity.org/taxa.html> (accessed December 10, 2023).

3. Olival, K. J. (2017). Host and viral traits predict zoonotic spillover from mammals. *Nature*, 546(7660), 646-650. <https://doi.org/10.1038/nature22975>
4. Calisher, C. H. (2006). Bats: important reservoir hosts of emerging viruses. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(3), 531-545. <https://doi.org/10.1128/CMR.00017-06>
5. Seluanov, A. (2018). Mechanisms of cancer resistance in long-lived mammals. *Nature Reviews Cancer*, 18(7), 433-441. <https://doi.org/10.1038/s41568-018-0004-9>
6. Irving, A. T. (2021). Lessons from the host defences of bats, a unique viral reservoir. *Nature*, 589(7842), 363-370. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-03128-0>
7. Bernard, F. (2022). Aging at Evolutionary Crossroads: Longitudinal Gene Co-expression Network Analyses of Proximal and Ultimate Causes of Aging in Bats. *Molecular Biology and Evolution*, 39(1), msab302. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab302>
8. Voigt, C. C. (2017). Principles and patterns of bat movements: from aerodynamics to ecology. *The Quarterly Review of Biology*, 92(3), 267-287. <https://doi.org/10.1086/693847>
9. Liang, Y. P., & Yu, L. (2015). Advances on molecular mechanism of the adaptive evolution of Chiroptera (bats). *Yi Chuan*, 37(1), 25-33. <https://doi.org/10.16288/j.ycz.2015.01.004>
10. Alyasseri, Z. A. A. (2022). Recent advances of bat-inspired algorithm, its versions and applications. *Neural Computing and Applications*, 34(19), 16387-16422. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07662-y>
11. Zhao, H. (2020). COVID-19 drives new threat to bats in China. *Science*, 367(6483), 1436-1436. <https://doi.org/10.1126/science.abb3088>
12. Weinberg, M., & Yovel, Y. (2022). Revising the paradigm: Are bats really pathogen reservoirs or do they possess an efficient immune system? *iScience*. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.104782>
13. Zhou, S., et al. (2022). ZOVER: The database of zoonotic and vector-borne viruses. *Nucleic Acids Research*, 50, D943-D949.
14. Bonilla-Aldana, D. K., et al. (2021). Bats in ecosystems and their wide spectrum of viral infectious potential threats: SARS-CoV-2 and other emerging viruses. *International Journal of Infectious Diseases*, 102, 87-96.
15. Li, K., Guan, Y., & Wang, J. (2004). Genesis of a highly pathogenic and potentially pandemic H5N1 influenza virus in eastern Asia. *Nature*, 430, 209-213. <https://doi.org/10.1038/nature02746>
16. Zhou, P., Fan, H., & Lan, T., et al. (2018). Fatal swine acute diarrhoea syndrome caused by an HKU2-related coronavirus of bat origin. *Nature*, 556(7700), 255-258. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0010-9>
17. Daszak, P., Cunningham, A. A., & Hyatt, A. D. (2000). Emerging infectious diseases of wildlife: threats to biodiversity and human health. *Science*, 287(5452), 443-449. <https://doi.org/10.1126/science.287.5452.443>
18. Leroy, E. M., Kumulungui, B., & Pourrut, X., et al. (2005). Fruit bats as reservoirs of Ebola virus. *Nature*, 438(7068), 575-576. <https://doi.org/10.1038/438575a>
19. Ge, X. Y., et al. (2013). Isolation and characterization of a bat SARS-like coronavirus that uses the ACE2 receptor. *Nature*, 503(7477), 535-538. <https://doi.org/10.1038/nature12711>
20. Baker, M. L., Schountz, T., & Wang, L. F. (2013). Antiviral immune responses of bats: a review. *Zoonoses and Public Health*, 60(1), 104-116. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2012.01528.x>
21. Plowright, R. K., et al. (2011). Urban habituation, ecological connectivity and epidemic dampening: the emergence of Hendra virus from flying foxes (Pteropus spp.). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1725), 3703-3712. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.0522>
22. Serra-Cobo, J., & López-Roig, M. (2017). Bats and Emerging Infections: An Ecological and Virological Puzzle. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 972, 35-48. https://doi.org/10.1007/5584_2016_131
23. Drexler, J. F., et al. (2012). Bats host major mammalian paramyxoviruses. *Nature Communications*, 3, 796. <https://doi.org/10.1038/ncomms1796>
24. Gvozdev, E. V., & Strautman, E. I. (1985). Insectivora and Chiroptera. In *Mammals of Kazakhstan* (Vol. IV, p. 280). Nauka of Kazakh SSR.
25. Ye, Z. W., et al. (2020). Zoonotic origins of human coronaviruses. *International Journal of Biological Sciences*, 16(10), 1686-1697. <https://doi.org/10.7150/ijbs.45472>
26. Drosten, C., Günther, S., et al. (2003). Identification of a Novel Coronavirus in Patients with Severe Acute Respiratory Syndrome. *New England Journal of Medicine*, 348(20), 1967-1976. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa030747>
27. Wong, T. W. (2004). Cluster of SARS among medical students exposed to a single patient, Hong Kong. *Emerging Infectious Diseases*, 10(2), 269-276. <https://doi.org/10.3201/eid1002.030452>
28. Loon, S. C. (2004). The severe acute respiratory syndrome coronavirus in tears. *British Journal of Ophthalmology*, 88(7), 861-863. <https://doi.org/10.1136/bjo.2003.035931>
29. Ren, W., et al. (2008). Difference in receptor usage between severe acute respiratory syndrome (SARS) coronavirus and SARS-like coronavirus of bat origin. *Journal of Virology*, 82(4), 1899-1907. <https://doi.org/10.1128/JVI.01085-07>
30. Centers for Disease Control and Prevention. (n.d.). Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). Retrieved from <https://www.cdc.gov/dotw/sars/index.html> (accessed December 10, 2023).
31. Ruan, Y. J., et al. (2003). Comparative full-length genome sequence analysis of 14 SARS coronavirus isolates and common mutations associated with putative origins of infection. *Lancet*, 361(9371), 1779-1785. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(03\)13414-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(03)13414-9)
32. Weiss, R. A., & McMichael, A. J. (2004). Social and environmental risk factors in the emergence of infectious diseases. *Nature Medicine*, 10(12 Suppl), S70-76. <https://doi.org/10.1038/nm1150>

33. Guan, Y., Zheng, B. J., He, Y. Q., et al. (2003). Isolation and characterization of viruses related to the SARS coronavirus from animals in southern China. *Science*, 302(5643), 276-278. <https://doi.org/10.1126/science.1087139>
34. Peiris, J. S., Lai, S. T., Poon, L. L., et al. (2003). Coronavirus as a possible cause of severe acute respiratory syndrome. *Lancet*, 361(9366), 1319-1325. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(03\)13077-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(03)13077-2)
35. Kan, B., Wang, M., Jing, H., et al. (2005). Molecular evolution analysis and geographic investigation of severe acute respiratory syndrome coronavirus-like virus in palm civets at an animal market and on farms. *Journal of Virology*, 79(18), 11892-11900. <https://doi.org/10.1128/JVI.79.18.11892-11900.2005>
36. Lau, S. K., Woo, P. C., Li, K. S., et al. (2005). Severe acute respiratory syndrome coronavirus-like virus in Chinese horseshoe bats. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(39), 14040-14045. <https://doi.org/10.1073/pnas.0506735102>
37. Li, W., Shi, Z., Yu, M., et al. (2005). Bats are natural reservoirs of SARS-like coronaviruses. *Science*, 310(5748), 676-679. <https://doi.org/10.1126/science.1118391>
38. Drexler, J. F., et al. (2010). Genomic characterization of severe acute respiratory syndrome-related coronavirus in European bats and classification of coronaviruses based on partial RNA-dependent RNA polymerase gene sequences. *Journal of Virology*, 84(21), 11336-11349. <https://doi.org/10.1128/JVI.00650-10>
39. Martina, B. E., Haagmans, B. L., & Kuiken, T., et al. (2003). Virology: SARS virus infection of cats and ferrets. *Nature*, 425(6961), 915. <https://doi.org/10.1038/425915a>
40. Rowe, T., Gao, G., et al. (2004). Macaque Model for Severe Acute Respiratory Syndrome. *Journal of Virology*, 78(20), 11401-11404. <https://doi.org/10.1128/jvi.78.20.11401-11404.2004>
41. Bukreyev, A., Lamirande, E. W., & Buchholz, U. J., et al. (2004). Mucosal immunisation of African green monkeys (*Cercopithecus aethiops*) with an attenuated parainfluenza virus expressing the SARS coronavirus spike protein for the prevention of SARS. *Lancet*, 363(9427), 2122-2127. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)16501-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16501-X)
42. Lau, S. K., et al. (2007). Complete genome sequence of bat coronavirus HKU2 from Chinese horseshoe bats revealed a much smaller spike gene with a different evolutionary lineage from the rest of the genome. *Virology*, 367(2), 428-439. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2007.06.009>
43. Zaki, A. M., et al. (2012). Isolation of a novel coronavirus from a man with pneumonia in Saudi Arabia. *New England Journal of Medicine*, 367(19), 1814-1820. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1211721>
44. World Health Organization. (n.d.). Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV). Retrieved from <https://www.who.int/emergencies/situations/middle-east-respiratory-syndrome-outbreak> (accessed December 10, 2023).
45. van Boheemen, S., de Graaf, M., et al. (2012). Genomic Characterization of a Newly Discovered Coronavirus Associated with Acute Respiratory Distress Syndrome in Humans. *mBio*. <https://doi.org/10.1128/mbio.00473-12>
46. Cai, Y., Yu, S. Q., Postnikova, E. N., et al. (2014). CD26/DPP4 cell-surface expression in bat cells correlates with bat cell susceptibility to Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) infection and evolution of persistent infection. *PLoS One*, 9(11), e112060. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112060>
47. Corman, V. M., et al. (2014). Antibodies against MERS coronavirus in dromedary camels, Kenya, 1992-2013. *Emerging Infectious Diseases*, 20(8), 1319-1322. <https://doi.org/10.3201/eid2008.140596>
48. van Doremalen, N., et al. (2017). High Prevalence of Middle East Respiratory Coronavirus in Young Dromedary Camels in Jordan. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, 17(2), 155-159. <https://doi.org/10.1089/vbz.2016.2062>
49. Dudas, G., Carvalho, L. M., Rambaut, A., & Bedford, T. (2018). MERS-CoV spillover at the camel-human interface. *eLife*, 7, e31257. <https://doi.org/10.7554/eLife.31257>
50. Wong, A. C. P., Li, X., Lau, S. K. P., & Woo, P. C. Y. (2019). Global Epidemiology of Bat Coronaviruses. *Viruses*, 11(2), 174. <https://doi.org/10.3390/v11020174>
51. Menachery, V. D., Schäfer, A., Burnum-Johnson, K. E., et al. (2018). MERS-CoV and H5N1 influenza virus antagonize antigen presentation by altering the epigenetic landscape. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(5), E1012-E1021. <https://doi.org/10.1073/pnas.1706928115>
52. Karamendin, K., Seidalina, A., Sabyrzhan, T., Nuralibekov, S., Kasymbekov, Y., Suleimenova, S., Khan, E., Alikhanov, O., Narsha, U., Erkekulova, K., et al. (2022). Serological Screening for Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus and Hepatitis E Virus in Camels in Kazakhstan. *Pathogens*, 11(9), 1224. <https://doi.org/10.3390/pathogens11111224>
53. Miguel, E., Perera, R. A., Baubekova, A., Chevalier, V., Faye, B., Akhmetsadykov, N., Ng, C. Y., Roger, F., & Peiris, M. (2016). Absence of Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus in Camelids; Kazakhstan; 2015. *Emerging Infectious Diseases*, 22(3), 555-557. <https://doi.org/10.3201/eid2203.151284>
54. Orynbayev, M. B., Hitch, A. T., Kerimbayev, A. A., Nissanova, R. K., Sultankulova, K. T., Rystayeva, R. A., Omarova, Z. D., Kassenov, M. M., Tailakova, E. T., & Smith, G. J. D. (2022). Serological exposure in Bactrian and dromedary camels in Kazakhstan to a MERS or MERS-like coronavirus. *Transboundary and Emerging Diseases*, 69(4), e1374-e1381. <https://doi.org/10.1111/tbed.14468>
55. Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses. (2020). The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nature Microbiology*, 5(4), 536-544. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>
56. World Health Organization. (n.d.). WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Retrieved from <https://covid19.who.int/?mapFilter=cases> (accessed December 10, 2023).
57. Machado, D. J., & Pepin, K. M. (2021). Fundamental evolution of all Orthocoronavirinae including three deadly lineages descendent from Chiroptera-hosted coronaviruses: SARS-CoV, MERS-CoV and SARS-CoV-2. *Cladistics*, 37(5), 461-488. <https://doi.org/10.1111/cla.12454>

58. Ye, Z. W., et al. (2020). Zoonotic origins of human coronaviruses. *International Journal of Biological Sciences*, 16(10), 1686-1697. <https://doi.org/10.7150/ijbs.45472>
59. Forni, D., et al. (2017). Molecular Evolution of Human Coronavirus Genomes. *Trends in Microbiology*, 25(1), 35-48. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2016.09.001>
60. Kupferschmidt, K. (2020). Genome analyses help track coronavirus' moves. *Science*, 367(6483), 1176-1177. <https://doi.org/10.1126/science.367.6483.1176>
61. Ferron, F., et al. (2018). Structural and molecular basis of mismatch correction and ribavirin excision from coronavirus RNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(2), E162-E171. <https://doi.org/10.1073/pnas.1718806115>
62. Payne, S. (2017). *Viruses: From Understanding to Investigation*. Academic Press.
63. Li, F., Li, W., Farzan, M., & Harrison, S. C. (2005). Structure of SARS coronavirus spike receptor-binding domain complexed with receptor. *Science*, 309(5742), 1864-1868. <https://doi.org/10.1126/science.1116480>
64. Chazal, N. (2021). Coronavirus, the King Who Wanted More Than a Crown: From Common to the Highly Pathogenic SARS-CoV-2, Is the Key in the Accessory Genes? *Frontiers in Microbiology*, 12, 682603. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.682603>
65. da Silva, P. G., & Mesquita, J. R. (2021). Viral, host and environmental factors that favor anthropozoonotic spillover of coronaviruses: An opinionated review, focusing on SARS-CoV, MERS-CoV and SARS-CoV-2. *Science of The Total Environment*, 750, 141483. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141483>
66. Lam, T., et al. (2020). Identification of 2019-nCoV related coronaviruses in Malayan pangolins in southern China. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.02.13.945485>
67. Shi, J., et al. (2020). Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. *Science*, 368(6494), 1016-1020. <https://doi.org/10.1126/science.abb7015>
68. Fan, Y., Zhao, K., Shi, Z. L., & Zhou, P. (2019). Bat Coronaviruses in China. *Viruses*, 11(3), 210. <https://doi.org/10.3390/v11030210>
69. Mendenhall, I. H., Kerimbayev, A. A., Stochkov, V. M., Sultankulova, K. T., Kopeyev, S. K., Su, Y. C., Smith, G. J., & Orynbayev, M. B. (2019). Discovery and Characterization of Novel Bat Coronavirus Lineages from Kazakhstan. *Viruses*, 11(4), 356. <https://doi.org/10.3390/v11040356>
70. Karagulov, A. I., Argimbayeva, T. U., et al. (2022). The Prevalence of Viral Pathogens among Bats in Kazakhstan. *Viruses*, 14(12), 2743. <https://doi.org/10.3390/v14122743>
71. Broder, C. C., & Wong, K. T. (2016). Henipaviruses. In *Neurotropic Viral Infections* (pp. 45–83). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33133-1_3
72. Singh, R. K., et al. (2019). Nipah virus: epidemiology, pathology, immunobiology and advances in diagnosis, vaccine designing and control strategies—a comprehensive review. *The Veterinary Quarterly*, 39(1), 26-55. <https://doi.org/10.1080/01652176.2019.1580827>
73. Bruno, L., et al. (2022). Nipah Virus Disease: Epidemiological, Clinical, Diagnostic and Legislative Aspects of This Unpredictable Emerging Zoonosis. *Animals*, 13(1), 159. <https://doi.org/10.3390/ani13010159>
74. Ching, P. K., et al. (2015). Outbreak of henipavirus infection, Philippines, 2014. *Emerging Infectious Diseases*, 21(2), 328-331. <https://doi.org/10.3201/eid2102.141433>
75. Nikolay, B., et al. (2019). Transmission of Nipah Virus—14 Years of Investigations in Bangladesh. *New England Journal of Medicine*, 380(19), 1804-1814. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1805376>
76. de Wit, E., et al. (2014). Foodborne transmission of nipah virus in Syrian hamsters. *PLoS Pathogens*, 10(3), e1004001. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1004001>
77. Chadha, M. S., et al. (2006). Nipah virus-associated encephalitis outbreak, Siliguri, India. *Emerging Infectious Diseases*, 12(2), 235-240. <https://doi.org/10.3201/eid1202.051247>
78. Chadha, M. S., et al. (2006). Nipah virus-associated encephalitis outbreak, Siliguri, India. *Emerging Infectious Diseases*, 12(2), 235-240. <https://doi.org/10.3201/eid1202.051247>
79. World Health Organization. (n.d.). Manual for Laboratory Diagnosis of Nipah Virus. Retrieved from <https://www.who.int/southeastasia/outbreaks-and-emergencies/infectious-hazard-management/ihtm-updates/manual-laboratory--diagnosis-nipah-virus> (accessed December 10, 2023).
80. Rahman, M. Z., Islam, M. M., Hossain, M. E., et al. (2021). Genetic diversity of Nipah virus in Bangladesh. *International Journal of Infectious Diseases*, 102, 144-151. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.10.041>
81. Gómez Román, R., et al. (2022). Medical countermeasures against henipaviruses: A review and public health perspective. *The Lancet Infectious Diseases*, 22(1), e13-e27. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00400-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00400-X)
82. Arunkumar, G., Chandni, R., Mourya, D. T., et al. (2019). Outbreak Investigation of Nipah Virus Disease in Kerala, India, 2018. *Journal of Infectious Diseases*, 219(12), 1867-1878. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiy612>
83. Sahay, R. R., Yadav, P. D., Gupta, N., et al. (2020). Experiential learnings from the Nipah virus outbreaks in Kerala towards containment of infectious public health emergencies in India. *Epidemiology and Infection*, 148, e90. <https://doi.org/10.1017/S0950268820000825>
84. Sudeep, A. B., Yadav, P. D., Gokhale, M. D., et al. (2021). Detection of Nipah virus in Pteropus medius in 2019 outbreak from Ernakulam district, Kerala, India. *BMC Infectious Diseases*, 21(1), 162. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-05865-7>
85. Turmelle, A. S., Jackson, F. R., Green, D., McCracken, G. F., & Rupprecht, C. E. (2010). Host immunity to repeated rabies virus infection in big brown bats. *Journal of General Virology*, 91(9), 2360-2366. <https://doi.org/10.1099/vir.0.020073-0>

86. Marsh, G. A., & Wang, L. F. (2012). Hendra and Nipah viruses: why are they so deadly? *Current Opinion in Virology*, 2(3), 242-247. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2012.03.006>
87. Halpin, K., Henipavirus Ecology Research Group. (2007). Emerging viruses: coming in on a wrinkled wing and a prayer. *Clinical Infectious Diseases*, 44(5), 711-717. <https://doi.org/10.1086/511078>
88. Li, Y., & Wang, J. (2008). Antibodies to Nipah or Nipah-like viruses in bats, China. *Emerging Infectious Diseases*, 14(12), 1974-1976. <https://doi.org/10.3201/eid1412.080359>
89. Halpin, K., Henipavirus Ecology Research Group. (2011). Pteropid bats are confirmed as the reservoir hosts of henipaviruses: a comprehensive experimental study of virus transmission. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 85(5), 946-951. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.10-0567>
90. Field, H. (2001). The natural history of Hendra and Nipah viruses. *Microbes and Infection*, 3(4), 307-314. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(01\)01384-3](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(01)01384-3)
91. Hana, M. (2009). Animal models of henipavirus infection: A review. *The Veterinary Journal*, 181(3), 211-220. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.10.016>
92. Marsh, G. A., & Wang, L. F. (2011). Experimental infection of horses with Hendra virus/Australia/horse/2008/Redlands. *Emerging Infectious Diseases*, 17(12), 2232-2238. <https://doi.org/10.3201/eid1712.111162>
93. Amaya, M., & Broder, C. C. (2020). Vaccines to Emerging Viruses: Nipah and Hendra. *Annual Review of Virology*, 7(1), 447-473. <https://doi.org/10.1146/annurev-virology-021920-113833>
94. Jack, P. J., Boyle, D. B., Eaton, B. T., & Wang, L. F. (2005). The complete genome sequence of J virus reveals a unique genome structure in the family Paramyxoviridae. *Journal of Virology*, 79(16), 10690-10700. <https://doi.org/10.1128/JVI.79.16.10690-10700.2005>
95. Wang, L. F., Harcourt, B. H., Yu, M., et al. (2000). The exceptionally large genome of Hendra virus: support for creation of a new genus within the family Paramyxoviridae. *Journal of Virology*, 74(21), 9972-9979. <https://doi.org/10.1128/jvi.74.21.9972-9979.2000>
96. Wang, L. F., Harcourt, B. H., Yu, M., et al. (2001). Molecular biology of Hendra and Nipah viruses. *Microbes and Infection*, 3(4), 279-287. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(01\)01381-8](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(01)01381-8)
97. Pepin, K. M., Lass, S., & Juliet, R. C. (2010). Identifying genetic markers of adaptation for surveillance of viral host jumps. *Nature Reviews Microbiology*, 8(10), 802-813. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2426>
98. Madera, S., et al. (2022). Discovery and Genomic Characterization of a Novel Henipavirus, Angavokely Virus, from Fruit Bats in Madagascar. *Journal of Virology*, 96(18), e0092122. <https://doi.org/10.1128/jvi.00921-22>
99. Li, H., Kim, J. V., & Pickering, B. S. (2023). Henipavirus zoonosis: outbreaks, animal hosts and potential new emergence. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1167085. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1167085>
100. Feldmann, H., Jones, S., Klenk, H. D., & Schnittler, H. J. (2003). Ebola virus: from discovery to vaccine. *Nature Reviews Immunology*, 3(8), 677-685. <https://doi.org/10.1038/nri1154>
101. Feldmann, H., & Kiley, M. P. (1999). Classification, structure, and replication of filoviruses. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 235, 1-21. https://doi.org/10.1007/978-3-642-59949-1_1
102. Olival, K. J., & Hayman, D. T. (2014). Filoviruses in bats: current knowledge and future directions. *Viruses*, 6(4), 1759-1788. <https://doi.org/10.3390/v6041759>
103. Kuhn, J. H. (2010). Proposal for a revised taxonomy of the family Filoviridae: classification, names of taxa and viruses, and virus abbreviations. *Archives of Virology*, 155(12), 2083-2103. <https://doi.org/10.1007/s00705-010-0814-x>
104. Taylor, D. J., Leach, R. W., & Bruenn, J. (2010). Filoviruses are ancient and integrated into mammalian genomes. *BMC Evolutionary Biology*, 10(1), 193. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-10-193>
105. Belyi, V. A., Levine, A. J., & Skalka, A. M. (2010). Unexpected inheritance: multiple integrations of ancient bornavirus and ebolavirus/marburgvirus sequences in vertebrate genomes. *PLoS Pathogens*, 6(7), e1001030. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1001030>
106. Leroy, E. M., Kumulungui, B., Pourrut, X., et al. (2005). Fruit bats as reservoirs of Ebola virus. *Nature*, 438(7068), 575-576. <https://doi.org/10.1038/438575a>
107. Olival, K. J., et al. (2013). Ebola virus antibodies in fruit bats, Bangladesh. *Emerging Infectious Diseases*, 19(2), 270-273. <https://doi.org/10.3201/eid1902.120524>
108. Paweska, J. T., et al. (2012). Virological and serological findings in Rousettus aegyptiacus experimentally inoculated with Vero cells-adapted Hogan strain of Marburg virus. *PLoS One*, 7(9), e45479. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045479>
109. Srivastava, S., & Sharma, D. (2023). Emergence of Marburg virus: a global perspective on fatal outbreaks and clinical challenges. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1239079. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1239079>
110. Negredo, A., et al. (2011). Discovery of an ebolavirus-like filovirus in Europe. *PLoS Pathogens*, 7(10), e1002304. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002304>
111. Jeffs, B. (2006). A clinical guide to viral haemorrhagic fevers: Ebola, Marburg and Lassa. *Tropical Doctor*, 36(1), 1-4. <https://doi.org/10.1258/004947506775598914>
112. World Health Organization. (n.d.). Ebola virus disease. Retrieved from https://www.who.int/health-topics/ebola#tab=tab_1 (accessed December 10, 2023).
113. Bausch, D. G., Nichol, S. T., Muyembe-Tamfum, J. J., et al. (2006). Marburg hemorrhagic fever associated with multiple genetic lineages of virus. *New England Journal of Medicine*, 355(9), 909-919. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa051465>
114. Carroll, S. A., et al. (2013). Molecular evolution of viruses of the family Filoviridae based on 97 whole-genome sequences. *Journal of Virology*, 87(5), 2608-2616. <https://doi.org/10.1128/JVI.03118-12>

115. Towner, J. S., et al. (2006). Marburgvirus genomics and association with a large hemorrhagic fever outbreak in Angola. *Journal of Virology*, 80(13), 6497-6516. <https://doi.org/10.1128/JVI.00069-06>
116. Warfield, K. L., Deal, E. M., & Bavari, S. (2009). Filovirus infections. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 234(9), 1130-1139. <https://doi.org/10.2460/javma.234.9.1130>
117. Leendertz, S., Gogarten, J., & Ecohealth. (2015). Assessing the evidence supporting fruit bats as the primary reservoirs for Ebola viruses. *Ecohealth*, 12(1), 104-105. <https://doi.org/10.1007/s10393-015-1053-0>
118. Amman, B. R., & Jones, M. E. (2015). Oral shedding of Marburg virus in experimentally infected Egyptian fruit bats (*Rousettus aegyptiacus*). *Journal of Wildlife Diseases*, 51(1), 113-124. <https://doi.org/10.7589/2014-08-198>
119. Badrane, H., Bahloul, C., Perrin, P., & Tordo, N. (2001). Evidence of two Lyssavirus phylogroups with distinct pathogenicity and immunogenicity. *Journal of Virology*, 75(7), 3268-3276. <https://doi.org/10.1128/JVI.75.7.3268-3276.2001>
120. Klein, A., et al. (2022). Comparative pathogenesis of different phylogroup I bat lyssaviruses in a standardized mouse model. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 16(1), e0009845. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009845>
121. Walker, P. J., Siddell, S. G., Lefkowitz, E. J., et al. (2020). Changes to virus taxonomy and the statutes ratified by the International Committee on Taxonomy of Viruses (2020). *Archives of Virology*, 165(11), 2737-2748. <https://doi.org/10.1007/s00705-020-04752-x>
122. Markotter, W., & Coertse, J. (2018). Bat lyssaviruses. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 37(2), 385-400. <https://doi.org/10.20506/rst.37.2.2809>
123. Fooks, A. R., Jackson, A. C., & Rupprecht, C. E. (2020). *Rabies: Scientific Basis of the Disease and Its Management* (4th ed.). Academic Press. ISBN: 9780128187050
124. Rupprecht, C., Kuzmin, I., & Meslin, F. (2017). Lyssaviruses and rabies: current conundrums, concerns, contradictions and controversies. *F1000Research*, 6, 184. <https://doi.org/10.12688/f1000research.10416.1>
125. Fooks, A. R., et al. (2014). Current status of rabies and prospects for elimination. *The Lancet*, 384(9951), 1389-1399. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62707-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62707-5)
126. Fooks, A. R., et al. (2017). Rabies. *Nature Reviews Disease Primers*, 3(1), 17091. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.91>
127. Wallace, R. M., et al. (2014). Right place, wrong species: a 20-year review of rabies virus cross species transmission among terrestrial mammals in the United States. *PLoS One*, 9(10), e107539. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107539>
128. Coertse, J., et al. (2017). New isolations of the rabies-related Mokola virus from South Africa. *BMC Veterinary Research*, 13(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-0948-0>
129. Shipley, R., et al. (2019). Bats and Viruses: Emergence of Novel Lyssaviruses and Association of Bats with Viral Zoonoses in the EU. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 4(1), 31. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed4010031>
130. Serra-Cobo, J., & López-Roig, M. (2017). Bats and Emerging Infections: An Ecological and Virological Puzzle. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 972, 35-48. https://doi.org/10.1007/5584_2016_131
131. Černe, D., et al. (2023). Discovery of a novel bat lyssavirus in a Long-fingered bat (*Myotis capaccinii*) from Slovenia. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 17(6), e0011420. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011420>
132. Annand, E. J., & Reid, P. A. (2014). Clinical review of two fatal equine cases of infection with the insectivorous bat strain of Australian bat lyssavirus. *Australian Veterinary Journal*, 92(9), 324-332. <https://doi.org/10.1111/avj.12227>
133. Mackenzie, J. S., et al. (2016). The Role of Bats as Reservoir Hosts of Emerging Neuroviruses. *Neurotropic Viral Infections*, 1, 403-454. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33189-8_12
134. Calisher, C. H., & Ellison, J. A. (2012). The other rabies viruses: The emergence and importance of lyssaviruses from bats and other vertebrates. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 10(2), 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2012.01.003>
135. Poleshchuk, E. M. (2023). Lethal cases of lyssavirus encephalitis in humans after contact with bats in the Russian Far East in 2019–2021. *Problems of Virology*, 68(1), 45-58. <https://doi.org/10.36233/0507-4088-156>
136. Kyle, J. L., & Harris, E. (2008). Global spread and persistence of dengue. *Annual Review of Microbiology*, 62, 71-92. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.62.081307.163005>
137. Guzman, A., & Istúriz, R. E. (2010). Update on the global spread of dengue. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 36(Suppl 1), S40-S42. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2010.06.018>
138. Murugesan, A., & Manoharan, M. (2020). Dengue Virus. *Emerging and Reemerging Viral Pathogens*, 1, 281-359. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819400-3.00016-8>
139. Vasilakis, N., & Weaver, S. C. (2011). Fever from the forest: prospects for the continued emergence of sylvatic dengue virus and its impact on public health. *Nature Reviews Microbiology*, 9(7), 532-541. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2595>
140. Nanaware, N., et al. (2021). Dengue Virus Infection: A Tale of Viral Exploitations and Host Responses. *Viruses*, 13(10), 1967. <https://doi.org/10.3390/v13101967>
141. Hanley, K. A., & Weaver, S. C. (2008). Origin and Evolution of Viruses. In E. Domingo, C. R. Parrish, & J. J. Holland (Eds.), *Elsevier*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374153-0.00016-3>
142. Kyle JL, Harris E. Global spread and persistence of dengue. *Annu Rev Microbiol*. 2008;62:71-92. doi:10.1146/annurev.micro.62.081307.163005.
143. Guzman A, Istúriz RE. Update on the global spread of dengue. *Int J Antimicrob Agents*. 2010;36 Suppl 1. doi:10.1016/j.ijantimicag.2010.06.018.
144. Murugesan A, Manoharan M. Dengue Virus. *Emerging and Reemerging Viral Pathogens*. 2020:281–359. doi:10.1016/B978-0-12-819400-3.00016-8. Epub 2019 Sep 20.
145. Vasilakis N, Fever from the forest: prospects for the continued emergence of sylvatic dengue virus and its impact on public health. *Nat Rev Microbiol*. 2011 Jun 13;9(7):532-41. doi: 10.1038/nrmicro2595.

146. Nanaware N, Dengue Virus Infection: A Tale of Viral Exploitations and Host Responses. *Viruses*. 2021 Sep 30;13(10):1967. doi: 10.3390/v13101967.
147. Hanley KA, Weaver SC. In: *Origin and Evolution of Viruses*. Domingo E, Parrish CR, Holland JJ, editors. Elsevier; Oxford: 2008.
148. de Thoisy B, Dussart P, Kazanji M. Wild terrestrial rainforest mammals as potential reservoirs for flaviviruses (yellow fever, dengue 2 and St Louis encephalitis viruses) in French Guiana. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2004;98(7):409-412. doi:10.1016/j.trstmh.2003.12.003.
149. Platt KB, Mangiafico JA, Rocha OJ, et al. Detection of dengue virus neutralizing antibodies in bats from Costa Rica and Ecuador. *J Med Entomol*. 2000;37(6):965-967. doi:10.1603/0022-2585-37.6.965.
150. Vicente-Santos A, Moreira-Soto A, Soto-Garita C, Chaverri LG, Chaves A, Drexler JF, Morales JA, Alfaro-Alarcón A. Neotropical bats that co-habit with humans function as dead-end hosts for dengue virus. *PLoS Negl Trop Dis*. 2017 May 18;11(5). doi: 10.1371/journal.pntd.0005537.
151. Bonilla-Aldana DK, Bats in ecosystems and their wide spectrum of viral infectious potential threats: SARS-CoV-2 and other emerging viruses. *Int J Infect Dis*. 2021 Jan;102:87-96. doi: 10.1016/j.ijid.2020.08.050.
152. de Thoisy B, Dussart P, Kazanji M. Wild terrestrial rainforest mammals as potential reservoirs for flaviviruses (yellow fever, dengue 2 and St Louis encephalitis viruses) in French Guiana. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2004;98(7):409-412. doi:10.1016/j.trstmh.2003.12.003.
153. de Thoisy B, Lacoste V, Germain A, et al. Dengue infection in neotropical forest mammals. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2009;9(2):157-170. doi:10.1089/vbz.2007.0280.
154. Chapman GE, The challenges posed by equine arboviruses. *Equine Vet J*. 2018;50(4):436-445. doi:10.1111/evj.12829.
155. Brault AC, Genetic and antigenic diversity among eastern equine encephalitis viruses from North, Central, and South America. *Am J Trop Med Hyg*. 1999;61(4):579-586. doi:10.4269/ajtmh.1999.61.579.
156. Arrigo NC, Adams AP, Weaver SC. Evolutionary patterns of eastern equine encephalitis virus in North versus South America suggest ecological differences and taxonomic revision. *J Virol*. 2010 Jan;84(2):1014-25. doi: 10.1128/JVI.01586-09. Epub 2009 Nov 4.
157. Weaver SC, Winegar R, Manger ID, Forrester NL. Alphaviruses: population genetics and determinants of emergence. *Antiviral Res*. 2012 Jun;94(3):242-57. doi: 10.1016/j.antiviral.2012.04.002.
158. Vilcarromero S, Venezuelan equine encephalitis and 2 human deaths, Peru. *Emerg Infect Dis*. 2010 Mar;16(3):553-6. doi: 10.3201/eid1603.090970.
159. Zacks MA, Paessler S. Encephalitic alphaviruses. *Vet Microbiol*. 2010 Jan 27;140(3-4):281-6. doi: 10.1016/j.vetmic.2009.08.023.
160. Lecollinet S, Viral Equine Encephalitis, a Growing Threat to the Horse Population in Europe? *Viruses*. 2019 Dec 24;12(1):23. doi: 10.3390/v12010023.
161. Charlier C, Arboviruses and pregnancy: maternal, fetal, and neonatal effects. *Lancet Child Adolesc Health*. 2017;1(2):134-146. doi:10.1016/S2352-4642(17)30021-4.
162. Durand B, Identification of hotspots in the European union for the introduction of four zoonotic arboviruses by live animal trade. *PLoS One*. 2013 Jul 23;8(7). doi: 10.1371/journal.pone.0070000.
163. Azar SR, Epidemic Alphaviruses: Ecology, Emergence and Outbreaks. *Microorganisms*. 2020 Aug 1;8(8):1167. doi: 10.3390/microorganisms8081167.
164. Azar SR, Campos RK, Bergren NA, Camargos VN, Rossi SL. Epidemic Alphaviruses: Ecology, Emergence and Outbreaks. *Microorganisms*. 2020 Aug 1;8(8):1167. doi: 10.3390/microorganisms8081167.
165. Mattar GS. The Madariaga virus follows the footsteps of the Chikungunya and Zika viruses. *Rev MVZ Córdoba*. 2018;23(Suppl):6937-6941.
166. Kumar B, Zoonotic Viral Diseases of Equines and Their Impact on Human and Animal Health. *Open Virol J*. 2018 Aug 31;12:80-98. doi: 10.2174/1874357901812010080.
167. Sharma A, Knollmann-Ritschel B. Current Understanding of the Molecular Basis of Venezuelan Equine Encephalitis Virus Pathogenesis and Vaccine Development. *Viruses*. 2019;11(2):164. Published 2019 Feb 18. doi:10.3390/v11020164.
168. Deardorff ER, Weaver SC. Vector competence of *Culex* (Melanoconion) taeniopus for equine-virulent subtype IE strains of Venezuelan equine encephalitis virus. *Am J Trop Med Hyg*. 2010 Jun;82(6):1047-52. doi: 10.4269/ajtmh.2010.09-0556.
169. Diaz LA, Flores FS, Quaglia A, Contigiani MS. Intertwined arbovirus transmission activity: reassessing the transmission cycle paradigm. *Front Physiol*. 2013 Jan 11;3:493. doi: 10.3389/fphys.2012.00493.
170. Dayaram A, Long term stability and infectivity of herpesviruses in water. *Sci Rep*. 2017 Apr 21;7:46559. doi: 10.1038/srep46559.
171. Jánoska M, Novel adenoviruses and herpesviruses detected in bats. *Vet J*. 2011;189(1):118-121. doi:10.1016/j.tvjl.2010.06.020.
172. Dayaram A, Long term stability and infectivity of herpesviruses in water. *Sci Rep*. 2017 Apr 21;7:46559. doi: 10.1038/srep46559.
172. Karamendin K, Kydyrmanov A, Sabyrzhan T. Detection and Phylogenetic Characterization of a Novel Adenovirus Found in Lesser Mouse-Eared Bat (*Myotis blythii*) in South Kazakhstan. *Viruses* 2023, 15, 1139. doi: 10.3390/v15051139.
173. Fischer K, Pinho Dos Reis V, Balkema-Buschmann A. Bat Astroviruses: Towards Understanding the Transmission Dynamics of a Neglected Virus Family. *Viruses*. 2017 Feb 21;9(2):34. doi: 10.3390/v9020034.

174. Appleton H, Higgins PG. Letter: Viruses and gastroenteritis in infants. *Lancet*. 1975;1(7919):1297. doi:10.1016/s0140-6736(75)92581-7.
175. Orłowska A, First Detection of Bat Astroviruses (BtAstVs) among Bats in Poland: The Genetic BtAstVs Diversity Reveals Multiple Co-Infection of Bats with Different Strains. *Viruses*. 2021 Jan 22;13(2):158. doi: 10.3390/v13020158.
176. Fischer K, Insectivorous bats carry host specific astroviruses and coronaviruses across different regions in Germany. *Infect Genet Evol*. 2016 Jan;37:108-16. doi: 10.1016/j.meegid.2015.11.010.
177. Drexler JF, Amplification of emerging viruses in a bat colony. *Emerg Infect Dis*. 2011 Mar;17(3):449-56. doi: 10.3201/eid1703.100526.
178. Lazov CM, Belsham GJ, Bøtner A, Rasmussen TB. Full-Genome Sequences of Alphacoronaviruses and Astroviruses from Myotis and Pipistrelle Bats in Denmark. *Viruses*. 2021 Jun 4;13(6):1073. doi: 10.3390/v13061073.
179. Fischer K, Bat Astroviruses: Towards Understanding the Transmission Dynamics of a Neglected Virus Family. *Viruses*. 2017 Feb 21;9(2):34. doi: 10.3390/v9020034.
180. Ghosh S, Kobayashi N. Exotic rotaviruses in animals and rotaviruses in exotic animals. *Virusdisease*. 2014;25(2):158-72. doi: 10.1007/s13337-014-0194-z.
181. Yinda CK, Novel highly divergent reassortant bat rotaviruses in Cameroon, without evidence of zoonosis. *Sci Rep*. 2016 Sep 26;6:34209. doi: 10.1038/srep34209.
182. Bergner LM, Characterizing and Evaluating the Zoonotic Potential of Novel Viruses Discovered in Vampire Bats. *Viruses*. 2021 Feb 6;13(2):252. doi: 10.3390/v13020252.
183. Pellett, P., et al. "Order Herpesvirales. Virus taxonomy: Classification and nomenclature of viruses: Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses." (2012): 99-123.
184. Gatherer, D.; Depledge, D.P.; Hartley, C.A.; Szpara, M.L.; Vaz, P.K.; Benkő, M.; Brandt, C.R.; Bryant, N.A.; Dastjerdi, A.; Doszpoly, A.; et al. ICTV Virus Taxonomy Profile: Herpesviridae 2021. *J. Gen. Virol*. 2021, 102, 001673.
185. Zhou, S.; The database of zoonotic and vector-borne viruses. *Nucleic Acids Res*. 2022, 50, D943–D949.
186. Harima, H.; Surveillance, Isolation, and Genetic Characterization of Bat Herpesviruses in Zambia. *Viruses* 2023, 15, 1369. doi: 10.3390/v15061369.
187. Genetic characterization of the Uzun-Agach virus (UZAV, Bunyaviridae, Nairovirus), isolated from bat *Myotis blythii* *oxyanthus* Monticelli, 1885 (Chiroptera; Vespertilionidae) in Kazakhstan.
188. Fereidouni S, Starick E, Karamendin K, Genova CD, Scott SD, Khan Y, et al. Genetic characterization of a new candidate hemagglutinin subtype of influenza A viruses. *Emerg. Microbes Infect*. 2023;12:2225645. doi: 10.1080/22221751.2023.2225645.
189. Karamendin K, Kydyrmanov A, Fereidouni S. Has avian influenza virus H9 originated from a bat source?. *Front. Vet. Sci*. 2024;10:1332886. doi: 10.3389/fvets.2023.1332886.
190. Song W, Qin K. Human-infecting influenza A (H9N2) virus: a forgotten potential pandemic strain? *Zoonoses Public Health*. 2020;67:203–212. doi: 10.1111/zph.12685.

Авторлар туралы мәлімет:

Сабыржан Темірлан Берікұлы – микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығының вирустар экологиясы зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің PhD докторанты (Алматы, Қазақстан, temirlans2019@gmail.com)

Нуралибеков Сардор Шухратұлы (корреспонденттік автор) – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығының вирустар экологиясы зертханасының кіші ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан nuralibekovs@mail.ru)

Кобей Өміртайұлы Карамендин – ветеринария ғылымдарының кандидаты, профессор, микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығының вирус биохимия зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, tkobey.karamendin@gmail.com)

Қыдырманов Айдын Исағалиұлы – микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығының вирустар экологиясы зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, aidyn.kydyrmanov@gmail.com)

Information about authors:

Sabyrzhan Temirlan – Junior Researcher at the Laboratory of the Ecology of Viruses, LLP “Research and Production Center for Microbiology and Virology”, 3-year PhD Student at Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, temirlans2019@gmail.com)

Nuralibekov Sardor (corresponding author) – Master of Natural Sciences, Junior Researcher of the Laboratory of the Ecology of Viruses, LLP “Research and Production Center for Microbiology and Virology” (Almaty, Kazakhstan, nuralibekovs@mail.ru)

Karamendin Kobei – Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Laboratory of the Biochemistry of Viruses, LLP “Research and Production Center for Microbiology and Virology” (Almaty, Kazakhstan, tkobey.karamendin@gmail.com)

Kydyrmanov Aydin – Head of the Laboratory of Virus Ecology at LLP “Research and Production Center for Microbiology and Virology” (Almaty, Kazakhstan, aidyn.kydyrmanov@gmail.com)

Поступила 30 января 2024 года

Принята 26 августа 2024 года

АВТОРЛАР ҮШІН АҚПАРАТ

«ҚазҰУ хабаршысы. Экология сериясы» журналы 1992 жылы құрылған. Журналдың құрылтайшысы және шығарушысы Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті болып табылады. Журналдың жоғары оқу орны көрсетілген мұқабасы мен титулдық парақтары, шығыс деректері, ISSN, eISSN, редакциялық алқа құрамы, редакциялық саясаты, жарияланымдық этикасы және веб-сайты бар.

Журнал жылына 4 рет шығарылады.

Журнал авторлардың жарияланымдарының ақпараттық ашықтығы және қол жетімділігі саясатына сәйкес келеді, мақалалар журналдың сайтында орналастырылады <https://bulletin-ecology.kaznu.kz> үш тілде толық мәтінді қолжетімділікте

Журналдың мақсаты – экология және табиғи ресурстар саласындағы алдыңғы қатарлы зерттеулердің нәтижелері мен жан-жақты көрсетілімін қамтамасыз ету. Журнал экологиялық проблемалар мен қоршаған ортаны қорғауға ғылыми қызығушылық танытатын ғылыми қызметкерлерге, оқытушыларға, докторанттар мен түрлі мамандықтағы студенттерге арналған.

Журнал міндеттері:

- Экология және қоршаған ортаны қорғау бойынша фундаменталды және қолданбалы ғылымның түрлі салаларында маңызды мәнге ие жаңа ғылыми нәтижелерді жариялау.

- Диссертацияларды қорғауға және ғылыми мамандықтар бойынша ғылыми дәрежелер алуға үміткер магистранттар мен докторанттардың ғылыми жұмыстарының нәтижелерін кең жариялаудың ашықтығы мен қол жетімділігі ортасын құру.

- Ғылыми қоғамдастықтың, сондай-ақ жас және жаңа бастаған ғалымдардың журналға деген тұрақты қызығушылығын қалыптастыру, оның экология мәселелерін зерттейтін мамандардың кәсіби ортасында өсіп келе жатқан қажеттілігін қалыптастыру.

Журнал материалдары экология және қоршаған ортаның ластануы саласындағы проблемалардың кең ауқымын қамтиды. Мақалалар **экологияның келесі тақырыптық бөлімдері** бойынша жарияланады:

- Жер туралы ғалым;
- Қоршаған ортаны ластау және қорғау;
- Экологиялық биотехнология;
- Адам, өсімдіктер, жануарлар және микроорганизмдер экологиясы;
- Климаттың ғаламдық өзгеруі, су ресурстарын басқару;
- Бұзылған экожүйелерді қалпына келтіру;
- Қоршаған орта және көші-қон;
- Қалалар және климаттың өзгеруі;
- Экологиялық ойлау және адамзат стратегиясы.

«ҚазҰУ хабаршысы. Экология сериясы» журналының тақырыптық бағыттарына сәйкес келетін және қолжазбаны ресімдеу талаптары бойынша қатаң ресімделген, автордың (авторлардың) қазақ, орыс немесе ағылшын тілдерінде бұрын жарияланбаған мақалалары қабылданады.

«ҚазҰУ хабаршысы. Экология сериясы» журналы авторлардың ғылыми жұмысқа құқығын сақтайды және журналға бірінші жариялау құқығын жұмыспен бірге береді, оны бір уақытта Creative Commons Attribution License (CC BY-NC-ND 4.0) бойынша лицензиялайды.

Жариялау процесінің барлық қатысушылары, атап айтқанда, әрбір автор, ғылыми редактор, рецензент, жауапты хатшы, «ҚазҰУ хабаршысы. Экология сериясы» ғылыми журналының редакциялық алқасының мүшелері міндетті түрде жариялау этикасының қағидаларын, нормалары мен стандарттарын ұстануға міндетті. Этикалық қағидаларды сақтау ғылыми журналдың сапасын қамтамасыз ету және сақтау үшін де, жариялау процесіне қатысушылар арасында сенімді және құрметті қарым-қатынас құру үшін де маңызды.

Мақаланы жариялау төлемі тек редакцияның мақаланың қабылданған шешімі хабарламасынан кейін ғана жүргізіледі. Жарияланым құны – 2000 теңге/бет WORD форматында (шрифт 12, Times New Roman).

Реквизиттер:

«Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Индекс 050040

Мекенжайы: Алматы қаласы, Әл-Фараби даңғылы, 71

БИН 990140001154

КВЕ 16 «Бірінші Heartland Jusan Bank» АҚ

ИИК KZ19998CTB0000567141 – теңге

ИИК KZ40998CTB0000567151 – АҚШ доллары

БИК TSESKZKA

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал «Вестник КазНУ. Серия экологическая» был основан в 1992 году. Учредителем и издателем журнала является Казахский национальный университет имени аль-Фараби. Журнал имеет разработанные и утвержденные обложку и титульные листы с указанием вуза, выходные данные номера, ISSN, eISSN, состава редколлегии, редакционную политику, публикационную этику и веб-сайт. Журнал выпускается периодичностью 4 раза в год.

Журнал следует политике информационной открытости и доступности публикаций авторов, статьи размещаются на сайте журнала <https://bulletin-ecology.kaznu.kz> на трех языках в полнотекстовом доступе.

Цель журнала – обеспечить всестороннее представление и результаты передовых исследований в области экологии и природных ресурсов. Журнал предназначен для научных сотрудников, преподавателей, докторантов и студентов различных специальностей, проявляющих научный интерес к экологическим проблемам и охране окружающей среды.

Задачи журнала:

- Освещать новые научные результаты, имеющие существенное значение в различных областях фундаментальной и прикладной науки по экологии и охране окружающей среды.
- Создавать среду открытости и доступности широкого освещения результатов научных работ магистрантов и докторантов, претендующих на защиту диссертаций и получение ученых степеней по научным специальностям диссертационных советов в различных областях экологии.
- Формировать постоянный устойчивый интерес у научной общественности, а также у молодых и начинающих ученых к журналу, его растущую востребованность в профессиональных кругах специалистов, исследующих вопросы экологии.

Материалы журнала освещают широкий круг проблем в области экологии и загрязнения окружающей среды. Статьи публикуются по следующим **тематическим разделам экологии:**

- Наука о земле;
- Загрязнение и охрана окружающей среды;
- Экологическая биотехнология;
- Экология человека, растений, животных и микроорганизмов;
- Глобальное изменение климата, управление водными ресурсами;
- Восстановление нарушенных экосистем;
- Окружающая среда и миграция;
- Экологическое мышление и стратегия человечества.

Для публикации в журнале «Вестник КазНУ. Серия экологическая» принимаются ранее не опубликованные автором (авторами) статьи на русском, казахском или английском языке, которые соответствуют тематическим направлениям журнала и оформлены строго по требованиям оформления рукописи.

Авторы статей журнала «Вестник КазНУ. Серия экологическая» сохраняют за собой право автора на научную работу и передают журналу право первой публикации вместе с работой, одновременно лицензируя ее по лицензии Creative Commons Attribution License (CC BY-NC-ND 4.0).

Все участники процесса публикации, а именно, каждый автор, научный редактор, рецензент, ответственный секретарь, члены редакционной коллегии научного журнала «Вестник КазНУ. Серия экологическая» обязаны безусловно придерживаться принципов, норм и стандартов публикационной этики. Соблюдение этических принципов является важным как для обеспечения и поддержания качества научного журнала, также и для создания доверительных и уважительных отношении между участниками процесса публикации.

Оплата производится только после принятия статьи к публикации и сообщения редакции. Стоимость публикации – 2000 тенге/страница в формате WORD (шрифт 12, Times New Roman).

Реквизиты:

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби»

Индекс 050040

Адрес: г. Алматы, пр. аль-Фараби 71

БИН 990140001154

КБЕ 16 АО «First Heartland Jýsan Bank»

ИИК KZ19998CTB0000567141 – тенге

ИИК KZ40998CTB0000567151 – USD

БИК TSESKZKA

INFORMATION FOR AUTHORS

Journal «Vestnik KazNU. Ecological Series» was founded in 1992. In 2007 was renamed as «**Eurasian Journal of Ecology**» (in the English version). The founder and publisher of the journal are the Al-Farabi Kazakh National University. The journal has a developed and approved cover and title pages with an indication of the institution, imprint of the issue, ISSN, eISSN, editorial board, editorial policy, publication ethics, and website. The journal is published 4 times a year.

The journal follows the policy of information openness and accessibility of authors' publications, articles are posted on the journal's website <https://bulletin-ecology.kaznu.kz> in three languages in full-text access.

The aim of the journal is to provide a comprehensive presentation and results of cutting-edge research in the field of ecology and natural resources. The journal is intended for researchers, teachers, doctoral students, and students of various specialties who show scientific interest in environmental problems and environmental protection.

Journal objectives:

- To highlight new scientific results of significant importance in various fields of fundamental and applied science in ecology and environmental protection.
- To create an environment of openness and accessibility of wide coverage of the results of scientific work of undergraduates and doctoral students applying for the defense of dissertations and obtaining academic degrees in scientific specialties of dissertation councils in various fields of ecology.
- To form a constant stable interest among the scientific community, as well as among young and novice scientists in the journal, its growing demand in professional circles of specialists researching environmental issues.

The journal's materials cover a wide range of problems in the field of ecology and environmental pollution. Articles are published in the following thematic sections of ecology:

- Earth Science;
- Pollution and environmental protection;
- Environmental biotechnology;
- Ecology of humans, plants, animals and microorganisms;
- Global climate change, water resources management,
- Restoration of damaged ecosystems;
- Environment and migration;
- Cities and climate change;
- Environmental thinking and human strategy.

For publication in the «Eurasian Journal of Ecology» articles previously unpublished by the author (authors) are accepted – in Kazakh, Russian or English, which correspond to the thematic areas of the journal and are designed strictly according to the requirements of the manuscript format.

Authors of articles in the «Eurasian Journal of Ecology» retain the author's right to scientific work and transfer to the journal the right of first publication along with the work, licensing it at a time under the Creative Commons Attribution License (CC BY-NC-ND 4.0).

All participants in the publication process, namely, each author, scientific editor, reviewer, executive secretary, members of the editorial board of the scientific «Eurasian Journal of Ecology» are obliged to unconditionally adhere to the principles, norms and standards of publication ethics. Compliance with ethical principles is important both to ensure and maintain the quality of a scientific journal, and also to create trust and respect between participants in the publication process.

Payment is made only after the article is accepted for publication and the editors have notified it. Publication cost – 2000 tenge/ page in WORD format (font 12, Times New Roman)

Requisites:

Non-profit joint-stock company «Al-Farabi Kazakh National University»

Index 050040

Address: Almaty, Al-Farabi Ave. 71

BIN 990140001154

KBE 16 JSC «First Heartland Jusan Bank»

ИК KZ19998CTB0000567141 – tenge

ИК KZ40998CTB0000567151 – USD

BIC TSESKZKA

МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім Қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері	Section 1 Environmental impact of anthropogenic factors and environmental protection	Раздел 1 Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов и защита окружающей среды
<i>М.Р. Айтжанова, С.Б. Жапарова</i> Оценка экологических рисков весенних паводков на реке Жабай Акмолинской области 4		
<i>А.А. Боронбаева</i> Водные ресурсы и их экологическое состояние (на примере реки Ак-Бууры)..... 14		
2-бөлім Қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау	Section 2 Assessment of environmental pollution on biota and health	Раздел 2 Оценка действия загрязнителей окружающей среды на биоту и здоровье населения
<i>А.Б. Батырханова, Р.А. Исаева, Б.К. Сарсенбаев, Г.Р. Сауғанова, А.А. Абдуова</i> Өнеркәсіптің техногендік қалдықтары құрылыс материалдарын өндіруге бағалы шикізат 22		
<i>К.Ж. Дакиева, Г.Е. Саспугаева, Ж.Б. Тусупова, С. Құмарбекұлы, Г.Ж. Калелова</i> Химиялық заттар кешенімен ағзаның улануы кезінде организмдегі биохимиялық механизмдердің рөлі 32		
<i>А.В. Литихина, Г.М. Есильканов, Ю.Ю. Брайт, Р. Харброн, Е.В. Остроумова, К.Н. Ансаликов</i> Ретроспективная радиационная обстановка Урджарского района области Абай..... 43		
3-бөлім Биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелері	Section 3 Actual problems of biodiversity conservation	Раздел 3 Актуальные проблемы сохранения биологического разнообразия
<i>Т.З. Бегілов, Н.А. Бижанова, Б.Е. Есжанов, Б.Б. Сарсенова</i> Еділ-Жайық популяциясы киіктерінің қазіргі кездегі экологиялық жағдайы және популяцияның тұрақты дамуының мәселелері 56		
<i>Г.А. Искакова, Г.А. Жармухамедова, Ж.К. Джуманова, Д.А. Найзабаева, Ж.А. Бердыгулова, С.С. Солтанбеков, Г.А.Исмагулова, Ю.А. Скиба, Э.Р. Мальцева</i> Қазақстанның жабайы алма ормандарында бактериялық күйіктің таралуын бағалау 68		
<i>А.Ю. Олейников, Н.Ә. Бижанова, С.С. Кантарбаев, А.А. Алиханова</i> Териофауна казахстанской части бассейна Иртыша 77		
<i>М.Т. Imanaliyeva, В.М. Туныбеков, М.Кх. Parmanbekova, Е.М. Imanova, Е.А. Kyrbasova, К. Kabylbek L.A. Kyzmetova, В.Е. Eszhanov, I.G. Otradnykh, U. K. Kurmanbay</i> Anatomical studies of vegetative organs in two Gentiana species (Gentianaceae) 92		
<i>А.М. Melisbek, S.K. Kendirbayeva, B.S. Userbaev, M.Z. Shirinbekov, G. Akbolat, Y.D. Burashev, N.S. Kozhabergenov, A.K. Bopі, K.B. Barakbaev, A.K. Nakhanov, M.B. Orynbayev, K.T. Sultankulova</i> Genetic analysis of nucleoprotein of A/H3N8 influenza virus of asian and european origin isolated in 2018 102		
<i>А.Н. Kalyeva, N.S. Mamytova, G.Zh. Medeuova, D.A. Sadykova, Z.S. Rakhimova</i> Study of tanning substances and flavanoids i n the leaves of asian agrimony (Agrimonia asiatica Juz.) 111		
<i>S.K. Sandybayeva, A.B. Kakimova, A.K. Toktybay, G.A. Akhmetova, D. Salauat, A.A. Dauletova, K. Bolatkhan</i> Study of species composition of Algoflora from natural therapeutic mud in Zhanakorgan district 119		
Review article		
<i>Т.Б. Сабыржан, С.Ш. Нуралибеков, А.И. Кыдырманов, К.О. Карамендин</i> Вирусы летучих мышей, обладающих зоонозным потенциалом..... 131		
Авторлар үшін ақпарат 148		