



BAITURSYNULY
UNIVERSITY

№ 3-1 2025 «3ⁱ: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация»

ISSN 2226-6070



Ахмет Байтұрсынұлы атындағы
Қостанай өңірлік университеті

Костанайский региональный университет
имени Ахмет Байтұрсынұлы

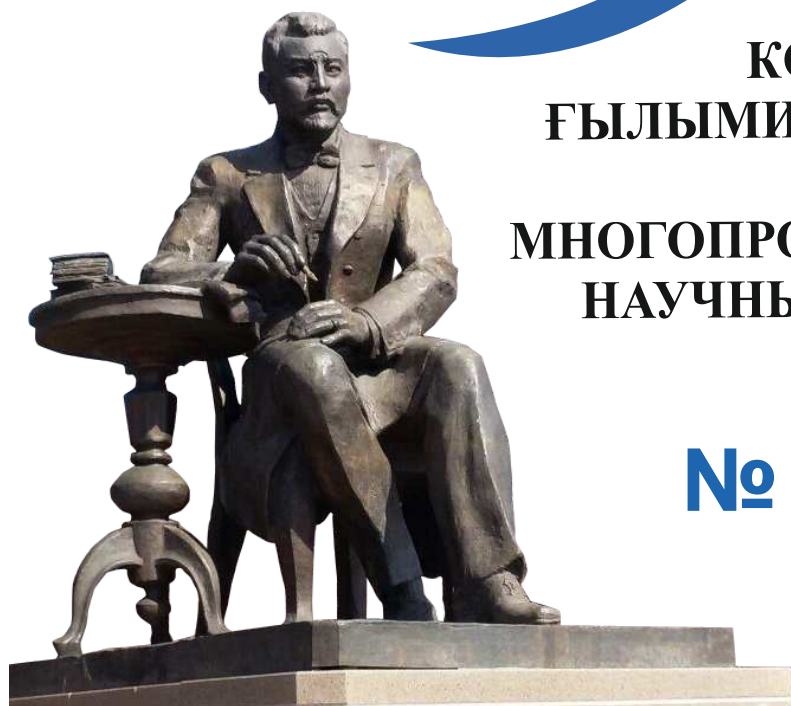


КӨПСАЛАЛЫ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3 2025

I часть



**Ахмет Байтұрсынұлы атындағы
Қостанай өңірлік университеті**



**КӨПСАЛАЛЫ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**Қыркүйек (сентябрь) 2025
№ 3 часть 1**

“3i: intellect, idea, innovation - интеллект, идея, инновация”

2025 ж. қыркүйек № 3, 1 бөлім

Жылына төрт рет шығады

Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университетінің көпсалалы ғылыми журналы

Меншік иесі: Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті

Бас редакторы

Куанышбаев С.Б., география ғылымдарының докторы

Бас редактордың ауыл шаруашылығы және ветеринария ғылымдары жөніндегі орынбасары

Жарлығасов Ж.Б., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты

Бас редактордың педагогика ғылымдары жөніндегі орынбасары

Утегенова Б.М., педагогика ғылымдарының кандидаты

Бас редактордың тарих ғылымдары жөніндегі орынбасары

Еркін Әбіл, тарих ғылымдарының докторы

Бас редактордың филология ғылымдары жөніндегі орынбасары

Әбсадық А.А., филология ғылымдарының докторы

Бас редактордың экономика ғылымдары жөніндегі орынбасары

Исмуратова Г.С., экономика ғылымдарының докторы

Редакциялық кеңес

Брагина Т.М. – биология ғылымдарының докторы, ҚР

Бережнова Е.В. – педагогика ғылымдарының докторы, РФ

Буканова Р.Г. – тарих ғылымдарының докторы, РФ

Важев В.В. – химия ғылымдарының докторы, ҚР

Ким Н.П. – педагогика ғылымдарының докторы, ҚР

Классен В.И. – техника ғылымдарының докторы, РФ

Логвин А.В. – тарих ғылымдарының кандидаты, ҚР

Лозовицка Б. – PhD докторы, Польша

Маслова В.А. – филология ғылымдарының докторы, РБ

Михайлов Ю.Е. – биология ғылымдарының докторы, РФ

Ордабас М. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, Түркия

Пангереев А. – филология ғылымдарының докторы, ҚР

Пантелеенко Ф.И. – техника ғылымдарының докторы, БР

Рыщанова Р.М. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ҚР

Шайкамал Г.И. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ҚР

Санду И.С. – экономика ғылымдарының докторы, РФ

Сипосова М. – PhD докторы, Словакия

Татмышевский К.В. – техника ғылымдарының докторы, РФ

Триведи К. – PhD докторы, Үндістан

Редакторлар: *Абенова Ж.М.*, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты; *Тастекова Г.Б.*, *Нурпеисова Э.Т.*, тарих магистрлері

Журнал 2000 ж. бастап шығады. 08.11.2023 ж. Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінде қайта тіркелген. № KZ48VPY00081421 куәлігі.

Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ-дің 18.03.2022 ж. № 104 «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация» Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті алқасының шешімімен 06.00.00-Ауыл шаруашылығы ғылымдары және 16.00.00-Ветеринариялық ғылымдар, № 175 18.04.2023 – 13.00.00-Педагогика ғылымдар салалары бойынша диссертацияның негізгі нәтижелерін жариялау үшін ұсынылған ғылыми басылымдар тізіміне кірді.

2012 ж. аталмыш журнал ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) сериялық басылымдарды тіркеу жөніндегі халықаралық орталығында тіркеліп, **ISSN 2226-6070** халықаралық нөмірі берілді.

Авторлардың пікірлері редакцияның көзқарасымен сәйкес келе бермейді. Қолжазбаларға рецензия берілмейді және қайтарылмайды. Ұсынылған материалдардың дұрыстығына автор жауапты. Қайта басылған материалдарды журналға сүйеніп шығару міндетті.

“3i: intellect, idea, innovation - интеллект, идея, инновация”

№ 3, часть 1, сентябрь 2025 г.

Выходит 4 раза в год

**Многопрофильный научный журнал Костанайского
регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы**

Собственник: Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы

Главный редактор

Куанышбаев С.Б., доктор географических наук

Заместитель главного редактора по сельскохозяйственным и ветеринарным наукам

Жарлыгасов Ж.Б., кандидат сельскохозяйственных наук

Заместитель главного редактора по педагогическим наукам

Утегенова Б.М., кандидат педагогических наук

Заместитель главного редактора по историческим наукам

Еркін Әбіл, доктор исторических наук

Заместитель главного редактора по филологическим наукам

Әбсадық А.А., доктор филологических наук

Заместитель главного редактора по экономическим наукам

Исмуратова Г.С., доктор экономических наук

Редакционный совет

Брагина Т.М. – доктор биологических наук, РК

Бережнова Е.В. – доктор педагогических наук, РФ

Буканова Р.Г. – доктор исторических наук, РФ

Важев В.В. – доктор химических наук, РК

Ким Н.П. – доктор педагогических наук, РК

Классен В.И. – доктор технических наук, РФ

Логвин А.В. – кандидат исторических наук, РК

Лозовицка Б. – PhD, Польша

Маслова В.А. – доктор филологических наук, РБ

Михайлов Ю.Е. – доктор биологических наук, РФ

Ордабас М. – доктор сельскохозяйственных наук, Турция

Пангереев А. – доктор филологических наук, РК

Пантелеенко Ф.И. – доктор технических наук, РБ

Рыщанова Р.М. – кандидат ветеринарных наук, РК

Шайкамал Г.И. – кандидат сельскохозяйственных наук, РК

Санду И.С. – доктор экономических наук, РФ

Сипосова М. – доктор PhD, Словакия

Татмышевский К.В. – доктор технических наук, РФ

Триведи К. – доктор PhD, Индия

Редакторы: *Абенова Ж.М.*, кандидат сельскохозяйственных наук; *Тастекова Г.Б.*, *Нурпеисова Э.Т.*, магистры истории

Журнал выходит с 2000 г. Перерегистрирован в Министерстве информации и общественного развития Республики Казахстан 08.11.2023 г. Свидетельство № KZ48VPY00081421.

Решением Коллегии Комитета по обеспечению качества в сфере образования и науки Республики Казахстан № 104 от 18.03.2022 г. журнал КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация» включен в Перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов диссертаций по отраслям: 06.00.00-Сельскохозяйственные науки и 16.00.00-Ветеринарные науки, № 175 от 18.04.2023 г. – 13.00.00-Педагогические науки.

Журнал в 2012 г. зарегистрирован в Международном центре по регистрации сериальных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция), присвоен международный номер **ISSN 2226-6070**.

Мнение авторов не всегда отражает точку зрения редакции. За достоверность предоставленных материалов ответственность несет автор. При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

"3i: intellect, idea, innovation"

No. 3, Part 1, September 2025

The journal is published four times per year

**Multidisciplinary Scientific Journal of
the Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University**

Owner: Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University

Editor-in-Chief

Kuanyshbayev S.B., Doctor of Geographical Sciences

Deputy Editor-in-Chief for Agricultural and Veterinary Sciences

Zharlygassov Zh.B., Candidate of Agricultural Sciences

Deputy Editor-in-Chief for Pedagogical Sciences

Utegenova B.M., Candidate of Pedagogical Sciences

Deputy Editor-in-Chief for Historical Sciences

Yerkin Abil, Doctor of Historical Sciences

Deputy Editor-in-Chief for Philological Sciences

Absadyk A.A., Doctor of Philological Sciences

Deputy Editor-in-Chief for Economics

Ismuratova G.S., Doctor of Economics

Editorial Board

Bragina T.M. – Doctor of Biological Sciences, Republic of Kazakhstan

Berezhnova Y.V. – Doctor of Pedagogical Sciences, Russian Federation

Bukanova R.G. – Doctor of Historical Sciences, Russian Federation

Vazhev V.V. – Doctor of Chemical Sciences, Republic of Kazakhstan

Kim N.P. – Doctor of Pedagogical Sciences, Republic of Kazakhstan

Klassen V.I. – Doctor of Technical Sciences, Russian Federation

Logvin A.V. – Candidate of Historical Sciences, Republic of Kazakhstan

Lozowicka B. – PhD, Poland

Maslova V.A. – Doctor of Philological Sciences, Republic of Belarus

Mikhailov Yu.Y. – Doctor of Biological Sciences, Russian Federation

Ordabas M. – Doctor of Agricultural Sciences, Turkey

Pangereyev A.Sh. – Doctor of Philological Sciences

Panteleyenkov F.I. – Doctor of Technical Sciences, Republic of Belarus

Ryshchanova R.M. – Candidate of Veterinary Sciences, Republic of Kazakhstan

Shaikamal G.I. – Candidate of Agricultural Sciences, Republic of Kazakhstan

Sandu I.S. – Doctor of Economics, Russian Federation

Siposova M. – PhD, Slovakia

Tatmyshevskiy K.V. – Doctor of Technical Sciences, Russian Federation

Trivedi K. – PhD, India

Editors: *Abenova Zh.M.*, Candidate of Agricultural Sciences; *Tastekova G.B.*, *Nurpeissova E.T.*, Masters of History

The journal has been published since 2000. Date of re-registration with the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan: November 8, 2023. Certificate no. KZ48VPY00081421.

Pursuant to Decision No. 104 of the Board of the Science and Education Quality Assurance Committee of the Republic of Kazakhstan dated March 18, 2022, the journal "3i: Intellect, Idea, Innovation: of Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University was included in the list of scientific publications recommended for publishing the main results of thesis research in the following fields:" 06.00.00-Agricultural Sciences and 16.00.00-Veterinary Sciences, No. 175 dated April 18, 2023 – 13.00.00-Pedagogical Sciences.

In 2012, the journal was registered with the International Centre for the registration of serial publications (ISSN) (UNESCO, Paris, France), and assigned the international number **ISSN 2226-6070**.

The views expressed by the authors do not necessarily reflect those of the editorial board. The author(s) shall responsible for the accuracy of the submitted materials. Reprinting of materials is permitted only with appropriate reference to the journal.

МРНТИ 34.35.25, 34.35.15
УДК 636.085.5:546.3/.7
<https://doi.org/10.52269/KGTD25315>

КОНТАМИНАЦИЯ КОРМОВ ТОКСИЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В АҚМОЛИНСКОЙ И ҚАРАҒАНДИНСКОЙ ОБЛАСТЯХ КАЗАХСТАНА

Адилбеков Ж.Ш.* – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан.

Мустафина Р.Х. – PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, старший научный сотрудник, ТОО «NFT-KATU», г. Астана, Республика Казахстан.

Балджи Ю.А. – кандидат ветеринарных наук, и.о. профессора кафедры ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, генеральный директор, ТОО «NFT-KATU», г. Астана, Республика Казахстан.

Савинкин Н.А. – магистрант образовательной программы 7M09102 – Безопасность и качество пищевой продукции, кафедра ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан.

В статье представлены результаты исследования содержания токсичных элементов (Pb, Cd, As, Cu, Zn) в зернофураже, грубых и сочных кормах, а также корнеплодах, отобранных в сельскохозяйственных предприятиях Акмолинской и Карагандинской областей Казахстана. Превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) не выявлено, однако содержание свинца, кадмия и меди в отдельных пробах находилось на уровне, близком к ПДК. Проведенный анализ позволил установить закономерность в накоплении загрязнителей: максимальные уровни были зафиксированы в концентрированных кормах, тогда как минимальные – в сочных кормах и корнеплодах. Так, содержание свинца и кадмия в наибольшем количестве отмечено в пробах концентрированных кормов, отобранных в районах Карагандинской области, где их концентрации составляли $3,26 \pm 0,24$ мг/кг и $0,17 \pm 0,002$ мг/кг соответственно, тогда как, в Акмолинской области их концентрация составляла в среднем: свинца $1,040 \pm 0,012$ мг/кг (в 3 раза ниже), кадмия $0,037 \pm 0,010$ мг/кг (в 4,5 раза ниже). Остаточные количества мышьяка в образцах кормов определялись в следовых количествах. Наибольший показатель содержания меди и цинка был незначительно выше в кормах Карагандинской области, за исключением превышения нормы по содержанию меди в концентрированных кормах почти в 1,4 раза, отобранных в частном предприятии г. Кокшетау, специализирующемся на производстве высокоэффективных комбикормов и концентратов для сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: тяжелые металлы, корма, корнеплоды, безопасность, токсичные элементы.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ АҚМОЛА ЖӘНЕ ҚАРАҒАНДЫ ОБЛЫСТАРЫНДАҒЫ АЗЫҚТАРДЫҢ УЛЫ ЭЛЕМЕНТТЕРМЕН ЛАСТАНУЫ

Әділбеков Ж.Ш.* – ветеринария ғылымдарының кандидаты, ветеринариялық санитария кафедрасының доценті, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Мустафина Р.Х. – PhD, ветеринариялық санитария кафедрасының қауымдастырылған профессоры м.а., «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», «NFT-KATU» ЖШС аға ғылыми қызметкері, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Балджи Ю.А. – ветеринария ғылымдарының кандидаты, ветеринариялық санитария кафедрасының профессоры м.а., «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», «NFT-KATU» ЖШС бас директоры, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Савинкин Н.А. – ветеринариялық санитария кафедрасының 7M09102-Азық-түлік өнімдерінің қауіпсіздігі мен сапасы білім беру бағдарламасы бойынша магистрант, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада Қазақстанның Ақмола және Қарағанды облыстарының ауыл шаруашылығы кәсіпорындарынан алынған астық азығы, қоғамдық және шырынды азықтар, сондай-ақ тамыржемістердегі улы элементтердің (Pb, Cd, As, Cu, Zn) құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Шектеулі рұқсат етілген концентрациялардан (ШРК) асып кету жағдайлары анықталмады, алайда жеке үлгілердегі қорғасын, кадмий және мырыш құрамы ШРК-ға жақын деңгейде болды. Жүргізілген талдау ластанушылардың жиналу заңдылығын анықтауға мүмкіндік берді: максималды деңгейлер концентратталған азықтарда тіркелсе, ал минималды деңгейлер шырынды азықтар мен тамыржемістерде анықталды. Қорғасын мен кадмийдің ең жоғары мөлшері Қарағанды облысынан алынған концентратты азық

үлгілерінде сәйкесінше $3,26 \pm 0,24$ мг/кг және $0,17 \pm 0,002$ мг/кг деңгейінде анықталса, Ақмола облысында орташа мөлшері айтарлықтай төмен болды: қорғасын – $1,040 \pm 0,012$ мг/кг (3 есе төмен) және кадмий – $0,037 \pm 0,010$ мг/кг (4,5 есе төмен). Мышыяқ қалдықтары азық үлгілерінде аз мөлшерде анықталды, ал шырынды азықтар мен тамыржемістерде көбінесе жоқ болды. Мыс пен мырыштың мөлшері Қарағанды облысынан алынған азықтарда аздап жоғары болды, тек Көкшетау қаласындағы жеке кәсіпорыннан алынған концентрлі азықтардағы мыстың мөлшері нормадан 1,4 есе асып кетті.

Түйінді сөздер: ауыр металдар, азықтар, тамыржемістер, қауіпсіздік, улы элементтер.

CONTAMINATION OF FEEDS WITH TOXIC ELEMENTS IN THE AKMOLA AND KARAGANDA REGIONS OF KAZAKHSTAN

Adilbekov Zh.Sh. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.*

Mustafina R.Kh. – PhD, acting Associate Professor of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Senior Researcher of NFT-KATU LLP, Astana, Republic of Kazakhstan.

Balji Yu.A. – Candidate of Veterinary Sciences, acting Professor of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, General Director of NFT-KATU LLP, Astana, Republic of Kazakhstan.

Savinkin N.A. – Master's student, "7M09102–Food Safety and Quality" educational program, Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

The article presents the results of a study on the content of toxic elements (Pb, Cd, As, Cu, Zn) in grain fodder, roughage, and succulent feed, as well as root crops sampled from agricultural enterprises in the Akmola and Karaganda regions of Kazakhstan. No exceedances of the maximum allowable concentrations (MAC) were detected; however, the lead, cadmium, and copper content in individual samples was at a level close to the MAC. The conducted analysis revealed a pattern in the accumulation of contaminants: the maximum levels were recorded in concentrated feeds, while the minimum levels were found in succulent feeds and root crops. The highest concentrations of lead and cadmium were found in concentrated feed samples from the Karaganda region, with levels of 3.26 ± 0.24 mg/kg and 0.17 ± 0.002 mg/kg respectively. In the Akmola region, the average concentrations were significantly lower: lead 1.040 ± 0.012 mg/kg (3 times lower) and cadmium 0.037 ± 0.010 mg/kg (4.5 times lower). Arsenic residues were detected in trace amounts in feed samples. The levels of copper and zinc were slightly higher in the feeds from the Karaganda region, with the exception of copper content in concentrated feeds, which exceeded the standard by almost 1.4 times. These samples were collected at a private enterprise in Kokshetau, specializing in the production of high-performance compound feeds and concentrates for farm animals.

Key words: heavy metals, feeds, root crops, safety, toxic elements.

Введение. В настоящее время важным является вопрос обеспечения экологической безопасности продукции животного и растительного происхождения, поскольку именно гарантия безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранение генофонда [1, с. 2; 2, с. 1].

В современных условиях интенсивного развития производства в результате деятельности предприятий металлургической, химической, топливно-энергетической, биологической, перерабатывающей промышленности, концентрация поллютантов в почве, воде, воздухе, кормах в десятки раз превышает допустимые уровни. Воздействие этих факторов часто приводит к метаболической перестройке организма и клинически выраженным изменениям обмена веществ у животных, влияет на их продуктивность, воспроизводительную способность, а также биологическую и пищевую ценность животноводческой продукции [3, с. 47- 48].

Отдельные регионы Северного, Центрального и Восточного Казахстана в последние десятилетия подвергались значительной техногенной нагрузке. Так, в конце XX века в северном регионе (Акмолинская область) активно проведены геологические исследования полезных ископаемых, с последующими разработками шахт золотоносных и урановых руд, где добыча велась открытым способом, что небезопасно для здоровья населения [4].

В Карагандинской области в настоящее время функционирует более 400 предприятий, которые загрязняют окружающую среду. По экологической ситуации данный регион является одной из экологически неблагополучных территорий. Это связано с большой концентрацией предприятий черной и цветной металлургии, энергетических комплексов и других промышленных объектов. Технологические газы выбрасываются в атмосферу без очистки от диоксида серы и пыли, содержащей тяжелые металлы – медь, свинец, мышьяк и др. [5, с.40-41]. Исследования показывают, что выбросы предприятий приводят к накоплению в почве и растениях тяжелых металлов, таких как свинец (Pb), кадмий (Cd), мышьяк (As) и ртуть (Hg) [6, с.50-51].

Тяжелые металлы отличаются от других токсичных соединений своей биоаккумуляцией в живых организмах. Воздействие отравления кормами, загрязненными токсичными металлами, на животных проявляется в виде хронической токсичности, сопровождающейся ухудшением общего состояния организма, снижением иммунитета и производственного потенциала животных. Кроме того, вызывают беспокойство повышенные уровни тяжелых металлов в продуктах животного происхождения [7].

Доказано, что поступление солей тяжелых металлов с продуктами питания оказывает негативное воздействие на здоровье человека. Эти металлы были тщательно изучены, и данный вопрос регулярно рассматривается международными организациями, такими как ВОЗ [8, с.180].

В связи с вышеизложенным мониторинг кормов для животных на предмет загрязнения токсичными металлами крайне важен, особенно в районах с загрязненными почвами или промышленными отходами [9, с. 1814; 10, с.2014-2015].

Цель работы: установление степени контаминации кормов и отдельных растительных продуктов (корнеплодов) токсичными элементами в хозяйствах Акмолинской и Карагандинской областей.

Задача: проведение отбора проб разных видов кормов и корнеплодов из различных хозяйств Акмолинской и Карагандинской областей, исследование на остаточные количества токсичных элементов.

Методы проведения исследований

Нами были определены контрольные пункты для отбора проб кормов и корнеплодов. В Акмолинской области для отбора кормов и растительных продуктов были определены четыре района, территории которых наиболее подвержены техногенной нагрузке: Шортандинский район (ТОО «Новокубанское»), район Биржан сала (ТОО «Бота 2015», ТОО «ХПП Арна», КХ «Шариповых», КХ «Тассу»), Аккольский район (ТОО «Акколь-АГРО», ИП «Бекхожин С.У.»), Буландинский район (ТОО «Бота 2015», ТОО «ХПП Арна»), а также частное кормо-производственное предприятие г. Кокшетау.

В Карагандинской области образцы проб отбирались из трех районов: Абайского (с. Акбастау), Бухар-Жырауского (ЛПХ Муканова) и Осакаровского района (с. Акбулак, с. Садовое, п. Осакаровка), в хозяйствах находящихся вблизи промышленных городов Караганда (ИП Кель), Темиртау и Балхаш (ЛПХ Муканова) (рис. 1).



Рисунок 1 – Отбор образцов кормов и растительных продуктов

Были отобраны пробы зернофуража (отходы льняные, фураж ячменный, поллова, овес, ячмень, пшеница, суданка с просом, дробленка), грубые корма (солома чечевичная, солома пшеничная, солома ячменная, житняк, сено луговое), сочные корма (силос, сенаж), а также корнеклубнеплоды (морковь, картофель, свекла). Всего было отобрано 98 образцов.

Исследования отобранных образцов проводили в лаборатории «Пищевой безопасности» кафедры ветеринарной санитарии НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», а также пробы кормов отправлялись в испытательную лабораторию Алматинского технологического университета г. Алматы. В отобранных пробах кормов и корнеплодов определяли остаточные количества токсичных элементов свинца (Pb), кадмия (Cd), мышьяка (As), меди (Cu), цинка (Zn) на вольтамперометрическом анализаторе TA-Lab («ТОМЬ-АНАЛИТ», г Томск, РФ), пробоподготовку осуществляли на двухкамерной программируемой печи (рис. 2).



Рисунок 2 – Анализ кормов на соли тяжелых металлов

Результаты исследований с обсуждением

В результате проведенных исследований, нами были получены следующие данные (рис. 3). При определении содержания токсичных элементов в кормах Акмолинской области, нами установлено, что присутствие свинца, кадмия, меди и цинка отмечено в большинстве случаев, за исключением мышьяка, который отсутствовал в пробах грубых кормов Шортандинского района, и корнеплодах Буландинского района.



Рисунок 3 – Содержание токсичных элементов в кормах Акмолинской области

Максимальное содержание свинца ($1,17 \pm 0,02$ мг/кг), кадмия ($0,09 \pm 0,0012$ мг/кг) отмечено в концентрированных кормах Буландинского района, мышьяка ($0,19 \pm 0,0002$ мг/кг) в грубых кормах Аккольского района, цинка ($55,6 \pm 0,42$ мг/кг) в концентрированных кормах также Аккольского района. Однако, все максимальные показатели не превышают ПДК, кроме показателей меди. Содержание меди в концентрированных кормах, отобранных на предприятии по производству кормов в г. Кокшетау, составило $36,19 \pm 0,04$ мг/кг, что превышает ПДК в 1,44 раза.

При исследовании содержания токсичных элементов в кормах Карагандинской области, нами получены следующие результаты, представленные на рис. 4.



Рисунок 4 – Содержание токсичных элементов в кормах Карагандинской области

При определении содержания токсичных элементов в образцах кормов, отобранных в Карагандинской области, нами установлено, что наибольшая концентрация свинца ($3,75 \pm 0,21$ мг/кг) наблюдалась в концентрированных кормах, отобранных на рынке по реализации кормов г. Караганда, при норме 5,0 мг/кг; в концентрированных кормах, отобранных в г. Балхаш, содержание кадмия составляло $0,37 \pm 0,002$ мг/кг, при норме 0,5 мг/кг; содержание меди – $24,01 \pm 0,61$ мг/кг, при норме не более 25,0 мг/кг; цинка – $90 \pm 0,02$ мг/кг, при норме 150,0 мг/кг. Содержание мышьяка обнаруживалось в незначительных количествах, в наибольших концентрациях отмечено в сочных кормах из Абайского района (до $0,38 \pm 0,001$ мг/кг), а в образцах концентрированных кормов, отобранных в организациях городов Балхаш и Караганды отсутствовало.

Таким образом, по результатам исследований кормов на остаточные количества токсичных элементов отмечается их присутствие в большинстве случаев, за исключением мышьяка. В целом, превышений ПДК по содержанию токсичных элементов не отмечено, однако такие элементы как свинец, кадмий и медь в отдельных видах кормов содержались в концентрациях близких к ПДК, что говорит о возможности их накопления в объектах окружающей среды. Установлено превышение нормы по содержанию меди в концентрированных кормах, отобранных в частном предприятии г. Кокшетау, специализирующемся на производстве высокоэффективных комбикормов и концентратов для сельскохозяйственных животных. Превышение предельно допустимой концентрации меди в концентрированных кормах можно объяснить применением данного элемента в виде технологической добавки с несбалансированной рецептурой. Данный микроэлемент может использоваться при производстве кормов, так как он улучшает обмен веществ, защищает иммунную систему, стимулирует рост и набор мышечной массы и служит как антибактериальный компонент в кормах. Одной из причин повышенного содержания меди в концентрированных кормах может быть несбалансированная рецептура. Не исключено техногенное загрязнение сырья, в результате загрязнения почв и воды.

При сравнительном анализе результатов исследования образцов кормов Акмолинской и Карагандинской областей, нами были получены следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание токсичных элементов и радионуклидов в кормах

Вид корма	Показатели	Акмолинская область	Карагандинская область	ПДК, не более
Токсичные элементы, мг/кг				
Концентрированные корма (пшеница, ячмень, овес, поллова), n=20/24	Свинец	$1,040 \pm 0,012$	$3,26 \pm 0,24$	5,0
	Кадмий	$0,037 \pm 0,010$	$0,17 \pm 0,002$	0,5
	Мышьяк	$0,015 \pm 0,005$	$0,010 \pm 0,002$	2,0
	Медь	$2,3 \pm 0,024$	$22,3 \pm 0,028$	25,0
	Цинк	$26,0 \pm 0,28$	$89,2 \pm 0,64$	150,0
Грубые корма (солома сено), n=15/13	Свинец	$0,041 \pm 0,012$	$1,21 \pm 0,012$	5,0
	Кадмий	$0,038 \pm 0,010$	$0,024 \pm 0,010$	0,5
	Мышьяк	$0,15 \pm 0,005$	$0,05 \pm 0,005$	2,0
	Медь	$6,25 \pm 0,024$	$16,95 \pm 0,036$	25,0
	Цинк	$20,0 \pm 0,26$	$82,0 \pm 0,26$	150,0
Сочные корма (силос, сенаж), n=3/4	Свинец	Не обнаружен	$0,24 \pm 0,011$	5,0
	Кадмий	Не обнаружен	$0,23 \pm 0,003$	0,5
	Мышьяк	$0,015 \pm 0,005$	$0,21 \pm 0,006$	2,0
	Медь	$2,26 \pm 0,0028$	$18,26 \pm 0,0028$	25,0
	Цинк	$16,0 \pm 0,34$	$66,0 \pm 0,36$	150,0

Как видно из таблицы 1, содержание свинца и кадмия в наибольшем количестве отмечено в пробах концентрированных кормов, отобранных в районах из Карагандинской области, где их концентрации составляли соответственно $3,26 \pm 0,24$ мг/кг и $0,17 \pm 0,002$ мг/кг. В пробах из Акмолинской области концентрация данных токсичных элементов была значительно ниже концентрации в пробах из Карагандинской области и составляла в среднем: свинца – $1,040 \pm 0,012$ мг/кг (в 3 раза ниже), кадмия – $0,037 \pm 0,010$ мг/кг (в 4,5 раза ниже). В образцах грубых и сочных кормов наблюдается повышенное содержание свинца и кадмия в Карагандинской области, в сравнении с Акмолинской областью, при этом в образцах сочных кормов из Акмолинской области свинец и кадмий обнаружен не был. Остаточные количества мышьяка в образцах кормов по регионам не имели существенных различий, в сочных кормах определялись его следовые количества. Концентрации меди и цинка так же в наибольшем количестве определены в пробах кормов из Карагандинской области.

Таким образом, в ходе исследований нами установлено наибольшее накопление токсичных элементов в образцах кормов из Карагандинской области, а наименьшее в Акмолинской области.

Возможно, это связано с тем, что Карагандинская область является наиболее подверженной техногенной нагрузке, в данной области сосредоточено наибольшее количество предприятий черной и цветной металлургии, энергетических комплексов и других промышленных объектов Казахстана [5].

Закключение. Исходя из вышеизложенного, нами установлено, что наибольшее накопление токсичных элементов отмечается в образцах кормов из Карагандинской области, чем из Акмолинской области. Превышение предельно допустимых концентраций по содержанию токсичных элементов в кормах не установлено, однако концентрация таких элементов как свинец, кадмий и медь в отдельных видах кормов близка к ПДК. Исключением является выявление превышения меди, выше нормы ПДК в 1,4 раза, в концентрированных кормах, отобранных в Акмолинской области. Следует предположить, что этот факт, возможно, является результатом нарушения технологии производства кормов, а не загрязнения в результате экологической проблемы.

Источник финансирования. Научная работа выполнена в рамках бюджетной программы 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований» по приоритету 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» по программе BR22885795 «Повышение уровня безопасности пищевых продуктов», подзаданию «Определить безопасность пищевых продуктов, в техногенно опасных регионах РК (Семипалатинский испытательный ядерный полигон, Северный и Центральный Казахстан), и разработать комплекс мероприятий по улучшению ветеринарно-санитарного контроля продуктов животноводства и растениеводства при техногенном воздействии».

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Gizaw Z. Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review** [Текст] / Z. Gizaw // *Environ Health Prev Med.* – 2019. – Vol. 24, № 1. – P. 68. DOI: 10.1186/s12199-019-0825-5.
2. **Gao Y., Li H. Agro-environmental contamination, food safety and human health: An introduction to the special issue** [Текст] / Y. Gao, H. Li // *Environ Int.* – 2021. – Vol. 157. – P. 106812. DOI: 10.1016/j.envint.2021.106812.
3. **Балджи Ю.А., Адильбеков Ж.Ш. Современные аспекты контроля качества и безопасности пищевых продуктов** [Текст]: монография / Ю.А. Балджи, Ж.Ш. Адильбеков. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 216 с. – ISBN 978-5-8114-3766-5.
4. **Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды по г. Астана и Акмолинской области** // Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан. – Астана: Казгидромет, 2024 [Электронный ресурс]. https://www.kazhydromet.kz/uploads/files_calendar/4821/file/6682aa557d640akmolinskaya-obl-i-g-astana-rus-aprel.pdf (дата обращения: 27.04.2025).
5. **Арызкулов Ж.А. Состояние онкологической помощи населению Республики Казахстан в 2002 году** [Текст] / Ж.А. Арызкулов // Показатели онкологической службы Республики Казахстан за 2002 год: стат. материалы. – Алматы, 2003. – С. 44.
6. **Ибраева А.К., Садыкова Ж.Т. Загрязнение тяжелыми металлами кормовых культур в промышленных регионах Казахстана** [Текст] / А.К. Ибраева, Ж.Т. Садыкова // Вестник Казахского национального университета. Серия экологическая. – 2020. – № 3 (67). – С. 45-52.
7. **Afzal A., Mahreen N. Emerging insights into the impacts of heavy metals exposure on health, reproductive and productive performance of livestock** [Текст] / A. Afzal, N. Mahreen // *Front Pharmacol.* – 2024. – Vol. 15. – P. 1375137. DOI: 10.3389/fphar.2024.1375137.
8. **Järup L. Hazards of heavy metal contamination** [Текст] / L. Järup // *British Medical Bulletin.* – 2003. – Vol. 68, № 1. – P. 167-182. DOI: 10.1093/bmb/ldg032.
9. **Yasothe A., Dabadé D.S., Singh V.P., Sivakumar T. Risk assessment of heavy metals in milk from cows reared around industrial areas in India** [Текст] / A. Yasothe, D.S. Dabadé, V.P. Singh, T. Sivakumar // *Environ Geochem Health.* – 2021. – Vol. 43, № 5. – P. 1799-1815. DOI: 10.1007/s10653-020-00758-1.
10. **Chen F., Muhammad F.G., Khan Z.I., et al. Bioaccumulation and transfer of zinc in soil-plant-animal system: a health risk assessment for grazing animals** [Текст] / F. Chen, F.G. Muhammad, Z.I. Khan [et al.] // *Environ Sci Pollut Res Int.* – 2022. – Vol. 29, № 2. – P. 2718-2727. DOI: 10.1007/s11356-021-15808-z.

REFERENCES:

1. **Gizaw Z. Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review.** *Environmental Health and Preventive Medicine*, 2019, vol. 24, no. 1, art. 68. DOI: 10.1186/s12199-019-0825-5.
2. **Gao Y., Li H. Agro-environmental contamination, food safety and human health: An introduction to the special issue.** *Environment International*, 2021, vol. 157, art. 106812. DOI: 10.1016/j.envint.2021.106812.

3. **Baldzhi Yu.A., Adilbekov Zh.Sh. Sovremennyy'e aspekty' kontrolya kachestva i bezopasnosti pishhev'y'h produktov** [Modern aspects of quality control and safety of food products]. Saint Petersburg, Lan', 2022, 216 p. (In Russian).
4. **Informacionny'j byulleten' o sostoyanii okruzhayushhej sredy' po g. Astana i Akmolinskoj oblasti** [Environmental bulletin for Astana and Akmola region]. Ministerstvo e'kologii i prirodny'h resursov Respubliki Kazakhstan. Astana, Kazgidromet, 2024, available at: https://www.kazhydromet.kz/uploads/files_calendar/4821/file/6682aa557d640akmolinskaya-obl-i-g-astana-rus-aprel.pdf (accessed 27 April 2025). (In Russian).
5. **Aryzkulov Zh.A. Sostoyanie oncologicheskoy pomoshhi naseleniyu Respubliki Kazakhstan v 2002 godu** [The state of cancer care for the population of the Republic of Kazakhstan in 2002]. Pokazateli oncologicheskoy sluzhby' Respubliki Kazakhstan za 2002 god: statisticheskie materialy' [Indicators of the cancer service of the Republic of Kazakhstan for 2002: statistical materials]. Almaty, 2003, 44 p. (In Russian).
6. **Ibraeva A.K., Sadykova Zh.T. Zagryaznenie tyazhely'mi metallami kormovy'h kul'tur v promyshlenny'h regionah Kazakhstana** [Heavy metal contamination of forage crops in industrial regions of Kazakhstan]. *Vestnik Kazhskogo nacional'nogo universiteta. Seriya e'kologicheskaya*, 2020, no. 3 (67), pp. 45-52. (In Russian).
7. **Afzal A., Mahreen N. Emerging insights into the impacts of heavy metals exposure on health, reproductive and productive performance of livestock.** *Frontiers in Pharmacology*, 2024, vol. 15, art. 1375137. DOI: 10.3389/fphar.2024.1375137.
8. **Järup L. Hazards of heavy metal contamination.** *British Medical Bulletin*, 2003, vol. 68, no. 1, pp. 167-182. DOI: 10.1093/bmb/ldg032.
9. **Yasotha A., Dabadé D.S., Singh V.P., Sivakumar T. Risk assessment of heavy metals in milk from cows reared around industrial areas in India.** *Environmental Geochemistry and Health*, 2021, vol. 43, no. 5, pp. 1799-1815. DOI: 10.1007/s10653-020-00758-1.
10. **Chen F., Muhammad F.G., Khan Z.I., et al. Bioaccumulation and transfer of zinc in soil-plant-animal system: a health risk assessment for grazing animals.** *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, vol. 29, no. 2, pp. 2718-2727. DOI: 10.1007/s11356-021-15808-z.

Сведения об авторах:

Адилбеков Жанат Шабанбаевич* – доцент кафедры ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Жениса, 62, тел.: 87078520431, e-mail: zhanat_a72@mail.ru.

Мустафина Райхан Хусаиновна – и.о. ассоциированного профессора кафедры ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, старший научный сотрудник, ТОО «NFT-KATU», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Жениса, 62, тел.: 87028043427, e-mail: raihan1984@mail.ru.

Балджи Юрий Александрович – и.о. профессора кафедры ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, генеральный директор, ТОО «NFT-KATU», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Жениса, 62, тел.: 87019796798, e-mail: balji-y@mail.ru.

Савинкин Никита Андреевич – магистрант образовательной программы 7М09102 – Безопасность и качество пищевой продукции, кафедра ветеринарной санитарии, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Жениса, 62, тел.: 87770361532, e-mail: n.savinkin@inbox.ru.

Әділбеков Жанат Шабанбаевич* – «Ветеринарлық санитария» кафедрасының доценті, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғ. 62, тел.: 87078520431, e-mail: zhanat_a72@mail.ru.

Мустафина Райхан Хусаиновна – PhD, «Ветеринарлық санитария» кафедрасының профессоры м.а., «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», «NFT-KATU» ЖШС аға ғылыми қызметкер, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғ. 62, тел.: 87028043427, e-mail: raihan1984@mail.ru

Балджи Юрий Александрович – «Ветеринарлық санитария» кафедрасының профессоры м.а., «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», «NFT-KATU» ЖШС бас директоры, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғ. 62, тел.: 87019796798, e-mail: balji-y@mail.ru.

Савинкин Никита Андреевич – 7М09102 «Азық-түлік өнімдерінің қауіпсіздігі мен сапасы» білім беру бағдарламасының магистранты, «Ветеринарлық санитария» кафедрасы, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғ., 62, тел.: 87770361532, e-mail: n.savinkin@inbox.ru.

Adilbekov Zhanat Shabanbayevich – Associate Professor of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87078520431, e-mail: zhanat_a72@mail.ru.*

Mustafina Raikhan Khussainovna – PhD, acting Associate Professor of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Senior Researcher of NFT-KATU LLP, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87028043427 e-mails: raihan1984@mail.ru.

Balji Yuriy Aleksandrovich – acting Professor of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, General Director of NFT-KATU LLP, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87019796798, e-mail: balji-y@mail.ru.

Savinkin Nikita Andreyevich – Master's student, "7M09102-Food Safety and Quality" educational program, Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87770361532, e-mail: n.savinkin@inbox.ru.

МРНТИ 76.29.62

УДК 616-073.75

<https://doi.org/10.52269/KGTD253112>

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ПРИ КАРДИОГЕННОМ ОТЕКЕ ЛЕГКИХ И ПНЕВМОНИИ КОШЕК

Ахметов А.О. – магистр ветеринарии, руководитель отделения визуальной диагностики, ветеринарная лаборатория ТОО «Экви Лаб», г. Алматы, Республика Казахстан.*

Кумекбаева Ж.Ж. – кандидат ветеринарных наук, директор, ветеринарная лаборатория ТОО «Экви Лаб», г. Алматы, Республика Казахстан.

Крыкбаев Е.А. – обучающийся докторантуры по специальности 8D09101 – Ветеринарная медицина, научный сотрудник, ветеринарная лаборатория ТОО «Экви Лаб», г. Алматы, Республика Казахстан.

Целью данной работы является сравнительный анализ рентгенологических признаков при кардиогенном отеке легких (КОЛ) и пневмонии у кошек для уточнения дифференциальной диагностики этих двух состояний. Оба патологических процесса имеют сходные клинические проявления, включая одышку, хрипы, снижение активности, что затрудняет постановку диагноза только на основании физикального обследования. В связи с этим рентгенография грудной клетки остаётся одним из ключевых методов диагностики, позволяющим визуализировать характер патологических изменений в лёгочной паренхиме и структуре сердца.

В ходе исследования были проанализированы рентгенограммы кошек с подтвержденными диагнозами КОЛ и пневмонии, полученные на базе лаборатории ТОО «ЭКВИ ЛАБ». Основными методами исследования стали визуальная оценка рентгенологических признаков, включая степень кардиомегалии, особенности сосудистого рисунка, характер и распределение затемнений в лёгких. Также оценивалось наличие плеврального выпота и дополнительные признаки, такие как смещение трахеи и возможные образования в грудной полости.

На основе анализа выделены типичные рентгенологические паттерны, характерные для КОЛ (интерстициально-альвеолярный рисунок, симметричное распределение, увеличение левого предсердия) и пневмонии (очаговые и асимметричные альвеолярные инфильтраты, бронхиальные и интерстициальные изменения).

Практическая значимость работы заключается в улучшении качества диагностики за счёт стандартизации рентгенологических критериев и повышения дифференциальной точности при интерпретации рентгенограмм.

Научная новизна исследования заключается в систематическом сравнении изображений и выделении визуальных ориентиров, позволяющих проводить предварительное разграничение патологий даже в сложных клинических случаях.

Ключевые слова: рентгенография, кардиогенный отек легких, пневмония кошек, рентгенологические признаки, дифференциальная диагностика.

МЫСЫҚТАРДАҒЫ КАРДИОГЕНДІ ӨКПЕ ІСІНУІ ЖӘНЕ ПНЕВМОНИЯ КЕЗІНДЕГІ РЕНДИЛОЛГИЯЛЫҚ БЕЛГІЛЕРДІ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Ахметов А.О. – ветеринария ғылымдарының магистрі, ветеринариялық зертхананың визуалды диагностика бөлімінің меңгерушісі. «ЭКВИ ЛАБ» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.*

Кумекбаева Ж.Ж. – ветеринария ғылымдарының кандидаты, ветеринариялық зертхананың директоры, «ЭКВИ ЛАБ» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Крыкбаев Е.А. – «Ветеринария» «8D09101» мамандығы бойынша PhD докторанты, ветеринариялық зертхананың ғылыми қызметкері, «ЭКВИ ЛАБ» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Бұл жұмыстың мақсаты осы екі жағдайдың дифференциалды диагностикасын нақтылау үшін мысықтардағы кардиогенді өкпе ісінуі және пневмония кезіндегі рентгенологиялық белгілерді салыстырмалы талдау болып табылады. Екі патологиялық процесте де ұқсас клиникалық көріністер бар, соның ішінде еңтеу, сырылдар, белсенділіктің төмендеуі, бұл тек физикалық тексеру негізінде диагноз қоюды қиындатады. Осыған байланысты кеуде қуысының рентгенографиясы өкпе паренхимасындағы және жүрек құрылымындағы патологиялық өзгерістердің сипатын визуализациялауға мүмкіндік беретін негізгі диагностикалық әдістердің бірі болып қала береді.

Зерттеу барысында «ЭКВИ ЛАБ» ЖШС зертханасында алынған КӨІ және пневмония диагнозы расталған мысықтардың рентгенографиясы талданды. Негізгі зерттеу әдістері кардиомегалия дәрежесін, тамырлар құрылымының ерекшеліктерін, өкпедегі қараюдың сипаты мен таралуын қоса алғанда, рентгенографиялық белгілерді визуалды бағалау болды. Сондай-ақ плевра эффузиясының болуы және трахеяның ығысуы және кеуде қуысындағы мүмкін түзілімдер сияқты қосымша белгілер бағаланды.

Талдау негізінде КӨІ (интерстициалды-альвеолярлы сурет, симметриялы таралуы, сол жақ жүрекшенің ұлғаюы) және пневмонияға (фокальды және асимметриялық альвеолярлы инфильтраттар, бронхиалды және интерстициальды өзгерістер) тән типтік рентгенографиялық үлгілер анықталды.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы радиографиялық критерийлерді стандарттау есебінен диагностиканың сапасын арттыруда және рентгенограммаларды интерпретациялаудағы дифференциалды дәлдікті арттыруда жатыр.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы күрделі клиникалық жағдайларда да патологияларды алдын ала ажыратуға мүмкіндік беретін визуалды бағдарларды бөліп көрсету арқылы рентген суреттерін жүйелі түрде салыстыруда болып табылады.

Түйінді сөздер: рентгенография, өкпенің кардиогенді ісінуі, мысықтардың пневмониясы, рентгенологиялық белгілері, дифференциалды диагностика.

COMPARATIVE ANALYSIS OF RADIOLOGICAL FINDINGS IN CARIOGENIC PULMONARY EDEMA AND PNEUMONIA IN CATS

Akhmetov A.O.* – Master of Veterinary Science, Head of the Visual Diagnostics Department, Veterinary Laboratory, Equi Lab LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Kumekbayeva Zh.Zh. – Candidate of Veterinary Sciences, Director of the Veterinary Laboratory, Equi Lab LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Krykbaev Y.A. – PhD student, “8D09101 – Veterinary Medicine” educational program, Researcher, Veterinary Laboratory, Equi Lab LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

The purpose of this study is a comparative analysis of radiological findings in case of cardiogenic pulmonary edema (CPE) and pneumonia in cats to clarify the differential diagnosis of these two conditions. Both pathological processes have similar clinical manifestations, including dyspnea, wheezing, decreased activity, thus hindering diagnosis based only on a physical examination. In this regard, chest radiography remains one of the key diagnostic methods that allows visualizing the nature of pathological changes in the pulmonary parenchyma and heart structure.

During the study, radiographs of cats with confirmed CPE and pneumonia obtained at the laboratory of EQUI LAB LLP were analyzed. The main research methods included a visual assessment of radiographic findings, including the degree of cardiomegaly, features of the vascular pattern, the nature and distribution of opacity in the lungs. The presence of pleural effusion and additional symptoms, such as displacement of the trachea and possible formations in the chest cavity, were also assessed. Based on the analysis, typical radiographic patterns characteristic of CPE (interstitial-alveolar pattern, symmetrical distribution, enlargement of the left atrium) and pneumonia (focal and asymmetrical alveolar infiltrates, bronchial and interstitial changes) were identified.

The practical relevance of the work lies in improving the quality of diagnostics due to the standardization of radiographic criteria and increasing the differential accuracy in interpreting radiographs.

The scientific novelty of the study lies in the systematic comparison of images and the identification of visual landmarks that allow preliminary differentiation of pathologies even in complex clinical cases.

Key words: radiography, cardiogenic pulmonary edema, feline pneumonia, radiographic findings, differential diagnostics.

Введение

Рентгенологические признаки кардиогенного отека лёгких (КОЛ) у кошек разнообразны и могут представлять сложность для диагностики. К общим признакам относятся кардиомегалия, увеличение левого предсердия и расширение лёгочных сосудов [1, с. 3, 2, с. 5]. Легочный рисунок обычно интерстициальный или смешанный интерстициально-альвеолярный с мультифокальным симметричным распределением, часто вентральным [3, с. 3]. Однако клиническая картина может варьироваться, включая диффузное, очаговое или регионарное распределение. Рентгенография грудной клетки обладает высокой специфичностью, но низкой чувствительностью для выявления лёгкой кардиомегалии. Важно отметить, что КОЛ может быть трудно отличить от некардиогенного отека лёгких, который может иметь схожую рентгенологическую картину [4, с. 5].

Кардиогенный отек легких (КОЛ) у кошек проявляется различными рентгенологическими паттернами, включая интерстициальный, альвеолярный и бронхиальный паттерны, часто с диффузным или мультифокальным распределением. Общие признаки включают умеренную или тяжелую кардиомегалию, увеличение левого предсердия и расширение каудальной легочной артерии.

Дифференциация КОЛ от пневмонии может быть сложной, поскольку оба состояния имеют клиническое сходство с воспалительным заболеванием дыхательных путей. Однако у кошек аспирационная пневмония обычно проявляется острым началом, тахипноэ, гипотермией и более выраженным альвеолярным рисунком на рентгенограммах по сравнению с бронхопневмонией или хроническими воспалительными заболеваниями дыхательных путей [5, с. 7]. Для дифференциальной диагностики кардиогенного и некардиогенного отека легких у кошек клинические показатели и результаты гематологического исследования животных обладают низкой информативностью, но эхокардиография и рентгенография остаются наиболее информативными диагностическими инструментами [6, с. 1], хотя у кошек с идиопатическим воспалительным заболеванием дыхательных путей рентгенологические данные существенно не различаются при эозинофильном, нейтрофильном или смешанном типе воспаления [7, с. 5].

Кардиогенный отек лёгких – это патологическое состояние, которое характеризуется перфузией жидкости из легочных сосудов в интерстициальное пространство и альвеолы. Является следствием острой сердечной недостаточности.

Пневмония – это вирусное, или микробное инфекционно-воспалительное заболевание лёгких, дающее очаговые, сегментарные или тотальные поражения легочной ткани. Пневмония может быть самостоятельным заболеванием или вторичным осложнением многих инфекционных и неинфекционных процессов.

Сравнительный анализ рентгенологических признаков у кошек выявил различные результаты при различных состояниях. При травматических переломах у кошек чаще наблюдаются множественные переломы, затрагивающие лицо и основание черепа, по сравнению с собаками [8, с.8]. Что касается респираторных проблем, у кошек с аспирационной пневмонией на рентгенограммах обычно наблюдается альвеолярный рисунок, что отличает их от кошек с воспалительным заболеванием дыхательных путей. Инфекция *Aelurostrongylus abstrusus* у кошек может приводить к различным рентгенологическим картинам, включая альвеолярный, интерстициально-узелковый и бронхиальный, с корреляцией между личиночной нагрузкой и рентгенологическими изменениями [9, с. 1]. В случаях плеврального выпота у кошек рентгенологические признаки, такие как увеличенный силуэт сердца и массы средостения, могут быть предикторами застойной сердечной недостаточности и неопластического заболевания соответственно [10, с. 1]. Эти исследования подчеркивают важность рентгенологического исследования в диагностике и дифференциации различных заболеваний у кошек.

Целью исследования являлось проведение сравнительного анализа рентгенологических признаков кардиогенного отека легких (КОЛ) и пневмонии у кошек для повышения точности дифференциальной диагностики этих состояний.

На основе представленной цели нами были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить и систематизировать рентгенологические признаки КОЛ и пневмонии у кошек.
2. Проанализировать особенности визуализации сердца и легочной паренхимы на рентгенограммах при каждом из состояний.

Материалы и методы

Исследования проводились на базе лаборатории ТОО «ЭКВИ ЛАБ».

Было исследовано 30 кошек, в возрасте от 5 месяцев до 11 лет, различных пород и помесные, с признаками пневмонии и подозрением на наличие кардиогенного отека легких, поскольку клиническая картина не всегда была типичной и у некоторых кошек присутствовали признаки обоих состояний одновременно. У 20 кошек была подтверждена пневмония различной этиологии, в том числе аспирационная. У остальных кошек, с подтвержденными патологиями сердечно-сосудистой системы, встречались патологии как врожденной этиологии и генетической предрасположенности, так и приобретенного характера, в том числе транзиторная кардиомиопатия.

Диагноз на кардиогенный отек легких и пневмонию ставился комплексно, с учетом анамнеза, клинических симптомов и проведения дополнительных исследований, в частности общеклинических

анализов крови, эхокардиографии и рентгенографии, на основе традиционных методик, описанных в учебных пособиях [11, с. 10, 12, с. 9, 13, с. 10].

Результаты и обсуждение

В ходе исследования были проанализированы рентгенограммы кошек с подтверждёнными диагнозами кардиогенного отёка лёгких (КОЛ) и пневмонии. Все пациенты были разделены на две группы: первая – с клиническими и инструментальными признаками КОЛ, вторая – с подтверждённой пневмонией различной этиологии (бактериальной, вирусной, аспирационной). Рентгенологическая оценка включала анализ формы и размеров сердца, сосудистого рисунка, типа затемнений в легочной паренхиме, симметричности поражений, наличия плеврального выпота и вторичных изменений. Классические рентгенологические находки КОЛ и пневмонии кошек представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Классические рентгенологические признаки

Признак	Кардиогенный отек лёгких (КОЛ)	Пневмония
Кардиомегалия	Часто присутствует, особенно увеличение левых отделов сердца. На боковой проекции может наблюдаться вторичное дорсальное смещение трахеи из-за увеличенного левого предсердия	Обычно отсутствует, за исключением случаев сопутствующих заболеваний сердца
Легочные сосуды	Могут быть расширены, особенно легочные вены	Обычно нормальные или могут быть увеличены вблизи очагов консолидации
Легочная паренхима	Характерен интерстициальный или смешанный интерстициально-альвеолярный паттерн. Часто симметричное, диффузное распределение, более выраженное в прикорневой области, вентральной и каудодорсальных отделах лёгких. Могут присутствовать линии Керли В (тонкие горизонтальные линии в периферических отделах лёгких). На поздних стадиях может развиваться альвеолярный паттерн ("воздушные бронхограммы"). Следует учитывать, что в некоторых случаях бронхиальный тип затемнений также может указывать на развитие КОЛ. Возможен плевральный выпот	Альвеолярный паттерн (участки консолидации легочной ткани, заменяющие воздушное пространство), часто с воздушными бронхограммами. Распределение может быть локализованным (очаговым или долевым) или мультифокальным, асимметричным. Интерстициальный паттерн, может быть, при некоторых типах пневмонии (например, вирусной, микоплазменной). Плевральный выпот встречается реже, чем при КОЛ, но может быть при бактериальной пневмонии или эмпиеме плевры

Таблица 1 демонстрирует ключевые рентгенологические признаки, отличающие кардиогенный отек легких (КОЛ) от пневмонии у кошек. Одним из наиболее информативных параметров является наличие кардиомегалии: при КОЛ она встречается часто, особенно выражено увеличение левых отделов сердца, которое сопровождается дорсальным смещением трахеи. При пневмонии же изменения формы и размеров сердца, как правило, отсутствуют, за исключением случаев сопутствующих кардиологических патологий. Также при КОЛ наблюдается расширение легочных вен, тогда как при пневмонии сосудистый рисунок остается в пределах нормы или изменяется лишь локально, вблизи очагов воспаления.

Важной диагностической характеристикой является тип затемнений в легочной паренхиме. Для КОЛ характерен интерстициальный или смешанный интерстициально-альвеолярный рисунок с симметричным распределением, преимущественно в прикорневых и каудодорсальных отделах лёгких. У кошек с пневмонией чаще выявляется альвеолярный тип затемнений с наличием воздушных бронхограмм, который имеет очаговую или асимметричную локализацию. Интерстициальный паттерн при пневмонии может наблюдаться при вирусной или микоплазменной этиологии. Плевральный выпот чаще встречается при КОЛ, однако возможен и при бактериальной пневмонии. Сравнительный анализ рентгенологических данных, представленный в таблице, позволяет более точно дифференцировать данные патологии, особенно в случаях с неясной клинической картиной.

Примеры рентгенограмм с КОЛ у кошек

Для иллюстрации типичных рентгенологических изменений при кардиогенном отеке легких у кошек приведена рентгенограмма пациента с характерными признаками патологии. На рисунке 1 визуализируются как изменения в сердечном силуэте, так и признаки легочного застоя.

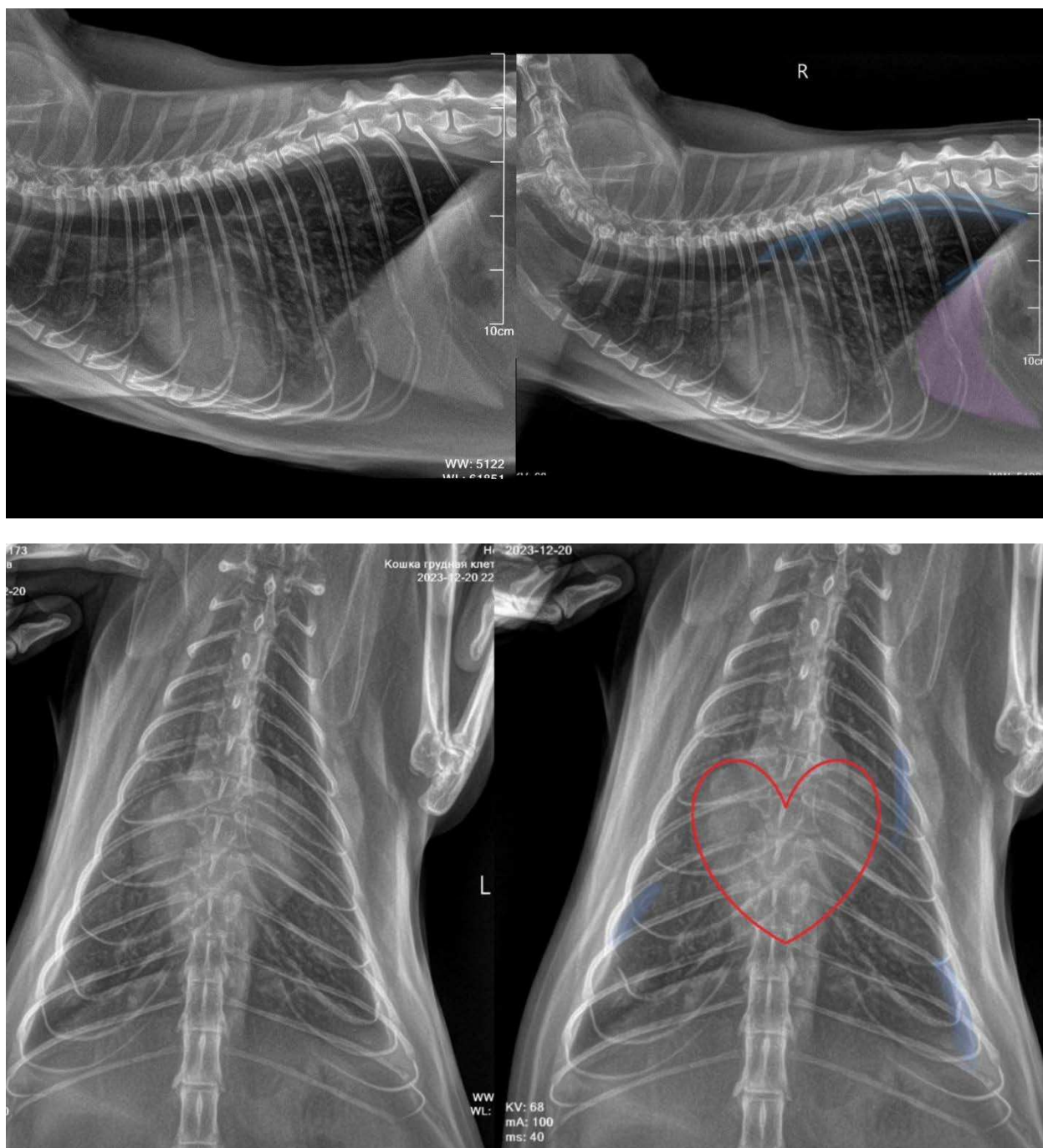


Рисунок 1 – Рентгенограмма с КОЛ у кошек

У данного пациента видим следы свободной жидкости в плевральной полости слева и справа (выделено голубым). Силуэт сердца увеличен, а на рентгенограмме с прямой проекцией имеет форму валентинки "valentine heart", что у кошек может указывать на наличие патологий сердца, к примеру, кардиомиопатию. Не выявлено достоверных отклонений от нормы в АВВ-комплексе лёгких на момент исследования. В прикорневой и вентральной частях лёгких определяются симметричные затемнения альвеолярного типа. С учетом выявленных находок, более вероятен кардиогенный отек лёгких. Гепатомегалия или каудальное смещение печени (выделено фиолетовым).

Следующий клинический случай (рисунок 2) демонстрирует вариативность рентгенологических проявлений кардиогенного отека легких. Особое внимание заслуживают бронхиальные затемнения и признаки увеличения сердца, что затрудняет дифференциальную диагностику с другими заболеваниями органов дыхания.

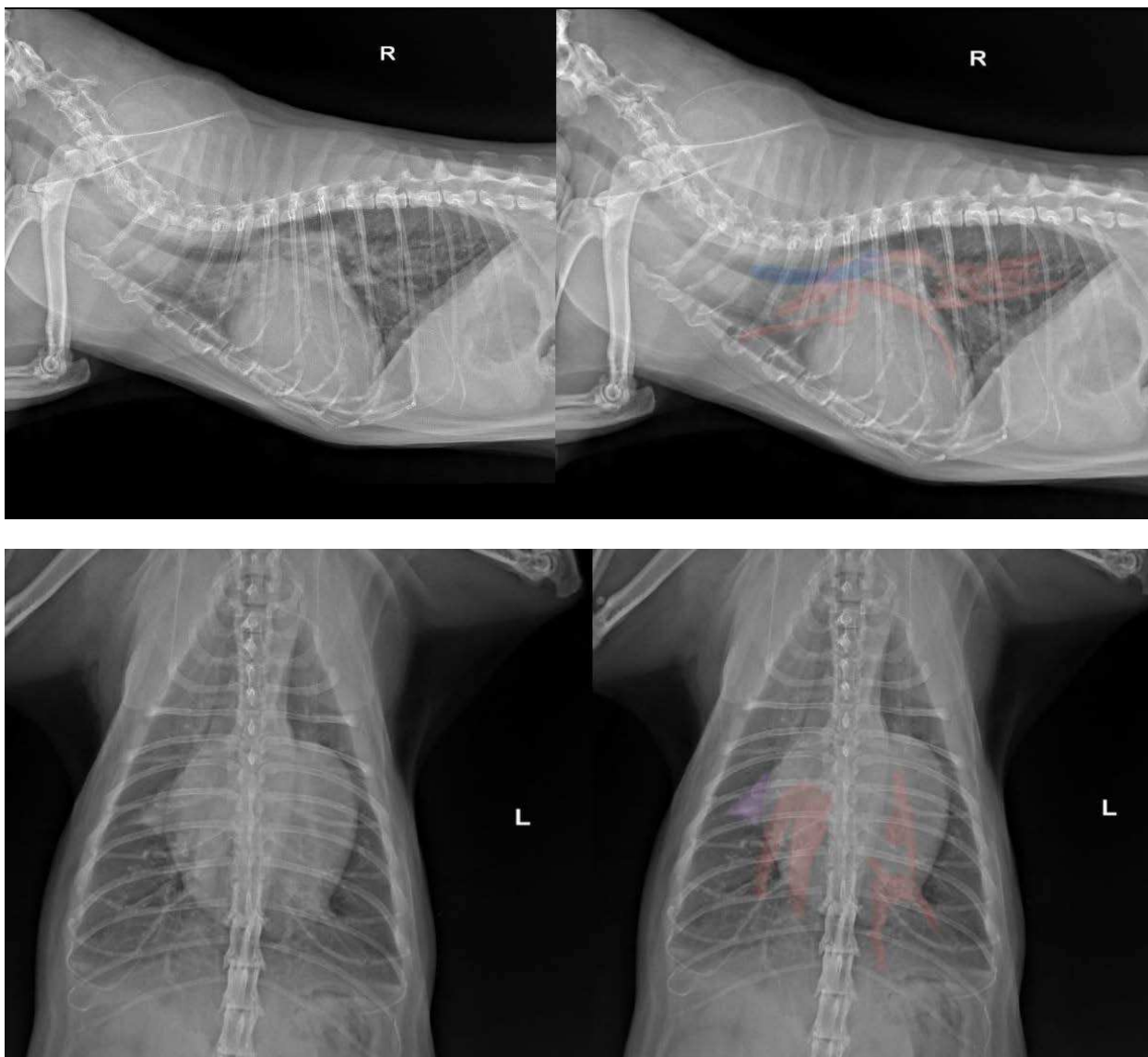


Рисунок 2 – Рентгенограмма с КОЛ у кошек

У данного пациента видим следовое количество свободной жидкости в плевральной полости. Грудная часть трахеи смещена дорсально по причине кардиомегалии (выделено синим). В лёгких определяются затемнения бронхиального типа, что без наличия кашля должно интерпретироваться как последствия перенесенного бронхита, астмы, гериатрические изменения бронхов или особенность оцифровки снимков. Следует учитывать, что в некоторых случаях бронхиальный тип затемнений также может указывать на развитие кардиогенного отека лёгких.

Кроме этого, в средней доле правого лёгкого прослеживается затемнение альвеолярного типа (выделено фиолетовым), что более характерно для ателектаза или пневмонии. Сосуды в АБВ-комплексе лёгких расширены (выделено красным), что характерно для нарушения кровообращения в малом круге, тромбоэмболии. Размер сердца значительно увеличен.

Примеры рентгенограмм с пневмонией у кошек.

На рисунке 3 представлена рентгенограмма кошки с клинически подтвержденной пневмонией. Изображение позволяет оценить распределение инфильтратов, выраженность альвеолярного рисунка и состояние сосудистого рисунка легких, что имеет решающее значение в дифференциации с КОЛ.

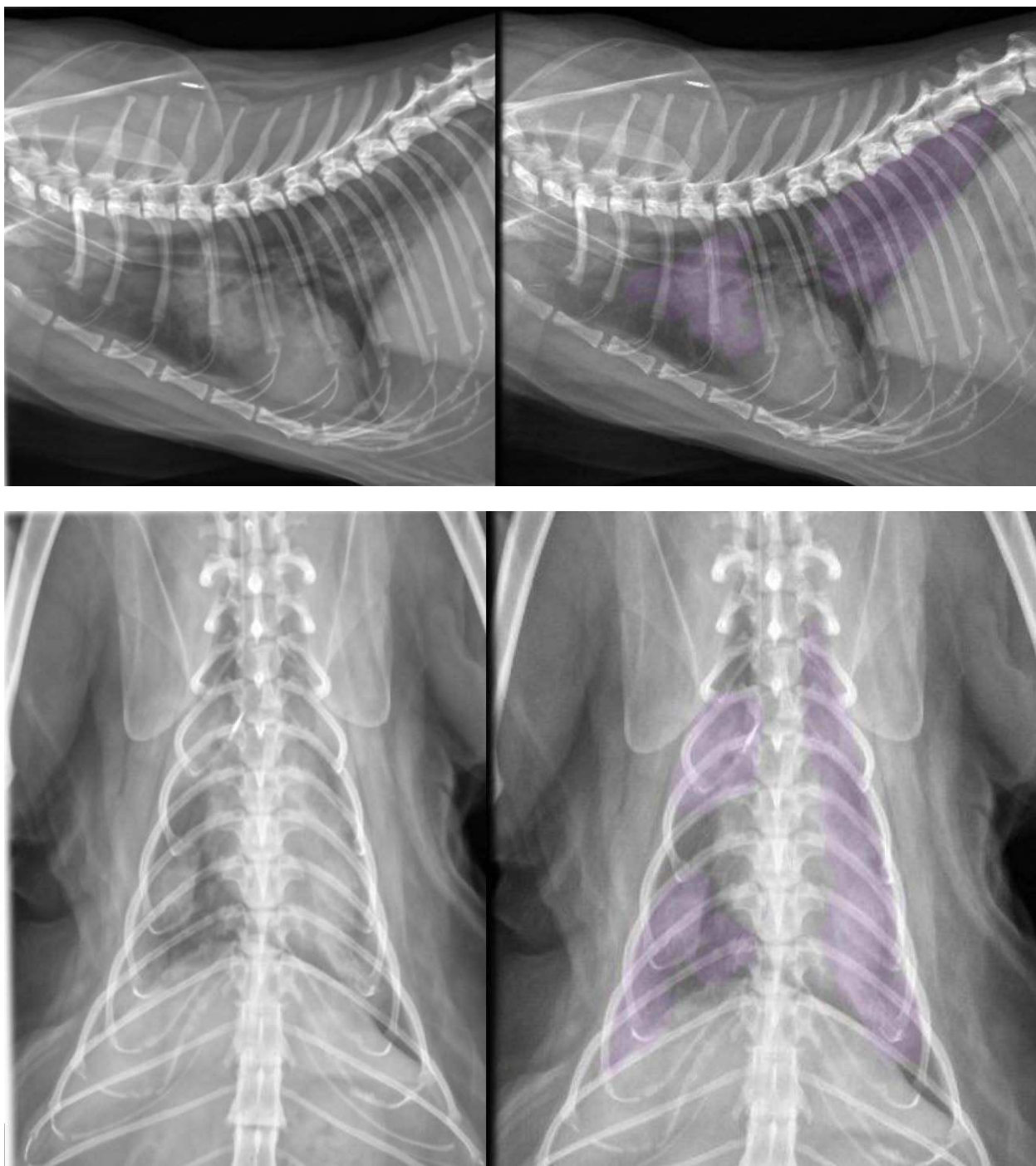


Рисунок 3 – Рентгенограмма с пневмонией у кошек

Рентгенографические признаки пневмонии у кошки. Наблюдаются несимметричные диффузно-очаговые затемнения интерстициального неструктурированного и альвеолярного типов в лёгких (выделено фиолетовым). Уменьшение сосудов в АБВ-комплексе лёгких, что может быть при гиповолемии или при шоковом состоянии пациента. Сердечный силуэт не изменен.

Рисунок 4 демонстрирует сложный случай пневмонии у кошки с множественными рентгенологическими находками. Выявлены признаки, требующие дополнительной интерпретации, включая интерстициальные и альвеолярные затемнения, возможную лимфаденопатию и элементы, характерные для неопластического процесса или абсцедирования.

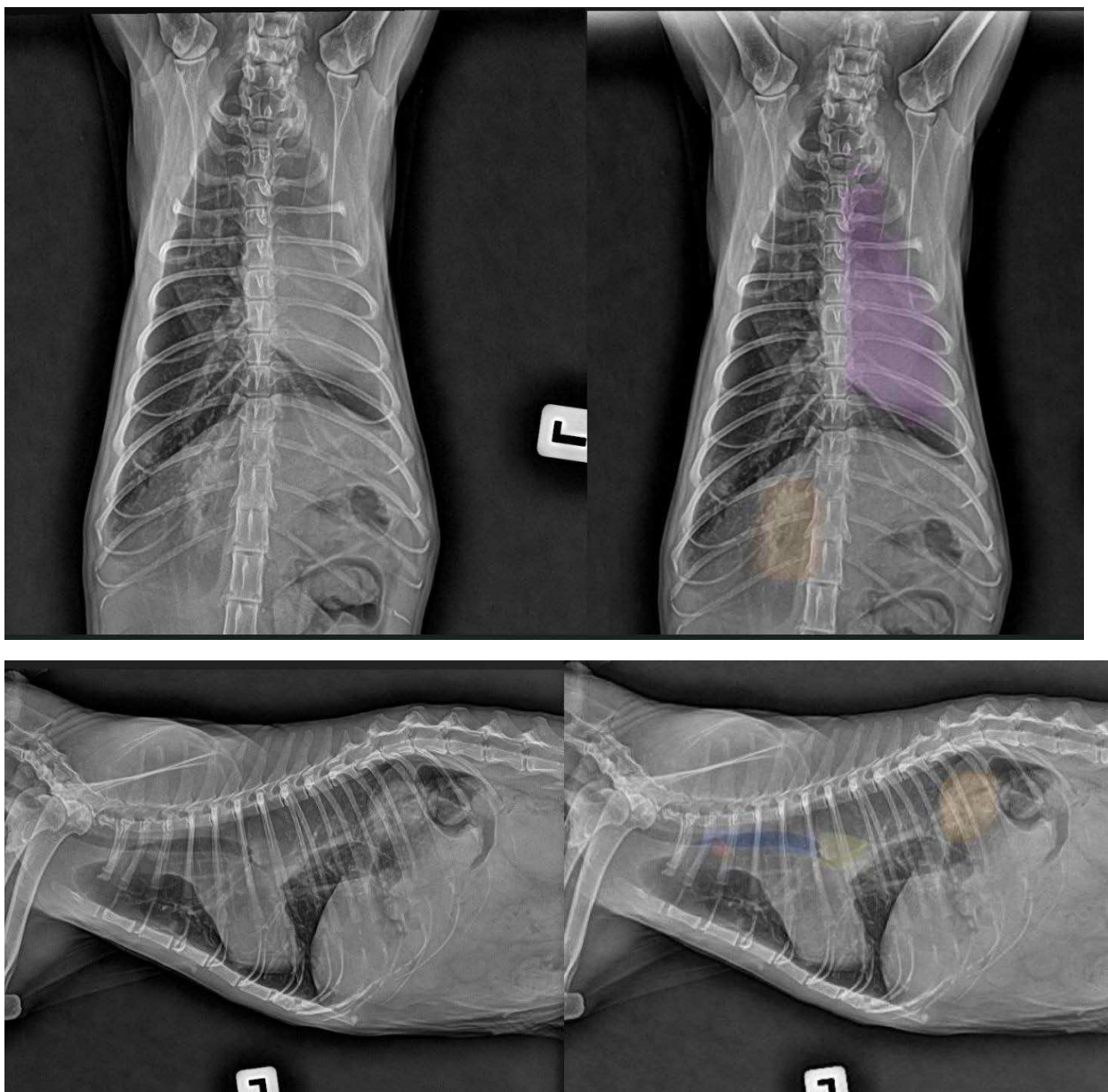


Рисунок 4 – Рентгенограмма с пневмонией у кошек

Следовое количество свободной жидкости в плевральной полости. Каудальная часть тени трахеи умеренно смещена дорсально (выделено синим). В области бифуркации трахеи и частично в суперпозиции с силуэтом сердца определяется дополнительная структура средней рентгенологической плотности (выделено жёлтым) – возможно наличие лимфаденопатии, образования различного типа, не исключена суперпозиция структур.

В лёгких определяются затемнения бронхиального типа, что при отсутствии кашля в анамнезе может быть интерпретировано как гериатрические изменения, быть связано с последствиями бронхита различной этиологии, астмы, особенностью оцифровки снимков. Кроме этого, преимущественно в проекции краниальной доли левого лёгкого определяются затемнения альвеолярного типа (выделено фиолетовым), что может указывать на наличие частичного ателектаза, так как дополнительно наблюдается синистрокардия, пневмонии различной этиологии, не исключена неоплазия. Обратите внимание, что в данном случае ранее описанное смещение трахеи связано не с изменениями размера сердца, а со снижением воздушности левого лёгкого. Гиперинфляция долей правого лёгкого. Единичные затемнения интерстициального структурированного типа (выделено красным), возможно наличие образований различного типа, не исключено метастатическое поражение лёгочной ткани.

В каудо-дорсальной части лёгких визуализируется крупное затемнение интерстициального структурированного типа (выделено оранжевым), вероятно наличие образования различного типа, полностью не исключено наличие абсцесса. Может потребоваться дополнительная диагностика. Подозрение на увеличение сосудов в АБВ-комплексе лёгких. Размер сердца не изменён.

Заключение

Проведенное исследование позволило провести систематический сравнительный анализ рентгенологических признаков кардиогенного отека легких (КОЛ) и пневмонии у кошек, что имеет важное диагностическое значение в ветеринарной практике. Установлено, что несмотря на сходство клинических симптомов, таких как одышка, кашель, хрипы и общее угнетение состояния, рентгенологическая картина при КОЛ и пневмонии существенно различается по ряду ключевых параметров. Для кардиогенного отека легких характерны признаки выраженной кардиомегалии, особенно увеличение левых отделов сердца, дорсальное смещение трахеи, а также симметричное интерстициально-альвеолярное затемнение в прикорневой, вентральной и каудодорсальной областях легких. Часто визуализируются признаки застоя, такие как расширение легочных вен и наличие плеврального выпота. В некоторых случаях отмечаются бронхиальные затемнения, что может затруднять дифференциацию с воспалительными заболеваниями дыхательных путей.

Пневмония, в свою очередь, сопровождается асимметричными альвеолярными инфильтратами с четко выраженными воздушными бронхограммами. Затемнения обычно очаговые, локализованные в отдельных долях или участках легких, и могут сопровождаться признаками лимфаденопатии. Размер сердца при этом, как правило, не изменен, что является важным диагностическим ориентиром. В нашем исследовании более чем у 60 % пациентов с симптомами одышки, хрипами и кашлем на рентгеновских снимках признаки были более характерны для пневмонии различной этиологии.

Таким образом, рентгенография грудной клетки остаётся одним из наиболее доступных и информативных методов дифференциальной диагностики заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем у кошек. Полученные результаты подтверждают высокую диагностическую значимость визуального анализа рентгенограмм при комплексной оценке состояния пациента. Разработанные критерии могут быть использованы в ветеринарной клинической практике для повышения точности диагностики, своевременного назначения терапии и улучшения прогноза при КОЛ и пневмонии у кошек.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Diana, A., Radiographic features of cardiogenic pulmonary oedema in cats with left-sided cardiac disease: 71 cases** [Text] / A. Diana, S. Perfetti, C. Valente, M. Baron Toaldo, P. Pey, M. Cipone, C. Guglielmini // *Journal of Feline Medicine and Surgery*. – 2022. – 24(12). – e568-e579.
2. **Guglielmini, C., Thoracic radiography in the cat: identification of cardiomegaly and congestive heart failure** [Text] / C. Guglielmini, A. Diana // *Journal of Veterinary Cardiology*. – 2015. – 17. – S87-S101.
3. **Benigni, L., Radiographic appearance of cardiogenic pulmonary oedema in 23 cats** [Text] / L. Benigni, N. Morgan, C.R. Lamb // *Journal of Small Animal Practice*. – 2009. – 50(1). – 9-14.
4. **Bouyssou, S., Radiographic appearance of presumed noncardiogenic pulmonary edema and correlation with the underlying cause in dogs and cats** [Text] / S. Bouyssou, S. Specchi, L. Desquilbet, P. Pey // *Veterinary Radiology & Ultrasound*. – 2017. – 58(3). – 259-265.
5. **Dear, J.D., Clinicopathologic and radiographic features in 33 cats with aspiration and 26 cats with bronchopneumonia (2007-2017)** [Text] / J.D. Dear, W. Vernau, E.G. Johnson, S.E. Hulsebosch, L.R. Johnson // *Journal of veterinary internal medicine*. – 2021. – 35(1). – 480-489.
6. **Zamorska, T., Cardiogenic and Non-Cardiogenic Pulmonary Oedema in a Domestic Cat: Pathological Mechanisms, Differential Diagnosis, and Treatment** [Text] / T. Zamorska, N. Grushanska // *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*. – 2022. – 13(1).
7. **Lee, E.A., Clinical features and radiographic findings in cats with eosinophilic, neutrophilic, and mixed airway inflammation (2011-2018)** [Text] / E.A. Lee, L.R. Johnson, E.G. Johnson, W. Vernau // *Journal of Veterinary Internal Medicine*. – 2020. – 34(3). – 1291-1299.
8. **Amengual-Batle, P., Traumatic skull fractures in dogs and cats: A comparative analysis of neurological and computed tomographic features** [Text] / P. Amengual-Batle, R. José-López, A. Durand, M. Czopowicz, E. Beltran, J. Guevar, R. Gutierrez-Quintana // *Journal of Veterinary Internal Medicine*. – 2020. – 34(5). – 1975-1985.
9. **Napoli, E., Clinical, radiological, and echocardiographic findings in cats infected by Aelurostrongylus abstrusus** [Text] / E. Napoli, M. Pugliese, A. Basile, A. Passantino, E. Brianti // *Pathogens*. – 2023. – 12(2). – 273.
10. **Hung, L., Retrospective analysis of radiographic signs in feline pleural effusions to predict disease aetiology** [Text] / L. Hung, B.J. Hopper, Z. Lenard // *BMC Veterinary Research*. – 2022. – 18(1). – 118.
11. **McConnell, F., BSAVA manual of canine and feline radiography and radiology: a foundation manual** [Text] / F. McConnell, A. Holloway // Cheltenham: British Small Animal Veterinary Association. – 393. – 2013.
12. **Стекольников, А.А., Рентгенодиагностика в ветеринарии** [Текст] / А.А. Стекольников, С.П. Ковалев, М.А. Нарусбаева // – СпецЛит. – 379. – 2016.
13. **Бун, Д. Эхокардиография в двухмерном и М-режиме у собак и кошек: пособие для ветеринарных врачей общей практики** [Текст] / Д. Бун // М.: Аквариум-Принт. – 94. – 2015.

REFERENCES:

1. Diana A., Perfetti S., Valente C., et al. Radiographic features of cardiogenic pulmonary oedema in cats with left-sided cardiac disease: 71 cases. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 2022, 24(12), pp. e568-e579.
2. Guglielmini C., Diana A. Thoracic radiography in the cat: identification of cardiomegaly and congestive heart failure. *Journal of Veterinary Cardiology*, 2015, 17, pp. S87-S101.
3. Benigni L., Morgan N., Lamb C.R. Radiographic appearance of cardiogenic pulmonary oedema in 23 cats. *Journal of Small Animal Practice*, 2009, 50(1), pp. 9-14.
4. Bouyssou S., Specchi S., Desquilbet L., Pey P. Radiographic appearance of presumed noncardiogenic pulmonary edema and correlation with the underlying cause in dogs and cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 2017, 58(3), pp. 259-265.
5. Dear J.D., Vernau W., Johnson E.G., Hulsebosch S.E., Johnson L.R. Clinicopathologic and radiographic features in 33 cats with aspiration and 26 cats with bronchopneumonia (2007-2017). *Journal of veterinary internal medicine*, 2021, 35(1), pp. 480-489.
6. Zamorska T., Grushanska N. Cardiogenic and Non-Cardiogenic Pulmonary Oedema in a Domestic Cat: Pathological Mechanisms, Differential Diagnosis, and Treatment. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 2022, 13(1).
7. Lee E.A., Johnson L.R., Johnson E.G., Vernau W. Clinical features and radiographic findings in cats with eosinophilic, neutrophilic, and mixed airway inflammation (2011-2018). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2020, 34(3), pp. 1291-1299.
8. Amengual-Batle P., José-López R., Durand A., et al. Traumatic skull fractures in dogs and cats: A comparative analysis of neurological and computed tomographic features. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2020, 34(5), pp. 1975-1985.
9. Napoli E., Pugliese M., Basile A., Passantino A., Brianti E. Clinical, radiological, and echocardiographic findings in cats infected by *Aelurostrongylus abstrusus*. *Pathogens*, 2023, 12(2), 273.
10. Hung L., Hopper B.J., Lenard Z. Retrospective analysis of radiographic signs in feline pleural effusions to predict disease aetiology. *BMC Veterinary Research*, 2022, 18(1), art. 118.
11. Holloway A., McConnell J. F. *BSAVA manual of canine and feline radiography and radiology: a foundation manual*. Cheltenham, British Small Animal Veterinary Association, 2013, 393 p.
12. Stekolnikov A.A., Kovalev S.P., Narusbaeva M.A. *Rentgenodiagnostika v veterinarii* [X-ray diagnostics in veterinary medicine]. 2016, SpecLit, 379 p. (In Russian)
13. Bun D. *E'hokardiografiya v dvuhmernom i M-rezhime u sobak i koshek: posobie dlya veterinarny'h vrachej obshej praktiki* [2D and M-mode echocardiography in dogs and cats: a guide for general veterinarians]. 2015, Moscow, Akvarium-Print, 94 p. (In Russian)

Сведения об авторах:

Ахметов Артемий Олегович* – магистр ветеринарии, руководитель отделения визуальной диагностики, ветеринарная лаборатория ТОО «Экви Лаб», Республика Казахстан, 050014, г. Алматы, Ауэзовский район, улица Жазылбека, дом 20, кв. 85, тел.: 87052223918, e-mail: ahmetov_artem96@mail.ru.

Кумекбаева Жаннета Жумагазыевна – кандидат ветеринарных наук, директор, ветеринарная лаборатория ТОО «Экви Лаб», Республика Казахстан, г. Алматы, 050014, г. Алматы, Ауэзовский район, улица Жазылбека, дом 20, кв. 85, тел.: 87007732737, e-mail: kumekbaevazhzh@mail.ru.

Крыкбаев Еркин Алийбекович – обучающийся докторантуры по специальности «8D09101 – Ветеринарная медицина, научный сотрудник, ветеринарная лаборатория ТОО «Экви Лаб», Республика Казахстан, 050014, г. Алматы, Ауэзовский район, улица Жазылбека, дом 20, кв. 85, тел.: 87023654304, e-mail: krykbaev_e@mail.ru.

Ахметов Артемий Олегович* – ветеринария ғылымдарының магистрі, ветеринариялық зертхананың визуалды диагностика бөлімінің меңгерушісі, «Экви Лаб» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050014, Алматы қ, Әуезов ауданы, Жазылбек көш, 20 корпус, 85 п., тел.: 87052223918, e-mail: ahmetov_artem96@mail.ru.

Кумекбаева Жаннета Жумагазыевна – ветеринария ғылымдарының кандидаты, ветеринариялық зертхананың директоры, «Экви Лаб» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050014, Алматы қ., Әуезов ауданы, Жазылбек көш, 20 үй, 85 п., тел.: 87007732737, e-mail: kumekbaevazhzh@mail.ru.

Крыкбаев Еркин Алийбекович – «8D09101» – Ветеринария мамандығы бойынша докторант, ветеринариялық зертхананың ғылыми қызметкері, «Экви Лаб» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050014, Алматы қ, Әуезов ауданы, Жазылбек көш, 20 үй, 85 п., тел.: 8702 3654304, e-mail: krykbaev_e@mail.ru.

Akhmetov Artemiy Olegovich* – Master of Veterinary Science, Head of the Visual Diagnostics Department, Veterinary Laboratory, Equi Lab LLP, Republic of Kazakhstan, 050014, Almaty, Auezov District, 20 Zhazylybek Str, apt. 85, tel.: 87052223918, e-mail: ahmetov_artem96@mail.ru.

Kumekbayeva Zhanneta Zhumagazyevna – Candidate of Veterinary Sciences, Director of the Veterinary Laboratory, Equi Lab LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan, 050014, Almaty, Auezov district, 20 Zhazylybek Str, apt. 85, tel.: 87007732737, e-mail: kumekbaevazhzh@mail.ru.

Krykbayev Yerkin Aliybekovich – PhD student, “8D09101 – Veterinary Medicine” educational program, Researcher of the Veterinary Laboratory, Equi Lab LLP, Republic of Kazakhstan, 050014, Almaty, Auezov district, 20 Zhazylybek Str, apt. 85, tel.: 87023654304, e-mail: krykbaev_e@mail.ru.

XFTAP 68.41.49. 64.41.19

ӨОЖ 619:618.14-002.3:636.2

<https://doi.org/10.52269/KGTD253122>

БҚО СҮТТІ БАҒЫТЫНДАҒЫ ШАРУАШЫЛЫҚТАРЫ ЖАҒДАЙЫНДА АКУШЕРЛІК ГИНЕКОЛОГИЯЛЫҚ ДИСПАНСЕРЛЕУДІҢ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

Габдуллин Д.Е.* – философия докторы (PhD), ветеринария және агротехнология институтының доценті м.а., «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ., Қазақстан Республикасы.

Қожаева А.Р. – философия докторы (PhD), Халықаралық ынтымақтастық орталығының басшысы, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, Семей қ., Қазақстан Республикасы.

Ертлеуова Б.О. – философия докторы (PhD), ветеринария және агротехнология институтының доценті м.а., «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ., Қазақстан Республикасы.

Ищанова А.С. – философия докторы (PhD), ветеринария және агротехнология институтының доценті м.а., «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ., Қазақстан Республикасы.

Бұл мақалада Батыс Қазақстан облысы бойынша сүтті бағыттағы сиырлар мен қашарларда акушерлік-гинекологиялық ауруларының таралуын зерттеу нәтижелері мен маңыздылығы көрсетілген. Зерттеу нәтижелері қорытындысы бойынша жалпы зерттелген 445 бас сиырлар мен қашарлардың 157 басында (34,6%) акушерлік-гинекологиялық патологиялар анықталды. Жүргізілген зерттеулер нәтижелеріне сәйкес, акушерлік-гинекологиялық патологиялар арасында жатыр субинволюциясы, вестибуло – вагинит және жатыр қабынуының (эндометрит) кең таралғаны көрсетілген. Жатыр қабынуының таралуы түріне байланысты жімі түрі, созылмалы және субклиникалық түрлеріне қарағанда жиі кездеседі. Жатыр қабынуларының туындауына бірден-бір себепші ретінде келесідей патологиялар: вестибуло-вагинит, шудың кешеуілдеуі және жатыр субинволюциясы себепкер болды. Сонымен қатар тұрақты сары дене, киста және жұмыртқалық гипофункциясы анықталып, бұл сиырлар мен қашарлардың оңтайлы ұрықтануына кедергі туындатып, жануарлардың тұрақты бедеулігінің себебі болды. Сүтті бағытындағы мал шаруашылығын қарқынды дамыту ол малдың өнімділігі мен өсіп-өну көрсеткіштері тікелей байланысты екені анық, сондықтан сиырлар мен қашарлардың репродуктивті органдарының қалыпты жағдайын қадағалау, яғни акушерлік – гинекологиялық диспансерлеу жұмыстарын уақытылы жүргізу зоогигиеналық және ветеринариялық талаптарын қатаң сақтау мал шаруашылығының қарқынды дамуында маңызды рөл атқарады.

Түйінді сөздер: акушерлік-гинекологиялық диспансеризация, субинволюция, эндометрит, УДЗ, Alpha vision голштин, симментал тұқымы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ЗНАЧИМОСТЬ АКУШЕРСКО-ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОЙ ДИСПАНСЕРИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ МОЛОЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ХОЗЯЙСТВ ЗКО

Габдуллин Д.Е.* – доктор философии (PhD), и.о. доцента института ветеринарии и агротехнологии, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, Республика Казахстан.

Қожаева А.Р. – доктор философии (PhD), руководитель центра международного сотрудничества, НАО «Шәкәрім университет», г. Семей, Республика Казахстан.

Ертлеуова Б.О. – доктор философии (PhD), и.о. доцента института ветеринарии и агротехнологии, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, Республика Казахстан.

Ищанова А.С. – доктор философии (PhD), и.о. доцента института ветеринарии и агротехнологии, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, Республика Казахстан.

В данной статье отражены результаты и значимость исследования распространенности акушерско-гинекологических заболеваний у коров и телок молочного направления по Западно-Казахстанской области. По итогам исследований, акушерско-гинекологические патологии выявлены у 157 голов (34,6%) из 445 обследованных голов коров и телок. Согласно результатам проведенных исследований, среди акушерско-гинекологических патологий широко распространены субинволюция матки, вестибуло-вагинит и воспаление матки (эндометрит). Среди форм воспаления матки, острое течение заболевания встречается чаще по распространенности по сравнению с хронической и субклинической формами. Причинами возникновения воспалений матки являлись следующие патологии: вестибуло-вагинит, задержания последа и субинволюция матки. Также были выявлены персистентное желтое тело, киста и гипофункция яичников, что препятствовало оптимальному оплодотворению коров и телок, что привело к постоянному бесплодию животных. Очевидно, что от интенсивного развития молочного животноводства напрямую зависят показатели продуктивности и воспроизводства скота, поэтому наблюдение за нормальным состоянием репродуктивных органов коров и телок, то есть своевременное проведение акушерско-гинекологической диспансеризации, строгое соблюдение зооигиенических и ветеринарных требований, играет важную роль в динамичном развитии животноводства.

Ключевые слова: акушерско-гинекологическая диспансеризация, субинволюция, эндометрит, УЗИ, Alpha vision, голштинская порода, симментальская порода.

RESULTS AND SIGNIFICANCE OF OBSTETRIC- GYNECOLOGIC MEDICAL EXAMINATION IN THE CONTEXT OF DAIRY FARMING IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Gabdullin D.Y.* – PhD, acting Associate Professor, Institute of Veterinary and Agrotechnology, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Uralsk, Republic of Kazakhstan.

Kozhayeva A.R. – PhD, Head of the International Cooperation Center, Shakarim University NPJSC, Semey, Republic of Kazakhstan.

Yertleuova B.O. – PhD, acting Associate Professor, Institute of Veterinary and Agrotechnology, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Uralsk, Republic of Kazakhstan.

Ishchanova, A.S. – PhD, acting Associate Professor, Institute of Veterinary and Agrotechnology, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Uralsk, Republic of Kazakhstan.

This article reflects the results and significance of a study on the prevalence of obstetric-gynecologic diseases in dairy cows and heifers in the West Kazakhstan region. According to the research findings, obstetric-gynecologic pathologies were detected in 157 heads (34.6%) of the 445 cows and heifers examined. The study revealed that uterine subinvolution, vestibulovaginitis and inflammation of the uterus (endometritis) are widespread among obstetric-gynecologic pathologies. Among the forms of uterine inflammation, the acute course of the disease is more common in terms of prevalence compared with chronic and subclinical forms. The causes of inflammation of the uterus were the following pathologies: vestibulovaginitis, retention of the placenta and subinvolution of the uterus. Persistent corpus luteum, cyst and hypofunction of the ovaries were also identified, which prevented optimal fertilization of cows and heifers, leading to permanent infertility of the animals. Intensive development of dairy farming is obvious that the indicators of productivity and reproduction of livestock directly depend on it, therefore, monitoring the normal condition of the reproductive organs of cows and heifers, that is, timely obstetric-gynecologic medical examinations, strict compliance with zoohygienic and veterinary requirements plays an important role in the dynamic development of animal husbandry.

Key words: obstetric-gynecologic medical examination, subinvolution, endometritis, ultrasound, Alpha vision, Holstein, Simmental breed.

Қысқашы. Қазақстан Республикасының 2050 жылға дейін жоспарланған стратегиялық дамудың негізгі бағыттарына сай мал шаруашылығы өнімдерін молайту жұмыстары негізделген. Осы мақсатты жүзеге асыру барысында сүтті мал шаруашылығын дамытудың маңызы артуда, сондықтан қазіргі таңда мал шаруашылығы саласына қойылатын талаптардың өзгеруіне байланысты заманауи озық технологияларды қолдану және жетілдіру еліміздің дамуына орасан зор үлесін тигізеді деп саналады [1]. Ал қазіргі таңда стратегиялық дамудың бірден бір бөлігі мал шаруашылығы екені мәлім, мал шаруашылығының қарқынды дамуын тежейтін негізгі факторлардың бірі ол репродуктивті мүшелердің патологиялары. Бұл патологиялар мал шаруашылығында мал өнімділігін едәуір төмендетеді, сол себептен жануарларды уақытылы акушерлік гинекологиялық диспансерлеу жүргізіп, уақытылы ем шараларын қолдану маңызды болып табылады [2, 25 б., 3, 38 б.].

Соңғы уақытқа дейін жыл сайын сиырдан бұзау алу керек деген пікір болған. Қазіргі уақытта бұл мәлімдеме өзекті емес және ескірген деген хабарламалар жиі кездеседі. Дегенмен шаруашылықта жыл сайын сиырдан төл алу керек деген пікір жиі айтылуда, бірақ бұл нәтижеге жету үшін жануарлардың репродуктивті мүшелерінің патологиялық жәй күйлерін уақытылы тексеріп емдік шараларын жүргізбеу есебінен орын алатыны мәлім. Авторлардың мәліметтеріне сүйенсек, негізгі себептердің бірі болып жоғары өнімді жануарлардың туғаннан кейін сүт өнімділігінің артуы келешекте инволюция процесінің жәй өтуімен сипаттайды. Ал кейбір дереккөздерде туғаннан кейінгі патологияның жиі кездесуінің себептерінің біріне лактацияның ұзаруы болып табылады делінген, яғни жануар ағзасында үлкен метаболикалық жүктеме туындап зат алмасу процесі және репродуктивті жүйенің гормоналды фонының бұзылуы салдарынан пайда болады делінеді [4, 145 б., 5, 27 б., 6, 48 б.].

Жоғары өнімді сиырларда жиі кездесетін репродуктивті мүшелердегі патологияның және бедеуліктің алдын алу шараларының едәуір жетістіктеріне қарамастан мал шаруашылығы мамандары мен ғалымдардың алдына қойылып отырған негізгі мәселелердің бірі болып табылуда [8, 531 б., 9, 154 б.].

Сүтті бағыттағы мал шаруашылықтарында бедеуліктің себептері көпшілік жағдайда азықтандыру, ұстап-бағу, гиподинамия, моционның жетіспеушілігі және зоотехниялық талаптардың сақталмауынан пайда болады. Бұл мәселелер зоотехникалық және ветеринариялық іс-шаралардың уақытында және дұрыс орындалмауынан туындайды. Қазақстанда сүтті бағытындағы асыл тұқымды сиырларда репродуктивті мүшелердің патологияларынан бедеулік 30-51% жағдайда кездеседі, ал қашарларда бұл көрсеткіш 13-28% жетеді, яғни бұл еліміздің экономикалық жағдайына айтарлықтай әсерін тигізеді [10, 10 б., 11, 86 б., 12, 13 б.].

Отандық ғалымдардың 2013-2019 жылдар аралығында жүргізген зерттеулеріне сәйкес, Ақмола облысындағы сиырлардың жатыр аурулары Солтүстік Қазақстан облысымен салыстырғанда бірнеше есе көп тіркеліп, 20,6% - 45% аралығында болды. Ал Алматы облысында бұл көрсеткіш орташа есеппен 10,5% деңгейінде. Шаруашылықтарда сиырлардағы эндометриттің іріңді-катаральды түрі жиі кездеседі, оның ішінде жіті эндометриттің кездесу жиілігі 23,3%, ал субклиникалық түрі 8,0% құрайды. Батыс Қазақстан облысындағы ет бағытындағы сиыр шаруашылықтарында жатыр ауруларының пайыздық көрсеткіші 35%, жұмыртқалық гипофункциясы 33,7%, және жатыр субинволюциясы 10%-дан аспайды [13, 368 б., 14, 39 б., 15, 172 б., 16 15 б.].

Асылтұқымды шаруашылықтарда бедеуліктің бірден-бір себептері болып акушерлік-гинекологиялық патологияларға дұрыс диагноз қоймау және тиімсіз хаттамалармен емдеу жүргізу жатырдың морфологиялық және функционалдық өзгерістеріне ұшыратып кейіннен сиырларда жатыр ауруларының созылмалы түріне ауысуы салдарынан туындайды. [17, 6 б., 18, 145 б., 19, 7 б., 20, 101 б.].

Әдеби мәліметтерді қорытындылай келе акушерлік-гинекологиялық аурулардың алдын алу мақсатында гинекологиялық диспансерлеуді уақытылы жүргізіп, физиологиялық жағдайын бақылау, патологиялық үрдістерін дер кезінде анықтап емдеу және хаттамаларын дұрыс таңдай білу қазіргі таңда сүт фермаларында өзекті мәселелердің бірі болып саналады.

Зерттеу мақсаты. Батыс Қазақстан облысы сүт бағытында мал шаруашылығындағы сиырлар мен қашарларды гинекологиялық диспансерлеу және ұрықтану көрсеткіштерінің төмен болуы себептерін анықтау.

Зерттеу материалдары. Зерттеу жұмыстары 2021-2022 жылдары Батыс Қазақстан облысы, Теректі ауданы, Погромный елді мекенінде орналасқан ЖШС «Агрофирма Акас», Ақтөбе облысы, «Анисан» ШҚ және Мартук ауданына қарасты «Есбол» ШҚ –да барлығы 445 бас сиырлар мен қашарларға акушерлік-гинекологиялық диспансерлеу жұмыстары жүргізілді.

Зерттеу объектілері ретінде сүтті бағытындағы голштин және симментал тұқымды сиырлары мен қашарлары алынды. Акушерлік-гинекологиялық диспансерлеу жұмыстары жалпы қабылданған әдістермен нұсқаулықтарға және клиникалық хаттамаларға сәйкес жүргізілді: 1) тік ішек (ректальды) арқылы зерттеу жұмыстары DRAMINSKI 4 VETSLIM УДЗ құрылғысымен жатыр және аналық бездердің морфологиялық құрылымы өзгерістерін анықтау, 2) Alpha vision аппараты көмегімен визуальды қынап және жатыр мойыны патологияларын, 3) репродуктивті мүшелерден бөлінген бөліндіні микроскопиялық және pH экспресс тест көмегімен қышқылдық ортасын анықтау әдістерімен жатырдың қабыну үрдістерін балау жұмыстары жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері. ЖШС «Агрофирма Акас», «Анисан» ШҚ және «Есбол» ШҚ – да акушерлік – гинекологиялық диспансерлеу жұмыстары барлығы – 445 бас жануарларға жүргізілді. Бұл жұмыстар аталған шаруашылықтардағы сиырлар мен қашарларда репродуктивті мүшелерде туғаннан кейін жиі кездесетін патологиялардың алдын алу шараларын жүзеге асыру мақсатында орындалды. Зерттеу жұмыстарының нәтижелері 1 кестеде көрсетілген.

1 кесте – БҚО шаруашылықтарында сиырлар мен қашарлардағы акушерлік гинекологиялық патологиялардың таралуы

Патология	«Агрофирма Акас» ЖШС		«Анисан» ШҚ		«Есбол» ШҚ		Барлығы	
	п	%	п	%	п	%	п	%
Эндометрит	15	7,8	7	4,58	3	3	25	5,6
Киста	4	2,1	10	6,54	4	4	18	4,0
Вестибуло – вагинит	16	8,3	8	5,23	9	9,1	33	7,4
Тұрақты сары дене	8	4,1	6	3,92	3	3	17	3,8
Жатыр субинволюциясы	20	10,3	13	8,50	9	9,1	42	9,5
Жұмыртқалық гипофункциясы	13	6,8	-	-	6	6,1	19	4,3
Буаз және сау жануарлар	117	60,6	109	71,24	65	65,7	291	65,4
БАРЛЫҒЫ	193	100,0	153	100,0	99	100	445	100,0

Зерттеу барысында «Агрофирма Акас» ЖШС шаруашылығында сиырлар мен қашарларда бедеуліктің негізгі және қосалқы этиологиялық факторлары анықталды. Жалпы акушерлік-гинекологиялық диспансерлеу жүргізілген – 193 бас жануарлардың ішінде буаз және репродуктивті мүшелері қалыпты жағдайда – 117 немесе (60,6 %) бас анықталды. Ал 39,3 % жануарларда репродуктивті мүшелерінде патологиялық үрдістер анықталды, атап айтсақ келесідей патологиялар: эндометрит – 7,8 %, киста – 2,1 %, вестибуло-вагинит – 8,3 %, тұрақты сары дене – 4,1 %, жатыр субинволюциясы – 10,3 %, жұмыртқалық гипофункциясы – 6,8 %.

«Анисан» ШҚ – буаз немесе репродуктивті жүйелері қалыпты жағдайда – 71,2 %, ал патологиялық үрдіс – 28,7 % сиырлар мен қашарларда анықталып, оның ішінде эндометрит – 4,6 %, киста – 6,5 %, вестибуло-вагинит – 5,2 %, тұрақты сары дене – 3,9 %, жатыр субинволюциясы – 8,5 %, жұмыртқалық гипофункциясы анықталмады, яғни аталған шаруашылықтағы жануарларда физиологиялық күй жайларының қалыпты екеніне куәлік етеді.

«Есбол» ШҚ-да репродуктивті жүйелері қалыпты немесе буаз сиырлар мен қашарлар – 65, 7 % құраса, патологиялық күй жағдайлары – 34,3 %, оның ішінде эндометрит – 3 %, киста – 4 %, вестибуло – вагинит – 9,1 %, тұрақты сары дене – 3 %, жатыр субинволюциясы – 9,1 %, жұмыртқалық гипофункциясы – 6,1 % анықталды. Жалпы туудан кейінгі патологиялар анықталған сиырлар саны -112 бас (72,7%) құраса, ал қашарлар саны – 42 басты (27,3%) құрады.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Зерттеу жұмыстары жүргізілген шаруашылықтарда барлығы – 445 бас сиырлар мен қашарлар арасында репродуктивті жүйесінде патологиялық үрдістер жалпы 154 басында анықталды, оның ішінде жиі кездесетін патология жатыр субинволюциясы, вестибуло – вагинит және эндометрит. Сонымен қатар тұрақты сары дене, жұмыртқалық гипофункциясы және киста.

Зерттеу жұмыстары жүргізілген шаруашылықтарда жатыр субинволюциясы акушерлік- гинекологиялық диспансерлеу жүргізілген мал басы санына шаққанда – 9,5 % құрады. Бұл патологияның жиі кездесу себептеріне туғаннан кейінгі күтімнің нашар болуы, яғни зоогигиеналық және ветеринариялық талаптардың сақталмауы, инфекциялық және гормональдық бұзылыстар, азықтың құнарсыздығын айтуға болады.

Вестибуло-вагинит – 7,5 % кездескен, бұл инфекциялық немесе туу кезінде жарақаттан пайда болған патологияның түрі, яғни ол өз кезегінде патогенді микроорганизмдердің көбеюіне қолайлы жағдай жасап, қабыну үрдісінің жоғары жыныс жолдарына таралуына себеп болады. Аталған патология уақытылы емделмеген жағдайда эндометрит, жатыр атониясы және бедеулік секілді асқынуларға алып келуі мүмкін.

Эндометрит – 5,6 % құрады, бұл инфекциялық микроорганизмдердің себебінен туындайтыны патология екені анық, яғни шудың кешеуілдеуі, туғаннан кейінгі кезеңде жатыр мойыны ашық болуы және вестибуло-вагинит кезінде сыртқы орта факторларынан енген микроорганизмдердің көбеюі салдарынан пайда болуы ықтимал.

Тұрақты сары дене, киста және жұмыртқалық гипофункциясы жалпы – 12,1 % құрады, бұл патологиялардың кездесу жиілігі прогестерон гормонының жоғары болуы, сонымен қатар жануарға моционның, адинамиа және гиподинамия жеткіліксіздігінен туындайды, ал киста анықталу себептеріне аналық жыныс бездерінде овуляцияланбаған бірақ жетілген фолликулалардың немесе сұйықтықтың секрециялануынан сонымен қатар, тұрақты сары дене себебінен пайда болуы мүмкін және жұмыртқалық гипофункциясының патологиясы келесідей себептерден: аналық без қызметінің тежелуі немесе тоқталуы микро-макроэлементтердің жетіспеушілігі жануарда стресстік жағдайлармен инфекциялық үрдістің жүруімен дамиды.

Қорытынды. Акушерлік-гинекологиялық диспансерлеу жұмыстарын жүргізу барысында тәжірибелік шаруашылықтардағы сиырлар мен қашарларда гинекологиялық патологиялар анықталды. Акушерлік-гинекологиялық диспансерлеу нәтижесінде бедеу сиырлар мен қашарларда негізінен жиірек

кездескен патологияларға жатыр субинволюциясы, вестибуло-вагинит және эндометрит сонымен қатар тұрақты сары дене, киста және жұмыртқалық гипофункциясы анықталды.

Бұл патологиялық жағдайлардың жиі кездесуі туғаннан кейінгі күтімнің нашарлығы, зоогигиеналық-ветеринариялық талаптардың сақталмауы, уақытылы акушерлік-гинекологиялық диспансерлеу жұмыстарының жүргізілмеуі, диагноздардың нақтыланбауы салдарынан ем – шаралардың тиімсіздігі және құнарсыз азықпен азықтандыру бірден-бір себептері болып табылды.

Сондықтан сүтті бағытындағы сиырлар мен қашарларда репродуктивті органдарында патологияның дамуы табынның ұрпақты болу қасиеттерін төмендетіп кей жағдайда тұрақты бедеулікке себепкер болуда. Зерттеу нәтижелерін тұжырымдай келе, сүтті бағыттағы мал шаруашылығын дамытудың негізгі мәселелерінің бірі ретінде сиырлар мен қашарлардың репродуктивті органдарының жай-күйін тұрақты және үздіксіз бақылау жылына кем дегенде екі рет жүргізу, шаруашылықтың қарқынды дамуына негізгі үлесін қосады. Сонымен қатар, сиырлар мен қашарларда туғаннан кейінгі патологиялар анықталғаннан кейін емдеудің симптоматикалық және этиотропты емдеу жүргізу ұсынылады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана «Социально-экономическая модернизация – главный вектор развития Казахстана»: официальный сайт Президента Республики Казахстан. – обращение датировано 5 октябрь 2018 года https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazahstan-nazarbaeva-narodu-kazahstana-5-oktyabrya-2018-g 5 августа 2025 года.
2. Darmenova, A.G., Dardenova, A.G., Zukhrabov, M.G., Murzabayev, K.E., Valiyeva, Zh.M. Application of antiplacental blood in the treatment of cows with postpartum endometritis [Text] / A.G.Darmenova, M.G. Zukhrabov, K.E. Murzabayev, Z.M. Valiyeva // Indian Veterinary Journal. – 2018. – 95 (10). – P.22-26.
3. Петухова, Е.И., Баймишев, М.Х., Баймишев, Х.Б. Восстановление функции размножения коров и кормовая добавка Оптиген [Текст] / Е.И. Петухова, М.Х. Баймишев, Х.Б. Баймишев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – 1. – С.32-39.
4. Нечаев, А.В., Минюк, Л.А., Гришина, Д.Ю. Профилактика метаболических заболеваний высокопродуктивных коров [Текст] / А.В. Нечаев, Л.А. Минюк, Д.Ю.Гришина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – 2 (38). – С.143-147.
5. Гизатова, Н.В. Динамика роста и развития тёлочек казахской белоголовой породы при использовании в рационе кормления кормовой добавки Биодарин [Текст] / Н.В. Гизатова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – 1. – С. 27-29.
6. Головин, А.В. Разработка и использование норм кормления коров на основе факториального метода [Текст] / А.В. Головин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – 1. – С. 47-50.
7. Хакимов, И. Н., Мударисов, Р.М., Акимов, А.Л. Зависимость упитанности мясного скота от живой массы и её коррекция уровнем кормления [Текст] / И.Н.Хакимов, Р.М.Мударисов, А.Л.Акимов // Известия Самарской государственной академии. – 2018. – 1. – С. 19-26.
8. Ambrose, D.J. Gobikrushanth, M., Zuidhof, S., Kastelic, J.P. Low-dose natural prostaglandin F2 α (dinoprost) at timed insemination improves conception rate in dairy cattle [Text] / D.J. Ambrose, M. Gobikrushanth, S. Zuidhof, J.P. Kastelic // Theriogenology. – 2015. – 83 (4). – P.529-534 <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.10.034>.
9. Mohammadi, A., Seifi, H., Farzaneh, N. Effect of prostaglandin F2 α and GnRH administration at the time of artificial insemination on reproductive performance of dairy cows [Text] / A. Mohammadi, H. Seifi, N. Farzaneh // Veterinary research forum: an international quarterly journal. – 2019. – 10 (2). – P 153-158. <https://doi.org/10.30466/vrf.2018.87502.2136>.
10. Сотникова, Е.Д. Ватников, Ю.А., Куликов, Е.В. Акушерско-гинекологическая диспансеризация племенного поголовья крупного рогатого скота [Текст] /Е.Д. Сотникова, Ю.А. Ватников, Е.В. Куликов // Вестник РУДН, серия Агрономия и животноводство. –2014. – 3. – С.10-15.
11. Красникова, Е.С., Ларионова, О.С. Биологическая безопасность продукции животных, инфицированных вирусами энзоотического лейкоза и иммунодефицита КРС [Текст] / Е.С. Красникова, О.С. Ларионова // Вестник ветеринарии. – 2014. – 69 (2). – С.85-87.
12. Грига, О.Э., Грига, Э.Н., Божеков, С.Е. Факторы, способствующие возникновению гнойно-катарального эндометрита [Текст] / О.Э. Грига, Э.Н. Грига, С.Е. Божеков // Ветеринарная патология – 2013. – 2(44). – С.12-18.
13. Jakupov, I., Kuzerbayeva, A., Karabayeva, Zh.Z. Entwicklung einer Farbkarte zur Unterscheidung von Iochien bei Kuhen mit und ohne Störung der Uterusinvololution [Text] / I. Jakupov, A. Kuzerbayeva, Zh.Z. Karabayeva // Thrombosis and Haemostasis. – 2016. – 44 (06). – P. 368-370.
14. Джакупов, И.Т., Карабаева, Ж.З. Мониторинг воспроизводительной функции коров различных пород молочного направления продуктивности [Текст] / И.Т. Джакупов, Ж.З. Карабаева // Шәкәрім атындағы СМУ. –2017. – 2(1). – С. 35-41.

15. Асатбаева, Г.К., Абдрахманов, Т.Ж., Конвишер, А.Н. Сравнительная оценка методов диагностики катарального эндометрита коров [Текст] / Г.К. Асатбаева, Т.Ж. Абдрахманов, А.Н. Конвишер // Селекционно-генетические аспекты развития молочного скотоводства 90-летию Ш.И. Шихсаидова. – 2019. – С. 166-174.
16. Горелов, Ю.М., Телелева, М.В. Мониторинг эндометритов у коров в условиях молочно – товарных ферм Алматинской области [Текст] / Ю.М. Горелов, М.В. Телелева // Проблемы теории и практики современной ветеринарной науки: сб. науч. тр. – 2015. – С. 15.
17. Willam, M. Graves Dairy herd synchronisation programs. [Text] / M. Willam // University of Georgia. Bull. – 2012. – 1227. – P.1-8.
18. Зубков, А.А., Скляр, П.Н. Структура и распространенность полиорганной патологии коров послеродового периода [Текст] / А.А. Зубков, П.Н. Скляр // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2017. – 82. – С.145-147.
19. Авдеенко, В.С., Донник, И.М., Лоретц, О.Г., Бабухин, С.Н., Рыхлов, А.С., Молчанов, А.В. Механизм развития синдрома «Кетоз-гестоз» у беременных коров и эффективность применения антиоксидантных препаратов [Текст] / В.С. Авдеенко, И.М. Донник, О.Г. Лоретц, С.Н. Бабухин, А.С. Рыхлов, А.В. Молчанов // ВЕТ. – 2016. – 8 (150). – С. 4-9.
20. Рахматуллин, Э.К., Борисов, С.А., Силова, Н.В., Писалева, С.Г. Фармакодинамическое обоснование действия фурагрина при эндометрите коров [Текст] / Э.К. Рахматуллин, С.А. Борисов, Н.В. Силова, С.Г. Писалева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – 1. – С. 98-102.

REFERENCES:

1. Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan N. Nazarbaeva narodu Kazahstana «Social'no-e'konomicheskaya modernizaciya – glavny'j vektor razvitiya Kazahstana» [Address by the President of the Republic of Kazakhstan N. Nazarbayev to the People of Kazakhstan "Socio-Economic Modernization – the Main Vector of Kazakhstan's Development"]. Available at: https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazahstan_nnazarbaeva-narodu-kazahstana-5-oktyabrya-2018-g (accessed 05 August 2025). (In Russian).
2. Darmenova A.G., Zukhrabov, M.G., Murzabayev, K.E., Valiyeva, Zh.M. Application of antiplacental blood in the treatment of cows with postpartum endometritis. *Indian Veterinary Journal*, 2018, vol. 95, iss. 10, pp. 22-26.
3. Petuhova E.I., Bajmishev M.H., Bajmishev H.B. Vosstanovlenie funktsii razmnozheniya korov i kormovaya dobavka Optigen [Restoration of reproductive function in cows and the Optigen feed additive]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skhozaystvennoy akademii*, 2023, vol. 1, pp. 32-39. (In Russian).
4. Nechaev A.V., Minyuk L.A., Grishina D.Yu. Profilaktika metabolicheskikh zabolevanij vy'soko-produktivny'h korov [Prevention of metabolic diseases of highly-productive cows]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skhozaystvennoy akademii*, 2017, vol.2, no. 38, pp.143-147. (In Russian)
5. Gizatova N.V. Dinamika rosta i razvitiya tyolok kazahskoy belogolovoy porody' pri ispol'zovanii v racione kormleniya kormovoy dobavki Biodarin [Growth and development of Kazakh White breed heifers at diet use of feed additives Biodarin]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skhozaystvennoy akademii*, 2016, vol. 1, pp. 27-29. (In Russian).
6. Golovin A.V. Razrabotka i ispol'zovanie norm kormleniya korov na osnove faktorial'nogo metoda [Development and use of cow feeding rates based on the factorial method]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skhozaystvennoy akademii*, 2016, vol. 1, pp. 47-50. (In Russian).
7. Hakimov I. N., Mudarisov R.M., Akimov A.L. Zavisimost' upitannosti myasnogo skota ot zhivoj massy' i ejo korrekciya urovnem kormleniya [Dependence of beef cattle body condition on live weight and its adjustment by feeding level]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy akademii*, 2018, vol. 1, pp. 19-26. (In Russian).
8. Ambrose D.J., Gobikrushanth M., Zuidhof S., Kastelic J.P. Low-dose natural prostaglandin F2α (dinoprost) at timed insemination improves conception rate in dairy cattle. *Theriogenology*, 2015, vol. 83, iss. 4, pp. 529-534. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.10.034>.
9. Mohammadi A., Seifi H., Farzaneh N. Effect of prostaglandin F2α and GnRH administration at the time of artificial insemination on reproductive performance of dairy cows. *Veterinary research forum: an international quarterly journal*, 2019, vol.10, iss. 2, pp 153-158. <https://doi.org/10.30466/vrf.2018.87502.2136>.
10. Sotnikova E.D., Vatnikov Yu.A., Kulikov E.V. Akushersko-ginekologicheskaya dispanserizaciya plemennogo pogolov'ya krupnogo rogatogo skota [Obstetric and gynecological clinical examination of breeding stock cattle]. *Vestnik RUDN, seriya Agronomiya i zhivotnovodstvo*, 2014, vol. 3, pp. 10-15. (In Russian).
11. Krasnikova E.S., Larionova O.S. Biologicheskaya bezopasnost' produktsii zhivotny'h, inficirovanny'h virusami e'nzooticheskogo lejkoza i immunodefitsita KRS [Biological safety of products derived from animals infected with enzootic leukemia and bovine immunodeficiency viruses]. *Vestnik veterinarii*, 2014, vol. 69, no. 2, pp. 85-87. (In Russian).
12. Griga O.E., Griga E.N., Bozhekov S.E. Faktory', sposobstvuyushhie vozniknoveniyu gnojno – kataral'nogo e'ndometrita [Factors contributing to the development of purulent-catarrhal endometritis]. *Veterinarnaya patologiya*, 2013, vol. 2, no. 44, pp.12-18. (In Russian).

13. **Jakupov I., Kuzerbayeva A., Karabayeva Zh.Z.** Entwicklung einer Farbkartezur Unterscheidung von lochien bei Kuhen mit und ohne Störung der Uterusinvolution. *Thrombosis and Haemostasis*, 2016, vol. 44, iss. 06, pp. 368-370.

14. **Dzhakupov I.T., Karabaeva Zh.Z.** Monitoring vosproizvoditel'noj funkicii korov razlichny'h porod molochnogo napravleniya produktivnosti [Monitoring of the reproductive function of dairy cows of various breeds]. *Shakarim atyndary SMU*, 2017, vol. 2, iss. 1, pp. 35-41. (In Russian).

15. **Asatbaeva G.K., Abdrahmanov T.Zh., Konvisher A.N.** Sravnitel'naya ocenka metodov diagnostiki kataral'nogo e'ndometrita korov [Comparative evaluation of diagnostic methods for catarrhal endometritis in cows]. *Selekcionno-geneticheskie aspekty' razvitiya molochnogo skotovodstva 90-letiyu Sh.I. Shihsaidova*, 2019, pp. 166-174. (In Russian).

16. **Gorelov Yu.M., Telelyaeva M.V.** Monitoring e'ndometritov u korov v usloviyah molochno – tovarny'h ferm Almatinskoj oblasti [Monitoring endometritis in cows on dairy farms in the Almaty region]. *Problemy' teorii i praktiki sovremennoj veterinarnoj nauki: sbornik nauchny'h trudov*, 2015, 15 p. (In Russian).

17. **Willam M. Graves** Dairy herd synchronisation programs. *University of Georgia Bulletin*, 2012, 1227, pp.1-8.

18. **Zubkov A.A., Sklyarov P.N.** Struktura i rasprostranennost' poliorgannoj patologii korov poslerodovogo perioda [Structure and prevalence of multiple organ pathology in cows in the postpartum period]. *Naukovij visnik L'vivs'kogo nacional'nogo universiteta veterinarnoj medicini ta biotekhnologii imeni S.Z. Gzhickogo*, 2017, vol. 82, pp. 145-147. (In Russian).

19. **Avdeenko V.S., Donnik I.M., Loretc O.G., et al.** Mehanizm razvitiya sindroma «Keto-gestoz» u beremenny'h korov i e'ffektivnost' primeneniya antioksidantny'h preparatov [The mechanism of development of the "Ketosis-gestosis" syndrome in pregnant cows and the effectiveness of antioxidant drugs]. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2016, vol. 8, no. 150, pp. 4-9. (In Russian).

20. **Rahmatullin E.K., Borisov S.A., Silova N.V., Pisaleva S.G.** Farmakodinamicheskoe obosnovanie dejstviya furatriha pri e'ndometrite korov [Pharmacodynamic rationale for the action of Furatrikh in case of bovine endometritis]. *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2014, vol. 1, pp. 98-102. (In Russian).

Авторлары туралы мәліметтер:

Габдуллин Досмукан Ермуханович* – философия докторы (PhD), ветеринария және агротехнология институтының доценті м.а., «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» ҚеАҚ, Қазақстан Республикасы, 090009, Орал қ., Жәңгір хан көш., 51, тел.: 87058764328, e-mail: dosya_gabdullin@mail.ru.

Қожаева Айгерім Романқызы – философия докторы (PhD), Халықаралық ынтымақтастық орталығының басшысы, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 071410, Семей қ., Глинки көш., 20А, тел.: 87000900624, e-mail: aigerim.kozhayeva@mail.ru.

Ертлеуова Балауса Отарғалиевна – философия докторы (PhD), ветеринария және агротехнология институтының доценті м.а., «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» ҚеАҚ, Қазақстан Республикасы, 090009, Орал қ., Жәңгір хан көш., 51, тел.: 87073475590, e-mail: Yertleu87@bk.ru.

Ищанова Айман Салимжановна – философия докторы (PhD), ветеринария және агротехнология институтының доценті м.а., «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» ҚеАҚ, Қазақстан Республикасы, 090009, Орал қ., Жәңгір хан көш., 51, тел.: 87771833152, e-mail: Aiman_86is@mail.ru.

Габдуллин Досмукан Ермуханович* – доктор философии (PhD), и.о. доцента института ветеринарии және агротехнологии, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», Республика Казахстан, 090009, г. Уральск, ул. Жангир хана 51, тел.: 87058764328, e-mail: dosya_gabdullin@mail.ru.

Қожаева Айгерім Романқызы – доктор философии (PhD), руководитель центра международного сотрудничества, НАО «Шәкәрім университет», Республика Казахстан, 071410, г. Семей, ул. Глинки 20А, тел.: 87000900624, e-mail: aigerim.kozhayeva@mail.ru.

Ертлеуова Балауса Отарғалиевна – доктор философии (PhD), и.о. доцента института ветеринарии и агротехнологии, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», Республика Казахстан, 090009, г. Уральск, ул. Жангир хана 51, тел.: 87073475590, e-mail: Yertleu87@bk.ru.

Ищанова Айман Салимжановна – доктор философии (PhD), и.о. доцента института ветеринарии және агротехнологии, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», Республика Казахстан, 090009, г. Уральск, ул. Жангир хана 51, тел.: 87771833152, e-mail: Aiman_86is@mail.ru.

Gabdullin Dosmukan Yermukhanovich* – PhD, acting Associate Professor, Institute of Veterinary and Agrotechnology, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Republic of Kazakhstan, 090009, Uralsk, 51 Zhangir Khan Str., tel.: 87058764328, e-mail: dosya_gabdullin@mail.ru.

Kozhayeva Aigerim Romankyzy – PhD, Head of the International Cooperation Center, Shakarim University NJSC, Republic of Kazakhstan, 071410, Semey, 20A Glinka Str., tel.: 87000900624, e-mail: aigerim.kozhayeva@mail.ru.

Yertleuova Balaussa Otargaliyevna – PhD, acting Associate Professor, Institute of Veterinary and Agrotechnology, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Republic of Kazakhstan, 090009, Uralsk, 51 Zhangir Khan Str., tel.: 87073475590, e-mail: Yertleu87@bk.ru.

Ishchanova Aiman Salimzhanovna – PhD, acting Associate Professor, Institute of Veterinary and Agrotechnology, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Republic of Kazakhstan, 090009, Uralsk, 51 Zhangir Khan Str., tel.: 87771833152, e-mail: Aiman_86is@mail.ru.

МРНТИ 68.41.53

УДК 619:616.24-002.22/.28

<https://doi.org/10.52269/KGTD253129>

МОНИТОРИНГ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО БРУЦЕЛЛЕЗУ В РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И В СУБЪЕКТАХ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Ерғазина А.М.* – PhD, и.о. ассистента профессора кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Аубакиров М.Ж. – PhD, заведующий кафедрой ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Кайыпбай Б.Б. – доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела бактериологии, ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», г. Алматы, Республика Казахстан.

Мурзакаева Г.К. – PhD, старший преподаватель кафедры ветеринарной санитарии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Бруцеллез – это бактериальное зоонозное заболевание, вызываемое видами, относящимися к роду *Brucella* и приводящее к высоким экономическим последствиям в животноводстве. Поскольку бруцеллез является зооантропонозным заболеванием, то актуальным становится изучение распространения этого заболевания среди людей. Проведен сравнительный анализ и установлена прямая взаимосвязь количества людей больных бруцеллезной инфекцией со степенью зараженности сельскохозяйственных животных в районах Костанайской области. Представленные данные свидетельствуют о необходимости комплексного подхода к решению проблемы профилактики бруцеллеза как социально значимого заболевания.

Проведена оценка по заболеваемости бруцеллезом населения в Республике Казахстан за 2022-2024 годы по всем регионам и городам республиканского значения. Показано распределение заболевших бруцеллезом в республике по благополучным и неблагополучным по бруцеллезу населенным пунктам и хозяйствам. Отмечается, что наибольшее эпидемиологическое неблагополучие по бруцеллезу среди населения и животных на протяжении последних трех лет сохраняется в южных регионах Республики Казахстан (Алматинская, Жамбылская, Жетысуская, Кызылординская, Туркестанская области и г. Шымкент). Также, описаны риски возникновения заболеваемости бруцеллеза у населения, связанные с профессиональной деятельностью. Представлены результаты анализа статистических данных по бруцеллезу сельскохозяйственных животных Костанайской области, в том числе о количестве исследованного скота и количестве больных животных.

Ключевые слова: бруцеллез, заболеваемость, мониторинг, анализ, распространение, инфекция.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ Өңірлерінде және Қостанай облысының Субъектілерінде Бруцеллез бойынша эпизоотиялық және эпидемиологиялық ахуалдың мониторингі

Ерғазина А.М.* – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының профессоры ассистентінің м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Аубакиров М.Ж. – PhD, ветеринариялық медицина кафедрасының меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Кайыпбай Б.Б. – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, бактериология бөлімінің бас ғылыми қызметкері, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринария институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Мурзакаева Г.К. – PhD, ветеринариялық санитария кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Бруцеллез – бұл *Brucella* тұқымдасына жататын бактериялар қоздыратын мал шаруашылығында айтарлықтай экономикалық шығындарға алып келетін бактериялық зооноздық ауру. Бруцеллез зооантропоноздық ауру болғандықтан, бұл дерттің адам арасында таралуын зерттеу өзекті мәселе болып табылады. Қостанай облысының аудандарында бруцеллезбен ауырған адамдар саны мен ауыл шаруашылығы жануарларының жұқпалылығы арасында тікелей байланыс бары анықталды. Ұсынылған деректер бруцеллез сияқты әлеуметтік маңызы бар аурудың алдын алу мәселесін шешуде кешенді тәсілдің қажеттілігін көрсетеді.

Республикалық маңызы бар барлық өңірлер мен қалалар бойынша 2022-2024 жылдары Қазақстан Республикасында халықтың бруцеллезбен сырқаттанушылығы бойынша бағалау жүргізілді. Республикада бруцеллезбен ауырғандарды бруцеллез бойынша қолайлы және қолайсыз елді мекендер мен шаруашылықтар бойынша бөлу көрсетілген. Соңғы үш жыл ішінде халық пен жануарлар арасында бруцеллез бойынша ең үлкен эпидемиологиялық қолайсыздық Қазақстан Республикасының оңтүстік өңірлерінде (Алматы, Жамбыл, Жетісу, Қызылорда, Түркістан облыстары және Шымкент қ.) сақталуда. Сондай-ақ, кәсіби қызметпен байланысты популяцияда бруцеллез ауруының пайда болу қаупі сипатталған. Қостанай облысының ауыл шаруашылығы жануарларының бруцеллезі бойынша статистикалық деректерді, оның ішінде зерттелген малдың саны мен ауру жануарлардың саны туралы талдау нәтижелері ұсынылды.

Түйінді сөздер: бруцеллез, ауру, бақылау, талдау, таралу, инфекция.

MONITORING OF THE EPIZOOTIC AND EPIDEMIOLOGICAL SITUATION ON BRUCELLOSIS IN THE REGIONS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND IN THE DISTRICTS OF KOSTANAY REGION

Yergazina A.M.* – PhD, acting Assistant Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Aubakirov M.Z. – PhD, Head of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Kaiypbay B.B. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher, Department of Bacteriology, Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Murzakayeva G.K. – PhD, Senior Lecturer of the Department of veterinary sanitation, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Brucellosis is a bacterial zoonotic disease caused by species belonging to the genus *Brucella* and leading to high economic consequences in animal husbandry. Since brucellosis is a zoonanthropous disease, it becomes relevant to study the spread of this disease among humans. A comparative analysis was carried out and a direct relationship was established between the number of people with brucellosis infection and the degree of infection of farm animals in the areas of Kostanay region. The presented data indicate the need for an integrated approach to solving the problem of brucellosis prevention as a socially significant disease.

An assessment of the incidence of brucellosis in the Republic of Kazakhstan for 2022-2024 was carried out in all regions and cities of national significance. The distribution of patients with brucellosis in the republic by well-off and disadvantaged brucellosis settlements and farms is shown. It is noted that the greatest epidemiological disadvantage of brucellosis among the population and animals over the past three years has persisted in the southern regions of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Zhambyl, Zhetysay, Kyzylorda, Turkestan regions and Shymkent). Also, the risks of the incidence of brucellosis in the population associated with professional activity are described. The results of the analysis of statistical data on brucellosis of farm animals in the Kostanay region, including the number of livestock examined and the number of sick animals, are presented.

Key words: brucellosis, morbidity, monitoring, analysis, incidence, infection.

Введение. Бруцеллез – является одной из самых опасных зоонозных заболеваний. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), распространение бруцеллеза животных происходит практически повсеместно. Каждый год фиксируется более 500 тысяч случаев заражения среди людей, что наносит огромный экономический ущерб, ликвидация которого является сложной задачей для любого государства. Республика Казахстан является эндемичной по заболеваемости бруцеллезом населения.

По характеру распространенности и показателю диагностирования людей и сельскохозяйственных животных Казахстан на протяжении ряда последних лет остается одной из самых неблагополучных по заболеваемости населения стран в СНГ и Евразийского экономического союза [1, с. 392, 2, с. 488, 3, с. 405].

Бруцеллез у сельскохозяйственных животных представляет собой инфекционное заболевание, вызванное бактериями рода *Brucella*. Возбудитель поражает различных домашних животных, включая крупный рогатый скот (КРС), мелкий рогатый скот (МРС), лошадей, свиней, а также собак и некоторых диких животных. Бруцеллез передается от животных к человеку, чаще всего контактным путем либо через инфицированные продукты питания.

Симптомы бруцеллеза могут варьировать в зависимости от формы заболевания, а также от индивидуальных особенностей организма. Важно отметить, что различные виды животных могут быть восприимчивы к разным видам бруцелл, *Brucella abortus* обычно ассоциируется с крупным рогатым скотом, в то время как *Brucella melitensis* чаще выявляется у овец и коз. Клиническая картина бруцеллеза различная, возбудитель может поражать суставы, паренхиматозные органы и иные ткани, что в определенной степени связано с видом возбудителя инфекции [4, с.98, 5, с.417].

Бруцеллез является важным зоонозом и значимой причиной репродуктивных потерь у животных. Аборт, плацентит, эпидидимит и орхит являются наиболее распространенными клиническими проявлениями у животных. У людей бруцеллез – это изнурительное и хроническое заболевание, которое вызывает патологическое состояние в различных органах [6, с.34].

Бруцеллезная инфекция распространена на всех континентах мира, кроме Антарктиды. Животные заражаются бруцеллезом от других инфицированных животных через прямой контакт и при вертикальной передаче [7, с.31, 8, с.3].

Большинство импортируемых случаев были связаны с традиционными факторами риска, такими, как перемещение, потребление непастеризованных молочных продуктов в эндемичных странах [9, с.185].

Бактерии рода *Brucella* spp. особо опасны для населения, употребляющего необработанные до высокой температуры пищевые продукты, а также несут опасность для специалистов в сфере ветеринарии, сельского хозяйства, лабораторной диагностики, непосредственно связанных с животными. Каждое исследование с данными микроорганизмами необходимо изучать непосредственно в безопасных условиях 3 уровня. Микроорганизмы изолируются из инфицированных веществ, среди которых плацента в первую очередь является наиболее инфицированным материалом, затем следует лимфатические узлы и полученное молоко от данных животных, от человека – кровь. При изолировании бактерий рода *Brucella* spp., большая часть штаммов на питательных средах имеют слабый рост и нуждаются в обогащении сывороткой. При этом, выделить возбудителя удастся лишь в 20-50% случаев в компетентных лабораторных условиях. Идентифицировать микроорганизмы рода *Brucella* возможно с помощью фенотипических свойств – метаболические процессы, потребность в углекислом газе, наличие фагов, которые связаны с биологической безопасностью, компетентным персоналом, скоростью получения результатов и их обработкой. Для решения этих вопросов приняты меры по внедрению молекулярной диагностики на основе амплификации генов на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР) [10, с.3744].

Цель исследований. Изучить эпизоотическую и эпидемиологическую ситуацию по бруцеллезу в Казахстане и субъектах Костанайской области.

Задачи исследований:

1. Провести оценку по заболеваемости бруцеллезом населения в Республике Казахстан за 2022-2024 годы по всем регионам и городам республиканского значения.
2. Изучить эпизоотическую ситуацию по бруцеллезу животных в регионах Республики Казахстан и в субъектах Костанайской области;

Результаты исследований.

Эпидемиологическая и эпизоотологическая ситуация по заболеваемости бруцеллезом населения и животных в Республике Казахстан.

По республике за 2023 год зарегистрировано 557 случаев заболевания бруцеллезом среди населения, показатель на 100 тысяч населения составил 2,81, против 2,80 (543 случая) за аналогичный период 2022 года, заболеваемость населения выросла на 0,4%. Заболеваемость бруцеллезом среди жителей в Костанайской области выросла в 2,8 раза, в Восточно-Казахстанской области – 1,8 раза, в Актыбинской области – 1,7 раза, в Жетысуской области на 29,4%, в Павлодарской области на 19,4%, в Туркестанской области на 8,6%, в Атырауской области увеличилась на 4 случая, Улытауской области на 2 случая, в городе Астана, Карагандинской, Северо-Казахстанской областях на 1 случай (см. Таблица 1).

На основе официальных данных, в 2022 году на территории Республики Казахстан было зарегистрировано 543 случая заболевания бруцеллезом, что соответствует показателю 2,80 на 100 000 населения. В 2023 году наблюдается незначительный рост общего количества зарегистрированных случаев – до 557, при этом уровень на 100 000 населения увеличился незначительно и составил 2,81, что свидетельствует о стабилизации эпидемиологической ситуации в целом по республике.

Таблица 1 – Заболеваемость бруцеллезом населения в республике за 2022-2023 годы

	Наименование областей, городов	2022 год		2023 год	
		Абс.	Показатель на 100 тысяч населения	Абс.	Показатель на 100 тысяч населения
1	Абайская область	34	5,3	10	1,6
2	Акмолинская область	17	2,2	9	1,1
3	Актюбинская область	18	2,0	31	3,3
4	Алматинская область	57	3,8	47	3,1
5	Атырауская область	5	0,8	9	1,3
6	Восточно-Казахстанская область	16	2,1	27	3,7
7	Жамбылская область	79	6,9	68	5,6
8	Жетысуская область	69	10,2	89	13,2
9	Западно-Казахстанская область	36	5,4	35	5,1
10	Карагандинская область	21	1,7	22	1,8
11	Костанайская область	11	1,3	32	3,7
12	Кызылординская область	41	4,8	39	4,6
13	Мангистауская область	7	0,9	3	0,4
14	Павлодарская область	28	3,6	33	4,3
15	Северо-Казахстанская область	-	-	1	0,2
16	Туркестанская область	71	3,5	78	3,8
17	Улытауская область	-	-	2	0,9
18	г.Астана	12	0,6	5	0,2
19	г.Алматы	3	0,2	4	0,3
20	г.Шымкент	18	1,7	13	1,1
21	Итого по Республике Казахстан	543	2,80	557	2,81

Тем не менее, региональный анализ демонстрирует значительную неоднородность распространения заболевания:

Наиболее неблагополучным регионом в 2023 году остаётся Жетысуская область, где зарегистрировано 89 случаев бруцеллёза (13,2 на 100 тыс. населения), что является самым высоким уровнем заболеваемости в стране. Подобный уровень был и в 2022 году (10,2), что указывает на сохраняющийся эпидемиологический риск.

Высокие показатели заболеваемости также отмечены в Жамбылской области (5,6 в 2023 г. против 6,9 в 2022 г.), Западно-Казахстанской области (5,1), Кызылординской области (4,6), Павлодарской области (4,3) и Восточно-Казахстанской области (3,7). Эти регионы требуют особого внимания с точки зрения эпизоотического и санитарного контроля. Напротив, самые низкие показатели зафиксированы в городах республиканского значения – Астана (0,2), Алматы (0,3) и Шымкент (1,1), что объясняется более высоким уровнем ветеринарного надзора, санитарно-эпидемиологических мероприятий, меньшим контактом населения с сельскохозяйственными животными.

В Костанайской области отмечается значительное ухудшение ситуации: если в 2022 году было зарегистрировано всего 11 случаев (1,3), то в 2023 году число заболевших выросло до 32 (3,7), что может быть связано с изменением эпизоотической обстановки и недостаточной эффективностью профилактических мероприятий.

Отдельного внимания заслуживает отсутствие зарегистрированных случаев в Северо-Казахстанской области в 2022 году, тогда как в 2023 году зафиксирован 1 случай, что может свидетельствовать либо о ранее недоучтённой заболеваемости, либо о миграционных и логистических факторах заражения.

Так как, бруцеллез является антропонозным заболеванием, данным заболеванием заражаются и жители Костанайской области, находясь в контакте с больными животными и потребляя продукцию, полученную от указанных животных (см. Рисунок 1).

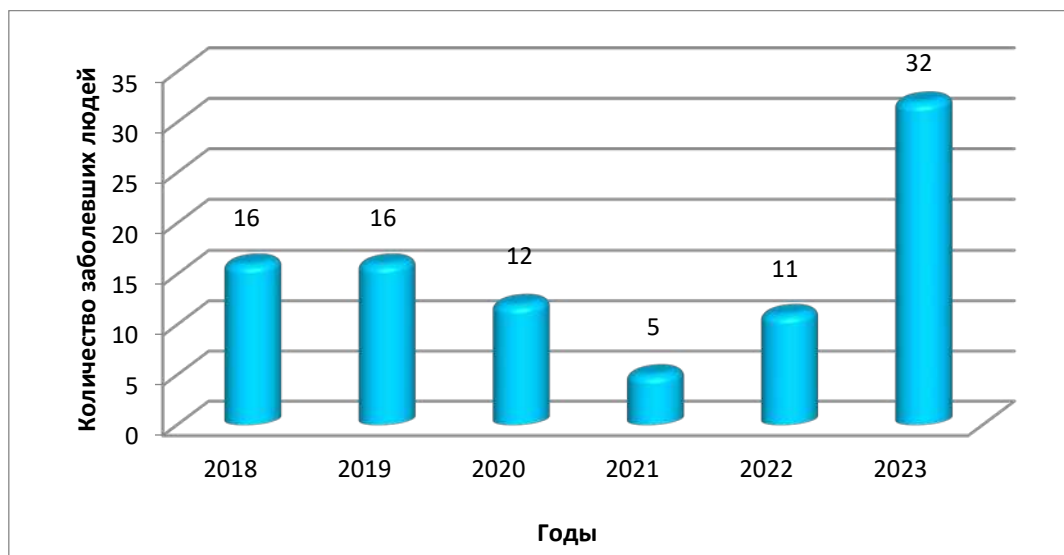


Рисунок 1 – Уровень заболеваемости людей бруцеллезом по Костанайской области с 2018 по 2023 годы

Как видно из данных Таблицы 1 и Рисунка 1, наибольшее количество очагов бруцеллеза за 2023 год выявлено в Жетысуской области – 86 очагов (89 случаев заболевания), где выявлено 469 голов сельскохозяйственных животных с положительными результатами (далее голов), в Туркестанской области – 76 (78 случаев заболевания) и 434 головы, в Жамбылской области – 68 (68 случаев заболевания) и 517 голов, в Алматинской области – 47 (47 случаев заболевания) и 441 голова, в Кызылординской области – 35 (39 случаев заболевания) и 627 головы, в Западно-Казахстанской области – 34 (35 случаев заболевания) и 4796 голов, в Павлодарской области – 33 (33 случая заболевания) и 2 496 голов сельскохозяйственных животных с положительными результатами соответственно.

В очагах бруцеллезной инфекции выявлено 2 135 человек, осуществляющих уход за сельскохозяйственными животными, из них лабораторно обследовано 2134 человека (99,9%), выявлено 32 (5,7%) больных бруцеллезом людей.

Количество заразившихся бруцеллезом в Костанайской области животных коррелирует с количеством больных бруцеллезом животных, снижаясь к 2021 году, и вырастая в текущем году. Данный факт объясняется недооцениванием владельцев сельскохозяйственных животных рисков несвоевременной сдачи на санитарный убой положительно реагирующих животных по результатам серологических исследований. Общеизвестно, что свежесвыявленные случаи заболевания людей бруцеллезом регистрируют и в так называемых «благополучных хозяйствах». Как при бруцеллезе мелкого, так и крупного рогатого скота, болезнь преимущественно протекает в скрытой форме, т.е. без проявления каких-либо клинических симптомов. Эти животные являются скрытыми источниками возбудителя инфекции как для перезаражения здорового поголовья, так и для заражения людей. Зачастую задержка сдачи инфекционных животных на санитарный убой сопровождается судебными тяжбами. Как итог, за 10 месяцев 2022 года количество больных бруцеллезом людей выросло в 2 раза по сравнению с данными 2021 года, с 5 человек в 2021 году до 11 человек в 2022 году. В целом, за 5 лет доля больных бруцеллезом людей снизилась на 30%.

Рост случаев заболевания бруцеллезом с 16 случаев в 2018 году до 32 случаев в 2023 году указывает на значительное увеличение заболеваемости. Это может свидетельствовать о недостаточной эффективности профилактических мер, ухудшении санитарных условий или росте числа носителей инфекции. Увеличение заболеваемости требует усиления мер контроля, улучшения диагностики и профилактики среди животных, а также более тщательного мониторинга ситуации для предотвращения дальнейшего распространения болезни.

Согласно данным официальной ветеринарной отчетности за 2023 год среди сельскохозяйственных животных зарегистрировано 532 очага бруцеллеза (2022 год – 503) и 557 случаев заболевания в них.

По-прежнему, в Республике Казахстан заболеваемость бруцеллезом населения напрямую связана с заболеваемостью бруцеллезом сельскохозяйственных животных. По состоянию на 1 октября 2023 года поголовье КРС в республике составляет 9,2 млн голов, МРС – 21,8 млн голов, других животных – 4,3 млн голов, при этом отмечается тенденция ежегодного сокращения численности животных положительно реагирующих на бруцеллез (см. Рисунок 2).

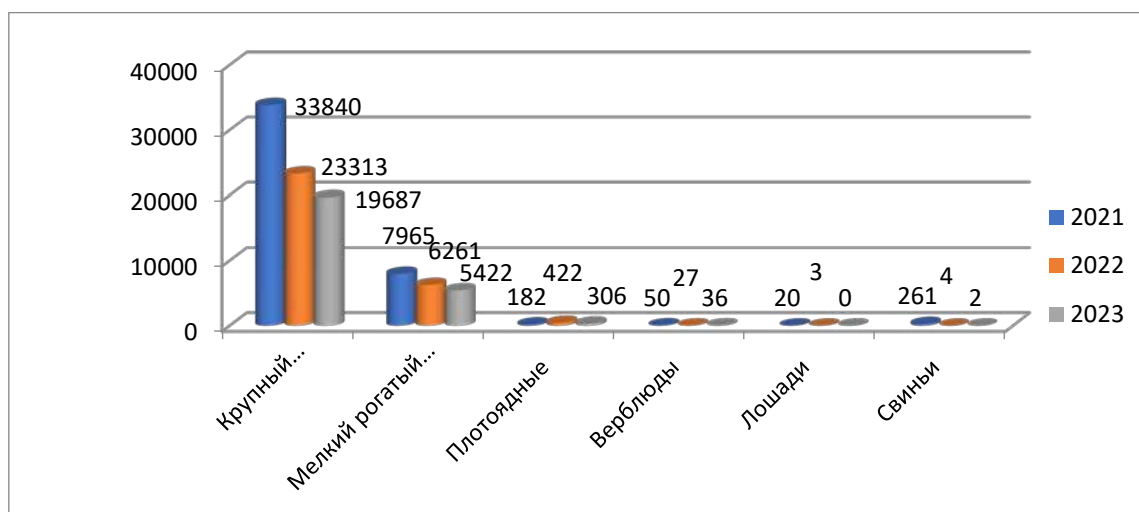


Рисунок 2 – Количество положительно реагирующих на бруцеллез по видам животных за 2021-2023 годы

Заболеваемость бруцеллезом населения и животных имеет повсеместное распространение и в целом по стране. При этом наибольшее эпидемиологическое неблагополучие по бруцеллезу среди населения и животных на протяжении последних трех лет продолжает сохраняться в южных регионах республики (Алматинская, Жамбылская, Жетысуская, Кызылординская, Туркестанская области и г. Шымкент).

За период с 2018 по 2022 годы на территории Костанайской области зарегистрировано 119 неблагополучных пунктов по особо опасным заболеваниям. Динамика возникновения данных заболеваний с 2018 года по 1 ноября 2022 года отражена в Таблице 2.

Таблица 2 – Динамика регистрации заболеваний бруцеллезом крупного рогатого скота (неблагополучных пунктов) в период 2018-2022 годы по Костанайской области.

№ п/п	Наименование заболевания	Годы					Итого за 5 лет
		2018	2019	2020	2021	2022	
		количество неблагополучных пунктов					
1	Бруцеллез (КРС)	12	13	18	23	13	79

Согласно данным таблицы 3, на территории Костанайской области последние 5 лет бруцеллез крупного рогатого скота является наиболее часто регистрируемым особо опасным заболеванием сельскохозяйственных животных. Из 119 неблагополучных пунктов в 79 случаях установлен бруцеллез КРС. Следует отметить, что за указанный период неблагополучных пунктов по бруцеллезу МРС не зарегистрировано. Кроме регистрации неблагополучных пунктов по бруцеллезу сельскохозяйственных животных, учитывается такой показатель как процент зараженности бруцеллезом (Таблица 3).

Таблица 3 – Сравнительные данные зараженности бруцеллезом среди КРС и МРС с 2018 по 2024 годы.

Наименование	2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
	Кол-во голов	% зараж-ти	Кол-во голов	% зараж-ти	Кол-во голов	% зараж-ти	Кол-во голов	% зараж-ти	Кол-во голов	% зараж-ти	Кол-во голов	% зараж-ти	Кол-во голов	% зараж-ти
Крупный рогатый скот	2778	0,6	1813	0,39	2027	0,4	1341	0,32	826	0,2	1403	0,28	1295	0,25
Мелкий рогатый скот	366	0,06	71	0,02	37	0,01	64	0,01	71	0,052	229	0,05	719	0,12

Исходя, из данных таблицы 3 следует, что при изучении зараженности бруцеллезом крупного и мелкого рогатого скота наблюдается положительная динамика за 7 лет. Если в 2018 году среди крупного рогатого скота было зарегистрировано 2778 случаев бруцеллёза, что составило 0,6% от общего числа обследованных животных. В 2019 году показатели снизились: было выявлено 1813 голов, инфицированных бруцеллёзом, что соответствовало 0,39%. В 2020 году зафиксировано 2027 случаев заболевания, при этом уровень зараженности составил 0,4%, что немного выше по сравнению с предыдущим годом. В 2021 году количество заболевших снизилось до 1341 головы, при этом процент зараженных животных составил 0,32%.

В 2022 году отмечено дальнейшее снижение: было выявлено 826 голов с бруцеллёзом, что составило 0,2%. В 2023 году наблюдается небольшой рост количества заболевших – 1403 головы, с уровнем зараженности 0,28%. Однако в 2024 году снова зафиксировано снижение: выявлено 1295 заболевших голов, с уровнем зараженности 0,25%.

Таким образом, за анализируемый семилетний период прослеживается общая тенденция к снижению как абсолютного числа заболевших крупного рогатого скота, так и уровня зараженности, несмотря на некоторые колебания в отдельные годы.

В 2018 году среди мелкого рогатого скота (овцы, козы) было выявлено 366 случаев заболевания бруцеллёзом, что составило 0,06% от обследованного поголовья. В 2019 году наблюдается значительное снижение – всего 71 случай (0,02%), а в 2020 году количество заболевших сократилось ещё больше – до 37 голов (0,01%).

В 2021 году было зарегистрировано 64 случая заболевания (0,01%), что свидетельствует о сохранении низкого уровня инфицированности поголовья. В 2022 году наблюдается незначительное увеличение – выявлено 71 инфицированное животное, при уровне зараженности 0,052%. В 2023 году зафиксирован резкий рост заболеваемости: диагностировано 229 случаев бруцеллёза, что соответствует уровню инфицированности 0,05%. В 2024 году тенденция к росту сохраняется – зарегистрировано 719 заболевших животных, а уровень зараженности достигает 0,12%, что является максимальным значением за весь анализируемый период.

Таким образом, несмотря на стабильно низкие показатели в 2019-2021 годах, начиная с 2022 года, прослеживается неблагоприятная тенденция увеличения заболеваемости бруцеллёзом среди мелкого рогатого скота, как в абсолютных цифрах, так и в процентном выражении.

Обсуждение. Анализ эпидемиологической обстановки по бруцеллезу в Костанайской области и в целом по Республике Казахстан позволил выделить основные факторы, способствующие распространению этого зооантропонозного заболевания среди населения и животных. Несмотря на реализуемые профилактические и контрольные меры, уровень заболеваемости в стране остаётся стабильно высоким, особенно в южных регионах. Сопоставление статистических данных указывает на прямую зависимость между числом инфицированных животных и заболеваемостью среди людей, что подтверждает зоонозную природу бруцеллёза [11, с.27; 12, с.286; 13, с.48].

Наибольшее количество случаев инфицирования населения зафиксировано в регионах с высокой степенью зараженности сельскохозяйственных животных, что, в свою очередь, обусловлено тесным контактом человека с инфицированными животными, а также употреблением в пищу продуктов животного происхождения (молока, мяса), не прошедших должной термической обработки. Эти обстоятельства подчёркивают актуальность усиленного ветеринарного и санитарного надзора, особенно в части своевременного выявления и устранения очагов инфекции среди сельскохозяйственных животных [14, с.128].

Повышенный эпидемиологический риск сохраняется в южных регионах страны – Алматинской, Жамбылской, Жетысуской, Кызылординской, Туркестанской областях и в городе Шымкент, где фиксируется наибольшее число случаев заболевания, как среди людей, так и среди животных. Это подтверждает гипотезу о влиянии географического положения и плотности животноводства на уровень распространения инфекции. В этих регионах бруцеллёз остаётся серьёзной угрозой для общественного здоровья, что требует усиления мониторинга, диагностики и профилактических мер [15, с.11].

Несмотря на достижения в области диагностики и лечения, сохраняются сложности с ранним выявлением инфицированных животных. Во многих случаях животные не демонстрируют клинических признаков заболевания, являясь при этом скрытыми носителями и потенциальными источниками заражения. В таких условиях важно акцентировать внимание на серологическом мониторинге и регулярных исследованиях, а также повышении информированности владельцев скота о рисках бруцеллёза и мерах по его предупреждению.

Положительной тенденцией является постепенное снижение уровня зараженности среди сельскохозяйственных животных. Так, по данным за 2018–2022 гг., наблюдается снижение инфицированности крупного рогатого скота с 0,6% до 0,2%, что свидетельствует об эффективности отдельных мер ветеринарного контроля. Однако при этом заболеваемость среди населения остаётся значительной, что требует пересмотра существующих подходов к профилактике и усилению ветеринарно-санитарного контроля продукции животного происхождения.

Особое внимание следует уделить защите профессиональных групп риска – работников сельского хозяйства и ветеринарной сферы. Регулярные медицинские осмотры, обучение мерам индивидуальной защиты, соблюдение санитарно-гигиенических норм при работе с животными, а также мониторинг соблюдения стандартов безопасности труда на предприятиях животноводческого профиля на всех этапах – от содержания до переработки продукции – являются важнейшими мерами предупреждения заражения.

В перспективе необходимо развитие более чувствительных и быстрых методов диагностики, позволяющих выявлять инфекцию на доклинической стадии. Также следует расширить научные исследования, направленные на изучение влияния экологических и социальных факторов на распространение бруцеллёза. Немаловажным остаётся и повышение уровня санитарной грамотности среди населения, особенно в сельских районах, где сохраняется высокий риск контактного или алиментарного заражения.

В заключение можно отметить, что проблема бруцеллёза в Казахстане и, в частности, в Костанайской области требует комплексного подхода. Только при координации усилий ветеринарных служб, медицинских учреждений, научных организаций и органов власти возможно достижение устойчивого снижения заболеваемости среди животных и, как следствие, среди людей. Обеспечение биологической безопасности, ветеринарно-санитарный надзор за объектами животноводства, повышение санитарной культуры и внедрение эффективных профилактических мер являются основополагающими направлениями борьбы с данной инфекцией [12, с.286; 13, с.54].

Заключение. По уровню заболеваемости бруцеллёзом Республика Казахстан занимает одни из ведущих позиций среди стран СНГ и Евразийского экономического союза, что подтверждается как данными научных публикаций, так и информацией Всемирной организации здравоохранения.

Импорт бруцеллёзной инфекции остаётся на низком уровне и связан, в основном, с незаконным ввозом инфицированных сельскохозяйственных животных из соседних государств, граничащих с Казахстаном.

Анализ как внутренних, так и внешних источников риска показал, что основным фактором, способствующим распространению бруцеллёза среди населения, является заражённый сельскохозяйственный скот. В 80–88% случаев заражения человека источником служат животные, среди которых преобладают мелкий рогатый скот (50,5–54,7%) и крупный рогатый скот (26,0–34,8%).

Наиболее значимыми путями заражения остаются потребление сырого молока, полусырого мяса и непастеризованных кисломолочных продуктов. Также высокий уровень риска сохраняется у лиц, чья профессиональная деятельность связана с животными – это ветеринарные специалисты и сотрудники животноводческих хозяйств. Кроме того, повышенной опасности подвергаются работники лабораторий, занимающиеся выделением и изучением культур *Brucella* spp. – в связи с возможностью инфицирования при работе с патогенными штаммами.

В настоящее время в Казахстане наблюдается тенденция к стабилизации эпидемиологической и эпизоотической ситуации по бруцеллёзу. Однако, несмотря на снижение уровня заболеваемости среди населения и сокращение количества неблагополучных пунктов, республика по-прежнему остаётся страной с актуальной угрозой данной инфекции.

Для эффективного снижения заболеваемости среди людей требуется реализация полного комплекса профилактических и ветеринарно-санитарных мер, направленных на оздоровление сельскохозяйственных животных.

Стабилизация эпизоотической ситуации по бруцеллёзу требует усиления противоэпизоотических мероприятий: совершенствования методов диагностики, своевременной изоляции и санитарного убоя инфицированных животных, повышения санитарной грамотности населения, а также внедрения системного подхода к контролю инфекции. Это включает использование специфических средств профилактики – вакцинации животных по утверждённым схемам с учётом текущей эпизоотической обстановки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Seleem M.N. Brucellosis: a re-emerging zoonosis.** [Text] / M.N. Seleem, S.M. Boyle, N. Sriranganathan // *Veterinary microbiology*. – 2010. – Vol.140(3-4) – P.392-398. -DOI10.1016/j.vetmic.2009.06.021.
2. **Charypkhan D. Economic and health burden of brucellosis in Kazakhstan.** [Text] / D. Charypkhan, A.A. Sultanov, N.P. Ivanov, S.A. Baramova, M.K. Taitubayev, P.R. Torgerson // *Zoonoses and Public Health* – 2019. – Т. 66, № 5. – С. 487-494. – DOI: 10.1111/zph.12582.
3. **Beauvais W. Policies and livestock systems driving brucellosis re-emergence in Kazakhstan.** [Text] / W. Beauvais, R. Coker, G. Nurtazina, J. Guitian // *Eco Health*. – 2017. – Vol. 14, №. 2. – P. 399-407. – DOI: 10.1007/s10393-015-1030-7.
4. **Nagati S.F. Diagnosis of Brucella infection in sheep and goat and evaluation of the associated practices in animal contacts.** [Text] / S.F. Nagati, S.K. Hassan // *American Journal of Infectious Diseases and Microbiology*, – 2016. – Vol. 4, №. 5. – P. 95-101. – DOI: 10.12691/ajidm-4-5-1.

5. **Unuvar G.K. Current therapeutic strategy in osteoarticular brucellosis.** [Text] / G.K. Unuvar, A.U. Kilic, M. Doganay // *Northern clinics of Istanbul*. – 2019. – Vol. 6, № 4. – P. 415-420. – DOI: 10.14744/nci.2019.05658.
6. **Скляр О.Д. Пути решения проблем, обуславливающих актуальность бруцеллеза в РФ.** [Текст] / О.Д. Скляр, А.И. Климанов, К.В. Шумилов, А.А. Зинова, Н.К. Букова, И.А. Логинов // *Ветеринария*, – 2011. – № 1. – С. 34-38. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15577885> (дата обращения: 02.05.2025).
7. **Bamaiyi P.H. Prevalence and risk factors of brucellosis in man and domestic animals: A review.** [Text] / P.H. Bamaiyi // *International Journal of One Health Available*. – 2016. – Vol. 2. – P. 29-34. – DOI: 10.14202/IJOH.2016.29-34.
8. **Khwaja M.I. Concurrent Brucellosis and Q Fever Infection: a Case Control Study in Bamyan Province, Afghanistan.** [Text] / M.I. Khwaja // *Central Asian Journal of Global Health*. – 2014. – Vol. 2, №. 2. – Art. 58. – DOI: 10.5195/cajgh.2013.58.
9. **Francesca F. Imported brucellosis: A case series and literature review.** [Text] / F. Francesca, M.-M. Begoña, Ch.-T. Sandra et al. // *Travel Medicine and Infectious Disease*. – 2016. – Vol. 14, № 3. – P. 182-199. – DOI: 10.1016/j.tmaid.2016.05.005.
10. **Morata P. Diagnostic yield of PCR analysis in focal complications of brucellosis.** [Text] / P. Morata // *J Clin Microbiol*. – 2001. – Vol. 39. – P. 3743-3746. – DOI: 10.1128/JCM.39.10.3743-3746.2001.
11. **Мустафин Б.М. Анализ эпизоотической ситуации по бруцеллезу, туберкулезу и инвазивным заболеваниям животных в Костанайской области** [Текст] / Б.М. Мустафин // *Ветеринария*. – 2014. – № 1(35). – С. 27-31.
12. **Кайыпбай Б.Б. Актуальные аспекты интегрированной защиты здоровья животных:** материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти посвященной памяти доктора биологических наук, профессора Ильясченко Виталия Ильича (30 ноября 2022 г.) [Текст] / Б.Б. Кайыпбай // *Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы*. – Костанай, 2022. – 286 с.
13. **Ергазина А.М. Бруцеллез крупного рогатого скота: эпизоотология, диагностика, профилактика и меры борьбы в Костанайской области** [Текст] / А.М. Ергазина, В.И. Пионтовский // *Многопрофильный журнал Костанайского государственного университета им. А.Байтұрсынова «Зі – интеллект, идея, инновация»*. – 2014. – № 1. – С. 47-55.
14. **Ергазина А.М. Общие и специфические методы профилактики бруцеллеза крупного рогатого скота:** дисс...д-ра философии (PhD). – Костанай, 2014. – 128 с.
15. **Askarov A.M. Brucellosis – analysis of the epidemiological and epizootological situation in the world and the republic of Kazakhstan** [Text] / A.M. Askarov, Zh.M. Bekshin, K.U. Kundashev, G.N. Bissenova, A.Zh. Temirkhanov, Z.S. Sarmurzina // *Modern Veterinary and Animal Science*. – 2024. – Vol. 3(46). – P. 9-19. – DOI: 10.53729/MV-AS.2024.03.01.

REFERENCES:

- 1 **Seleem M.N., Boyle S.M. and Sriranganathan N. Brucellosis: a re-emerging zoonosis.** *Veterinary microbiology*, 2010, vol. 140(3-4), pp. 392-398. DOI: 10.1016/j.vetmic.2009.06.021.
- 2 **Charypkhan D., Sultanov A.A., Ivanov N.P., Baramova S.A., Taitubayev M.K., Torgerson P.R. Economic and health burden of brucellosis in Kazakhstan.** *Zoonoses and Public Health*, 2019, vol. 66, no. 5, pp. 487-494. DOI:10.1111/zph.12582.
- 3 **Beauvais W., Coker R., Nurtazina G., Guitian J. Policies and livestock systems driving brucellosis re-emergence in Kazakhstan.** *Eco Health*, 2017, vol. 14, no. 2, pp. 399-407. DOI:10.1007/s10393-015-1030-7.
- 4 **Nagati S.F., Hassan S.K. Diagnosis of Brucella infection in sheep and goat and evaluation of the associated practices in animal contacts.** *American Journal of Infectious Diseases and Microbiology*, 2016, vol. 4, no. 5, pp. 95-101. DOI:10.12691/ajidm-4-5-1.
- 5 **Unuvar G.K., Kilic, A.U., Doganay M. Current therapeutic strategy in osteoarticular brucellosis.** *Northern clinics of Istanbul*, 2019, vol. 6, no. 4, pp. 415-420. DOI:10.14744/nci.2019.05658.
- 6 **Sklyarov O.D., Klimanov A.I., Shumilov K.V., et al. Puti resheniya problem, obuslavlivayushih aktual'nost' brucelleza v RF** [Ways to solve the problems determining the relevance of brucellosis in the Russian Federation]. *Veterinariya*, 2011, no. 1, pp. 34-38, available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15577885>. (accessed 02 May 2025). (In Russian).
- 7 **Bamaiyi P.H. Prevalence and risk factors of brucellosis in man and domestic animals: A review.** *International Journal of One Health Available*, 2016, vol. 2, pp. 29–34. DOI:10.14202/IJOH.2016.29-34.
- 8 **Khwaja M.I. Concurrent Brucellosis and Q Fever Infection: a Case Control Study in Bamyan Province, Afghanistan.** *Central Asian Journal of Global Health*, 2014, vol. 2, no. 2, art. 58. DOI: 10.5195/cajgh.2013.58.eCollection 2013.

9 Francesca F., Begoña M.–M., Sandra Ch.–T., et al. Imported brucellosis: A case series and literature review. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 2016, vol. 14, no. 3, pp. 182-199. DOI: 10.1016/j.tmaid.2016.05.005.

10 Morata P. Diagnostic yield of PCR analysis in focal complications of brucellosis. *J Clin Microbiol.*, 2001, vol. 39, pp. 3743-3746/ DOI: 10.1128/JCM.39.10.3743-3746.2001.

11 Mustafin B.M. Analiz e'pizooticheskoy situatsii po brucellezu, tuberkulezu i invazivny'm zabolevaniyam zhivotny'h v Kostanajskoj oblasti [Analysis of the epizootic situation of brucellosis, tuberculosis, and invasive diseases in animals in the Kostanay Region]. *Veterinariya*, 2014, no. 1(35). pp. 27-31. (In Russian).

12 Kajypbay B.B. Aktual'ny'e aspekty' integrirovannoy zashhity' zdorov'ya zhivotny'h [Current aspects of integrated animal health protection]. *Materialy' Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoy pamyati doktora biologicheskikh nauk, professora Il'jashhenko Vitaliya Il'icha* (November 30, 2022). Kostanajskij regional'ny'j universitet imeni Ahmeta Bajtursynova. Kostanaj, 2022. pp. 286. (In Russian).

13 Ergazina A.M., Piontkovskij V.I. Brucellez krupnogo rogatogo skota: e'pizootologiya, diagnostika, profilaktika i mery' bor'by' v Kostanajskoj oblasti [Bovine brucellosis: epizootology, diagnosis, prevention, and control measures in the Kostanay Region]. *3i: intellect, idea, innovation*, Kostanaj, 2014. no.1, pp. 47-55. (In Russian).

14 Ergazina A.M. Obshhie i specificheskie metody' profilaktiki brucelleza krupnogo rogatogo skota [General and specific methods for the prevention of bovine brucellosis]. PhD thesis. Almaty, Kazahskij nacional'ny'j agrarnyj universitet, 2014, 128 p. (In Russian).

15. Askarov A.M., Bekshin Zh.M., Kundashev K.U. Brucellosis – analysis of the epidemiological and epizootological situation in the world and the republic of Kazakhstan. *Modern Veterinary and Animal Science*, 2024, vol. 3(46), pp. 9-19. DOI: 10.53729/MV-AS.2024.03.01.

Сведения об авторах:

Ергазина Асель Михайловна* – PhD, и.о. ассистента профессора кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынова 47, тел.: 87773760076, e-mail: ergazina.asel@mail.ru.

Аубакиров Марат Жаксылыкович – PhD, заведующий кафедрой ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынова 47, тел.: 87075504438, e-mail: aubakirov_m66@mail.ru.

Кайыпбай Берикжан Балапанович – доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела бактериологии, ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, пр. Райымбека 223, тел.: 87776377177, e-mail: bkaiypbay@mail.ru.

Мурзакаева Гульмира Калихановна – PhD, старший преподаватель кафедры ветеринарной санитарии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан, 010011, г. Астана, проспект Женис, 62, тел.: 87172297252, e-mail: m.gumika@list.ru.

Ергазина Асель Михайловна* – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының профессоры ассистентінің м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Байтұрсынов көш, 47., тел.: 87773760076, e-mail: ergazina.asel@mail.ru.

Аубакиров Марат Жаксылыкович – PhD, ветеринариялық медицина кафедрасының меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Байтұрсынов көш, 47., тел.: 87075504438, e-mail: aubakirov_m66@mail.ru.

Кайыпбай Берикжан Балапанович – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, бактериология бөлімінің бас ғылыми қызметкері, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринария институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050016, Алматы қ., Райымбек даңғ., 223, тел.: 87776377177, e-mail: alimakyntai@ma.

Мурзакаева Гульмира Калихановна – PhD, ветеринариялық санитария кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы, 010011, Астана қ, Жеңіс даңғылы, 62, тел.: 87172297252, e-mail: m.gumika@list.ru.

Yergazina Assel Mikhailovna* – PhD, Assistant Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 Baitursynov Str., tel.: 87773760076, e-mail: ergazina.asel@mail.ru.

Aubakirov Marat Zhaksylykovich – PhD, Head of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 Baitursynov Str., tel.: 87075504438, e-mail: aubakirov_m66@mail.ru.

Kaiypbay Berikzhan Balapanovich – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher, Department of bacteriology, Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, 223 Raiymbek Ave., tel.: 87776377177, e-mail: bkaiypbay@mail.ru.

Murzakayeva Gulmira Kalihanovna – PhD, Senior Lecturer of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010011, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87172297252, e-mail: m.gumika@list.ru.

МРНТИ 68.41.53

УДК 619:616.24-002.22/.28

<https://doi.org/10.52269/KGTD253139>

АНАЛИЗ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО БРУЦЕЛЛЕЗУ КРУПНОГО И МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Мустафин Б.М.* – доктор ветеринарных наук, заведующий, «Костанайская НИВС» филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», г. Костанай, Республика Казахстан.

Барамова Ш.А. – доктор биологических наук, профессор, ГНС ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», г. Алматы, Республика Казахстан.

Ракецкий В.А. – доктор PhD, старший научный сотрудник, «Костанайская НИВС» филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», г. Костанай, Республика Казахстан.

Аубакиров М.Ж. – доктор PhD, заведующий кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье приведен анализ систем противозoonотических мероприятий при бруцеллезе животных. Приведены мониторинговые, эпизоотологические и серологические исследования на бруцеллез сельскохозяйственных животных и людей в районах Костанайской области с различной степенью заболеваемости. Проведен анализ эпизоотической ситуации по бруцеллезу животных за 12 месяцев 2024 и аналогичный период 2023 года в Костанайской области. Бруцеллезная инфекция регистрировалась в той или иной степени среди крупного рогатого скота в 17 районах Костанайской области в 2024 году. Наиболее высокая заболеваемость КРС бруцеллезом отмечена в следующих 4-х районах области: в Узункольском – 1,5%, Аулиекольском – 1,2%, Наурзумском – 1 %, в Камыстинском – 1 %. Наибольший уровень заболеваемости мелкого рогатого скота бруцеллезом отмечен в Аулиекольском районе, который равняется 1,4 %, что на 1 % выше показателя аналогичного периода 2023 года. Для успешной профилактики инфекционных болезней большое значение имеют региональные исследования эпизоотического процесса инфекционных и инвазионных болезней, что позволяет изучить особенности их проявления на конкретной территории, в конкретных природно-географических и социально-экономических условиях, с последующим прогнозированием как надежным фундаментом управления эпизоотическим процессом путем разработки и внедрения эффективных противозoonотических мероприятий. Современную эпизоотическую ситуацию по бруцеллезу следует особенно подвергнуть всестороннему анализу. Повышение качества информации о вспышках болезни, разработка единых методов систематизации, обобщения и изучения позволит раскрыть внешнюю сторону эпизоотического процесса бруцеллеза, его форму, закономерности, тенденции и особенности проявления, что позволит осуществлять контроль за факторами риска при бруцеллезной инфекции. Постоянный контроль за критическими контрольными точками позволит остановить распространение, купировать данную инфекцию ещё до начала развития.

Ключевые слова: статистика, мониторинг, анализ, бруцеллез, эпизоотическая ситуация.

ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ІРІ ЖӘНЕ ҰСАҚ МАЛ АРАСЫНДА БРУЦЕЛЛЕЗ АУРУЫНЫҢ ЭПИЗООТИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА ТАЛДАУ

Мұстафин Б.М.* – ветеринария ғылымдарының докторы, меңгеруші, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты» ЖШС филиалының «Қостанай ФЗВИ», Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Барамова Ш.А. – биология ғылымдарының докторы, профессор, БҒҚ ЖШС Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринария институты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Ракецкий В.А. – PhD докторы, аға ғылыми қызметкер, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты» ЖШС филиалының «Қостанай ФЗВИ», Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Әубәкіров М.Ж. – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада жануарлардың бруцеллезіне қарсы эпизоотияға қарсы шаралар жүйесіне талдау жасалған. Қостанай облысының әр түрлі аурушаңдық дәрежесі бар аудандарында ауыл шаруашылығы жануарлары мен адамдардың бруцеллез ауруына мониторингтік, эпизоотологиялық және серологиялық зерттеулер ұсынылды. Қостанай облысы бойынша 2024 жылдың 12 айы мен 2023 жылдың сәйкес кезеңіне жануарлардың бруцеллезінің эпизоотиялық жағдайына талдау жасалды. 2024 жылы Қостанай облысының 17 ауданында ірі қара малдың арасында бруцеллез ауруы әртүрлі дәрежеде тіркелді. Ірі қара малдың бруцеллезбен ауыруы облыстың келесі 4 ауданында байқалды: Ұзынкөл – 1,5 %, Әулікөл – 1,2, Науырзым – 1, Қамысты – 1 %. Ұсақ малдың бруцеллезбен ауыруы Әулікөл ауданында тіркелді, бұл 1,4%-ды құрайды, бұл 2023 жылғы көрсеткіштен 1%-ға жоғары. Инфекциялық аурулардың алдын алуда аймақтық эпизоотиялық үдерісті зерттеу ерекше маңызға ие. Бұл белгілі бір аумақта, нақты табиғи-географиялық және әлеуметтік-экономикалық жағдайларда аурулардың таралу ерекшеліктерін зерттеуге мүмкіндік береді. Мұндай зерттеулер эпизоотиялық үдерісті басқарудың сенімді негізі ретінде тиімді қарсыэпизоотиялық шараларды әзірлеу мен енгізуге жол ашады. Бруцеллез бойынша қазіргі эпизоотиялық жағдайды, әсіресе, жан-жақты талдау қажет. Ауру ошақтары туралы ақпараттың сапасын арттыру, жүйелеудің, жалпылаудың және зерттеудің бірыңғай әдістерін әзірлеу бруцеллездің эпизоотиялық процесінің сыртқы жағын, оның формасын, заңдылықтарын, тенденциялары мен көріну ерекшеліктерін ашуға мүмкіндік береді, бұл бруцеллез инфекциясының қауіп факторларын бақылауға мүмкіндік береді. Сыни бақылау нүктелерін үнемі бақылау бұл инфекцияның таралуын тоқтатуға және дами бастағанға дейін тоқтатауына көмектеседі.

Түйінді сөздер: статистикалық, мониторинг, талдау, бруцеллез, эпизоотиялық жағдай.

ANALYSIS OF THE EPIZOOTIC SITUATION ON BRUCELLOSIS OF LARGE AND SMALL CATTLE IN THE KOSTANAY REGION

Mustafin B.M.* – Doctor of Veterinary Sciences, Head of Kostanay Research Veterinary Station, Branch of Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Baramova Sh.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Raketskiy V.A. – PhD, Senior Researcher, Kostanay Research Veterinary Station, Branch of Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Aubakirov M.Zh. – PhD, Head of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article provides an analysis of the systems of anti-epizootic measures for brucellosis in animals. It presents the results of monitoring, epizootological, and serological studies of brucellosis in farm animals and humans across various districts of the Kostanay region, characterized by differing levels of morbidity. A comparative analysis of the epizootic situation regarding brucellosis in animals was conducted over a 12-month period in 2024 and the corresponding period in 2023 in the Kostanay region.

Brucellosis infection was recorded to varying degrees among cattle in 17 districts of the Kostanay region in 2024. The highest incidence of brucellosis in cattle was noted in the following 4 districts of the region: Uzunkol – 1.5%, Auliekol – 1.2%, Naurzum – 1%, in Kamysty – 1%. The highest incidence of brucellosis in small cattle was recorded in the Auliekol district, reaching 1.4%, which is 1.0% higher compared to the same period in 2023. Regional studies of the epizootic process of infectious and parasitic diseases are of significant importance for the effective prevention of infections. Such studies enable the examination of disease patterns within specific territories under particular natural, geographical, and socio-economic conditions. The resulting forecasts provide a reliable foundation for managing the epizootic process through the development and implementation of effective anti-epizootic measures. The current epizootic brucellosis situation warrants thorough and comprehensive analysis. Improving the quality of information on outbreaks of the disease, developing unified methods of systematization, generalization and study will reveal the external side of the epizootic process of brucellosis, its form, patterns, trends and features of manifestation, which will allow monitoring risk factors for brucellosis infection. Continuous monitoring of critical control points is essential for preventing the onset and spread of infection at an early stage.

Key words: statistics, monitoring, analysis, brucellosis, epizootic situation.

Введение. По данным экспертного комитета ВОЗ в мире существуют более 100 зоонозных инфекций. По этиологическому признаку зоонозные инфекции подразделяются на вирусные, риккетсиозы, хламидийные, бактериальные, грибковые, протозойные, миазы. Актуальность зоонозных инфекций обусловлена широким повсеместным распространением в регионах с животноводческой ориентацией хозяйства, несовершенством противоэпидемических и противоэпизоотических мероприятий, постоянным супер- и реинфицированием в очагах инфекции, трудностями лабораторной и клинической диагностики, высоким потенциалом хронизации и инвалидизации неадекватным лечением и отсутствием реабилитации больных и переболевших [1, с. 113; 2, с. 214].

В соответствии с годовыми отчётами Республиканского научно-практического центра санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга одной из приоритетных зоонозных болезней для Казахстана является бруцеллёз. В настоящее время в регионе насчитывается 17 районов и 3 города, в которых по данным отчёта статистики за 2024 год сосредоточено 408 429 голов крупного рогатого скота, 162 886 лошадей, 69 197 свиней, 444 900 овец и коз, 248 верблюдов, птиц всех видов – 2 831 284.

Основное поголовье сельскохозяйственных животных и птицы сосредоточено в домашних хозяйствах.

Проведение ветеринарно-профилактических мероприятий во всех районах и городах Костанайской области осуществляется согласно государственной программе министерством сельского хозяйства Республики Казахстан.

За отчётный период нами проведён сбор данных ветеринарной отчётности и обработаны первичные эпизоотические показатели, проводится изучение распространённости бруцеллёза в зависимости от качественных и количественных характеристик стад, структурных особенностей [3 с. 286; 4 с. 211, 5 с. 125].

Актуальность. В Республике Казахстан, несмотря на проводимые противоэпидемические и противоэпизоотические, санитарно-гигиенические профилактические мероприятия бруцеллёзная инфекция продолжает регистрироваться среди животных ежегодно. Основным условием существования бруцеллёза является эпизоотический процесс, который в свою очередь определяет эпидемическую ситуацию.

Перманентное существование эпизоотических очагов бруцеллёза на территории Республики Казахстан и других регионах Центрально-Азиатского региона при низком уровне профилактических мероприятий могут создавать реальные условия для заражения населения как бруцеллёзом, так и другими зоонозными инфекциями. Диагностика бруцеллёза является весьма сложной задачей в связи с выраженным клиническим полиморфизмом заболевания, системностью, развитием микст-инфекций, эволюцией клиники под воздействием факторов внутренней и внешней среды, частыми отрицательными результатами рутинных серологических реакций, предшествующим неадекватным лечением, развитием сенсibilизации к бруцеллезному антигену и др. Рост заболеваемости инфекционными болезнями животных связан с двумя аспектами: с истинным ростом или повышением качества диагностики. Лучший способ решения проблемы – это поиск причин и разработка мер, направленных на ее устранение, а не сокрытие или игнорирование. Причём стратегической задачей будущего является не только мониторинг эпидемиологической ситуации по инфекционным заболеваниям, но и прогнозирование и контроль патогенных для человека возбудителей [6, с. 59; 7, с. 139].

Цель. Изучить эпизоотическую ситуацию по бруцеллёзу крупного, мелкого рогатого скота и людей в Костанайской области за 2024 год и провести сравнительный анализ с 2023 годом.

Задачи

1. На основе изучения официальных данных ветеринарной отчётности, провести анализ эпизоотической ситуации по бруцеллёзу за 2024 и 2023 год.

2. На основании полученных данных провести сравнительный анализ напряжённости эпизоотической ситуации в Костанайской области за 2024 и 2023 год.

Материалы и методы. Мониторинг эпизоотической ситуации по бруцеллёзу животных был проведен путем анализа материалов отчетности КОФ РГП на ПВХ «РВЛ» КВКиН МСХ РК, РГУ «Департамент санитарно-эпидемиологического контроля Костанайской области Комитета санитарно-эпидемиологического контроля МЗ РК» и на основании собственных исследований. В Костанайской области задача ликвидации бруцеллезной инфекции продолжает оставаться актуальной, так как, несмотря на значительные успехи в профилактике, диагностике, больные бруцеллёзом животные продолжают выявляться, являясь источником инфекции для людей [8, с. 1-8; 9, с. 101; 10, с. 16].

Информация по бруцеллёзу крупного рогатого скота в Костанайской области за 12 месяцев 2024 г. и тот же период 2023 года приведена на рисунке 1 [11, с. 15; 12, с. 1-10].

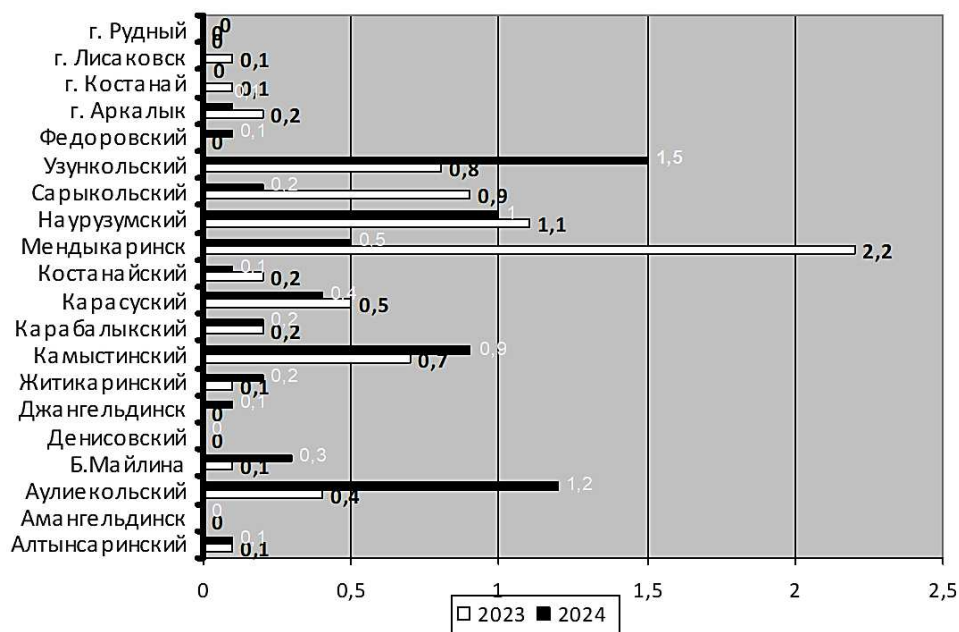


Рисунок 1 – Показатель заболеваемости крупного рогатого скота бруцеллёзом в Костанайской области за 12 месяцев 2023 г. и 12 месяцев 2024 г. (%)

Как видно из рисунка 1, бруцеллезная инфекция регистрировалась в той или иной степени среди КРС 17 районах Костанайской области в 2024 году. Наиболее высокая заболеваемость КРС бруцеллезом отмечена в следующих 4-х районах области: в Узункольском – 1,5%, Аулиекольском – 1,2%, Наурзумском – 1 %, Камыстинском – 1 %.

Всего за 2024 год в Костанайской области подвергнулось серологическому исследованию 522 742 голов КРС на бруцеллез животных, при этом выделено положительно реагирующих 0,3 % животных.

Процент заболеваемости в сравнении с аналогичным периодом 2023 года незначительно снизился на 0,05 %, что свидетельствует о циркуляции данной инфекции среди сельскохозяйственных животных.

Информация по заболеваемости бруцеллёзом мелкого рогатого скота в Костанайской области за 12 месяцев 2023 г. и 12 месяцев 2024 г. приведена на рисунке 2 [11].

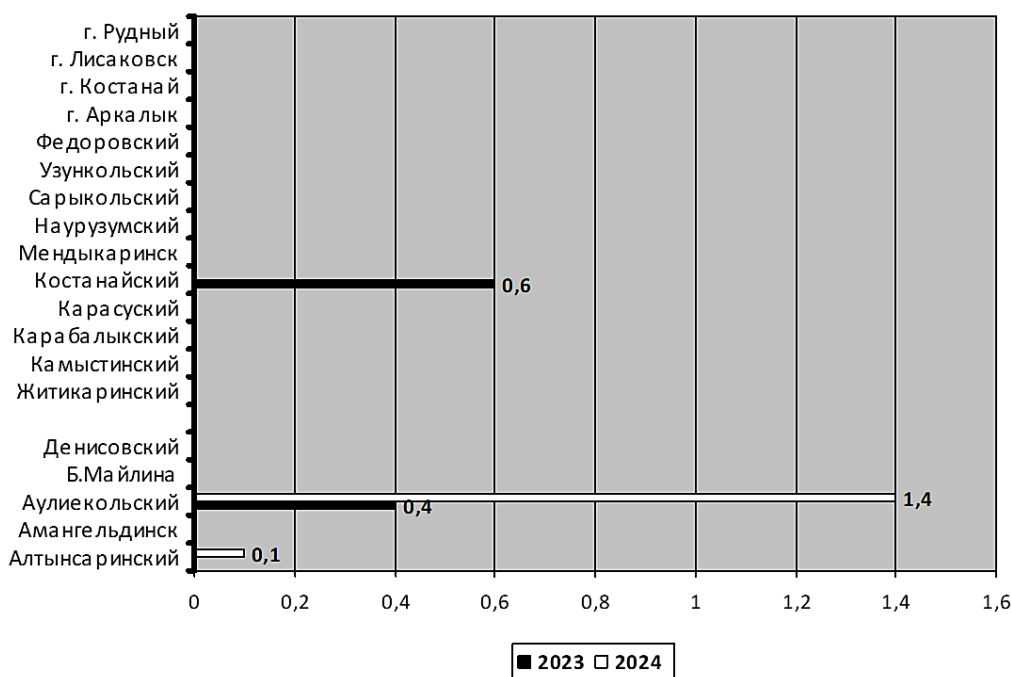


Рисунок 2 – Показатель заболеваемости мелкого рогатого скота бруцеллёзом в Костанайской области за 12 месяцев 2023 г. и 12 месяцев 2024 г. (%)

Как показывают данные рисунка 2, наибольший уровень заболеваемости МРС бруцеллезом отмечен в Аулиекольском районе, который равняется 1,4 %, что на 1 % выше показателя аналогичного периода 2023 года. За 2024 год в Костанайской области подверглось исследованию 576 593 голов МРС, при этом выделено 0,1 % положительно реагирующих на бруцеллез животных. В 2024 году показатель заболеваемости МРС бруцеллезом, в сравнении с аналогичным периодом 2023 года, увеличился на 0,05 %.

Необходимо отметить, что в результате проведения областной ветеринарной лабораторией плановых серологических исследований положительно реагирующие особи среди МРС были выявлены в 2023 году в 5-ти, а в 2024 году в 7-ми из 20 обследованных на бруцеллез районов и городов Костанайской области. В 4-х городах, расположенных на территории Костанайской области (Аркалык, Костанай, Рудный и Лисаковск), заболевшего бруцеллезом МРС не зарегистрировано.

Информация о заболеваемости людей бруцеллезом в Костанайской области за 5 лет (с 2019 по 2023 годы) показаны на рисунке 3 и в таблице 1 [12].

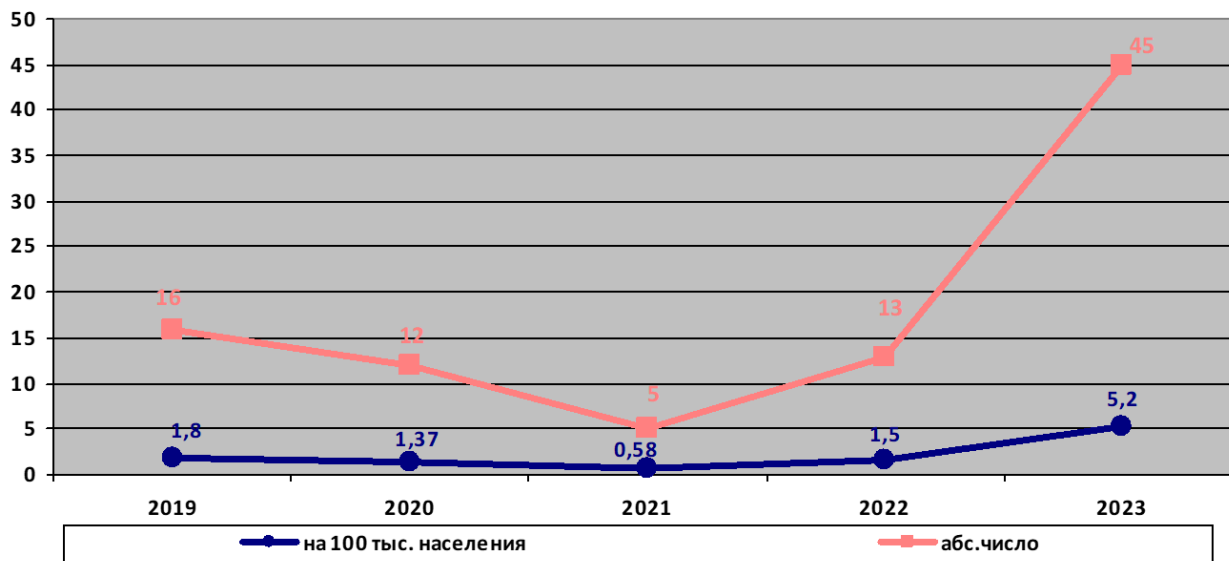


Рисунок 3 – Информация о заболеваемости людей бруцеллезом в Костанайской области за 5 лет

Как свидетельствуют данные рисунка 3, показатель заболеваемости бруцеллезом на 100 тыс. населения с 2019 по 2021 год снизился с 1,8 до 0,58. Однако, начиная с 2022 года отмечена тенденция роста уровня заболеваемости людей в области. Так, если в 2022 году показатель заболеваемости на 100 тыс. населения составил 1,5, то в 2023 году уже 5,2, где абсолютное число заболевших бруцеллезом людей равнялось 45.

Таблица 1 – Уровень заболеваемости населения бруцеллезом за 5 лет в разрезе районов Костанайской области

Наименование районов	2019 год		2020 год		2021 год		2022 год		2023 год	
	Абс. число	на 100 тыс. населения	Абс. число	на 100 тыс. населения	Абс. число	на 100 тыс. населения	Абс. число	на 100 тыс. населения	Абс. число	на 100 тыс. населения
Алтынсаринский	1	7,0	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0
Амангельдинский	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Аулиекольский	1	2,3	1	2,35	2	4,89	6	15,0	22	54,9
Денисовский	0	0,0	1	5,38	0	0	0	0,0	0	0,0
Жангельдинский	0	0,0	1	8,06	0	0	0	0,0	0	0,0
Житикаринский	1	2,0	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0
Камыстинский	0	0,0	1	7,96	0	0	0	0,0	0	0,0
Карабалыкский	0	0,0	0	0	0	0	1	3,8	3	11,4
Карасуский	1	3,8	0	0	0	0	2	8,3	2	8,3
Костанайский	6	8,5	6	8,47	2	2,8	3	4,2	4	5,6
Мендыкаринский	1	3,5	1	3,63	0	0	0	0,0	5	19,4

Продолжение таблицы 1

Наурзумский	1	8,8	0	0	0	0	1	10,0	2	20,0
Сарыкольский	1	4,7	0	0	0	0	0	0,0	1	5,2
Тарановский	1	3,9	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0
Узункольский	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0
Федоровский	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	3	12,2
г.Аркалык	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0
г.Костанай	1	0,4	1	0,41	1	0,4	0	0,0	1	0,4
г.Лисаковск	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	2	5,0
г.Рудный	1	0,8	0	0	0	0	0	0,0	0	0,0
итого	16	1,8	12	1,37	5	0,58	13	1,5	45	5,2

Анализ результатов диагностических исследований позволил установить корреляцию показателей заболеваемости животных и людей в Аулиекольском районе, которые оказались наиболее высокими среди КРС в 2024 году, а среди МРС и населения в 2023 и в 2024 годах.

Как видно из таблицы 1, в Аулиекольском районе области наблюдается неуклонный динамичный рост показателей заболеваемости людей бруцеллезом, как в абсолютных числах, так и на 100 тыс. населения. Так, если в 2019 году показатель заболеваемости на 100 тыс. населения составил 2,3, то в последующие годы (2020-2023) он равнялся 2,35; 4,89; 15,0 и 54,9.

Интенсивный показатель заболеваемости характеризует частоту распространения заболевания. Вычисление этих коэффициентов производится при помощи пропорций, приводящих абсолютные числа к одному основанию – 1000 жителей, отношением которого вычисляется коэффициент. Интенсивный показатель заболеваемости определялся по формуле:

$$\frac{\text{Число заболеваний} \times 1000}{\text{средняя численность населения}}$$

Добиться полной ликвидации отдельных инфекционных болезней в Костанайской области пока не представляется возможным. Тем не менее, контролировать и управлять развитием эпизоотического процесса наиболее распространенных инфекций сельскохозяйственных животных, таких как бруцеллез, снижать их интенсивность, прогнозировать возможные вспышки болезни и при этом предупреждать возможные потери от инфекционных болезней вполне возможно.

Результаты. В 2024 году Костанайским филиалом РГП на ПХВ «Республиканская ветеринарная лаборатория» проведены исследования проб сывороток крови КРС на бруцеллез в количестве 522 742 пробы, из которых 1625 проб дали положительный результат. Так же проведены исследования на бруцеллез МРС в количестве 576 593 пробы, из которых 717 проб оказались положительными.

Эпизоотическая ситуация по бруцеллезу КРС, по результатам проведенного нами анализа официальных данных практической ветеринарии, показывает тенденцию к снижению напряженности на территории Костанайской области. Степень заболеваемости бруцеллезом МРС также не высок. Однако в Аулиекольском районе в 2024 году зафиксирован высокий процент заболевших животных (1,4%), который повлиял на общий уровень заболеваемости МРС по области в целом, составив 0,1%.

В указанном районе области наблюдается корреляция высоких показателей заболеваемости бруцеллезом животных и людей, что указывает на необходимость повышения уровня противоинфекционных мероприятий с включением в них применение средств специфической профилактики, рекомендуемых ВОЗЖ.

Обсуждение. В результате анализа официальных данных по заболеваемости КРС и МРС за 2023 и 2024 гг. изучена эпизоотическая обстановка в Костанайской области по бруцеллезу КРС и МРС. Массовые серологические исследования 514 190 голов КРС за 2023 год позволили выявить 0,3 % положительно реагирующих животных на бруцеллез, которые были своевременно удалены и сданы на убой. За идентичный период 2024 года в Костанайской области подверглось исследованию 522 742 голов КРС, при этом выделено 0,3 % животных. Таким образом, в 2024 году отмечено, хотя и незначительное, но снижение относительного показателя заболеваемости КРС по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года. Несмотря на установленный факт уменьшения количества выявленного по результатам серологических исследований больного бруцеллезом КРС в 2024 году по сравнению с 2023 годом, названная инфекция продолжает регистрироваться среди крупного рогатого скота во всех районах Костанайской области. Максимальные показатели заболеваемости бруцеллезом КРС, в относительном значении, наблюдались в Узункольском – 1,5%, Аулиекольском – 1,2%, Наурзумском – 1 % и Камыстинском – 1 % районах.

В результате диагностических исследований МРС в 2023 году в количестве 564 889 голов выявлено 0,1 % положительно реагирующего на бруцеллез МРС. Однако необходимо подчеркнуть, что

бруцеллезная инфекция регистрировалась среди МРС не во всех районах области (как по бруцеллезу КРС), а в 5 и 7 районах в 2023 и 2024 годах, соответственно.

В связи с тем, что «своего» вида возбудителя бруцеллезной инфекции у человека нет и он заражается исключительно от животных, являющихся источниками инфекции, можно прийти к выводу, что существует определенная взаимосвязь заболевания людей в Костанайской области от заболеваемости животных. При этом причинами заболеваний людей выступают несоблюдение ими элементарных правил защиты от инфицирования возбудителями особо опасных инфекций, в том числе и бруцеллеза. Так, например, частные владельцы скота не всегда подвергают всё имеющиеся поголовье диагностическим исследованиям, несвоевременно изолируют и сдают на спецубой выявленных больных животных, а в некоторых случаях могут укрыть и употребить их мясо и молоко в пищу в семье и даже реализовать населению, осуществляют продажу реагирующих животных или допускают перемещение животных с одного хозяйства и двора в другое и т.д.

Укрывательство случаев болезней животных частными владельцами от ветеринарных специалистов не позволяет в полной мере последним осуществлять контроль над источниками инфекции, что и приводит в конечном итоге к её рассеиванию и заболеваемости людей. В настоящее время практической ветеринарной службой проводятся широкие противоинфекционные мероприятия, включающие тщательный эпизоотологический мониторинг поголовья скота, проведение полнообъёмных диагностических исследований животных и применение средств специфической профилактики, применение общих ветеринарно-санитарных мер с дезинфекцией, дератизацией, что вносит весомый вклад в борьбу с особо опасными инфекциями и в поддержание биологической безопасности территории страны. В этой связи, со стороны населения, владеющего частным скотом, необходимо понимание всей опасности инфекции их здоровью и окружающей среде, неукоснительное соблюдение противоинфекционных правил при содержании животных, доверие ветеринарным специалистам и нахождение с ними в тесном контакте, выполняя все обязательные требования по недопущению распространения инфекции в случае обнаружения во дворе положительно реагирующих животных.

Заключение. Проведен анализ систем противоэпизоотических мероприятий при бруцеллезе животных, мониторинговые, эпизоотологические и серологические исследования на бруцеллёз сельскохозяйственных животных в районах Костанайской области с различной степенью заболеваемости. Бруцеллезная инфекция регистрировалась в той или иной степени среди КРС 17 районах Костанайской области в 2024 году. Наиболее высокая заболеваемость КРС бруцеллезом отмечена в следующих 4-х районах области: в Узункольском – 1,5%, Аулиекольском – 1,2%, Наурзумском – 1 %, в Камыстинском – 1 %. Всего за 2024 год в Костанайской области подвергнулось серологическому исследованию на бруцеллез животных 522 742 голов КРС, при этом выделено положительно реагирующих 0,3 % животных. Процент заболеваемости, в сравнении с аналогичным периодом 2023 года, незначительно снизился на 0,05 %, что свидетельствует о циркуляции данной инфекции среди сельскохозяйственных животных. Наибольший уровень заболеваемости МРС бруцеллезом отмечен в Аулиекольском районе, который равняется 1,4 %, что на 1 % выше показателя аналогичного периода 2023 года. За 2024 год в Костанайской области подверглось исследованию 576 593 голов МРС, при этом выделено 0,1 % положительно реагирующих на бруцеллез животных. В 2024 году показатель заболеваемости МРС бруцеллезом, в сравнении с аналогичным периодом 2023 года, увеличился на 0,05 %. Необходимо отметить, что в результате проведения областной ветеринарной лабораторией плановых серологических исследований, положительно реагирующие особи среди МРС были выявлены в 2023 году в 5-ти, а в 2024 году в 7-ми из 20 обследованных на бруцеллез районов и городов Костанайской области. В 4-х городах, расположенных на территории Костанайской области (Аркалык, Костанай, Рудный и Лисаковск), заболевшего бруцеллезом МРС не зарегистрировано. Проанализирована информация о заболеваемости людей бруцеллезом в Костанайской области за 5 лет (с 2019 по 2023 годы). Как свидетельствуют данные, показатель заболеваемости бруцеллезом на 100 тыс. населения с 2019 по 2021 год снизился с 1,8 до 0,58. Однако, начиная с 2022 года отмечена тенденция роста уровня заболеваемости людей в области. Так, если в 2022 году показатель заболеваемости на 100 тыс. населения составил 1,5, то в 2023 году уже 5,2, где абсолютное число заболевших бруцеллезом людей равнялось 45.

Вывод. Проанализировав ситуацию в хозяйствах, выяснили ряд общих факторов способствующих возникновению и распространению бруцеллёза среди сельскохозяйственных животных:

1. В сельхоз. формированиях, независимо от формы собственности, и частных подворьях встречаются факты передержки положительно реагирующих животных на бруцеллёз КРС и МРС.
2. В хозяйствах остаются телята от больных животных (сданных на убой), так называемый шлейф.
3. Животные пасутся на одних и тех же пастбищах, после удаления больных животных пастбища не сменяются.
4. Животные пасутся на одних и тех же пастбищах – совместно КРС и МРС.
5. Не на должном уровне проводится санитарная очистка помещений владельцами животных, а в некоторых случаях и вовсе не проводится из-за метода содержания животных (отгонное

скотоводство, стойловое содержание на глубокой подстилке).

6. Навоз вовремя не вывозится, скапливается и в половодье животные пьют воду из луж, в которые стекает навозная жидкость, тем самым перезаражая контактирующий скот.

7. Исследования телят начинают с 6-месячного возраста, поэтому больные телята младше этого возраста остаются в хозяйстве незамеченными и могут являться очагом инфекции.

8. Ветеринарно-санитарное состояние некоторых животноводческих ферм находится не на должном уровне (отсутствуют санитарные пропускники, нет дезбарьера, персонал не укомплектован специальной одеждой, не проводятся санитарные дни, помещения животноводческих ферм не соответствуют зоогигиеническим требованиям и т.д.).

9. Острая нехватка ветеринарных специалистов в сельской местности.

10. Не всегда проводится дезинфекция, дезинсекция и дератизация животноводческих помещений, выгульных площадок и прилегающей территории.

11. Животные, принадлежащие частному сектору, передвигаются без контроля, а в некоторых случаях заходят на территорию фермы.

12. Территория животноводческих хозяйств не огорожена либо не оканавлена.

13. Не на должном уровне проводится разъяснительная работа среди населения о мерах профилактики зооантропонозных заболеваний.

14. Имеются случаи бесконтрольного передвижения животных и продуктов животного происхождения.

15. Имеются случаи проведения подворного убоя животных для собственных нужд или для последующей реализации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дентовская С.В., Гаранина С.Б., Куличенко А.Н. и др. ПЦР-диагностика бруцеллеза сельскохозяйственных // Полимеразная цепная реакция в диагностике и контроле лечения инфекц. Заболеваний [Текст]: 2-ая Всерос. науч.-практ. конф. 20-22 янв. 2008 г. -М., 2008. – С.111-112.

2. Третьяков А.М. Результаты эпизоотологического анализа по бруцеллезу крупного рогатого скота в Республике Бурятия / А.М. Третьяков [Текст] // Адаптация, здоровье и продуктивность животных: сборник докладов Сибирской межрегион. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 22-23 мая 2008 г.). – Новосибирск, 2008. – С. 213-216.

3. Nicoletti P. The serological diagnosis of ovine brucellosis. [Text]: Veterinary Microbiology, 2010, 140(3-4): 281-286.

4. Silva, T., et al. Advances in Brucella ovis research. [Text]: Small Ruminant Research, 2022: 106731. – P. 211.

5. Godfroid J., et al. Brucellosis at the animal/ecosystem/human interface. [Text] Pathogens and Global Health, 2011, 105(3): 121-125.

6. Silva M. do S. T., Oliveira V. M., de Correia S. É. N. (2022). Scientific mapping in scopus with biblioshiny: A bibliometric analysis of organizational tensions. [Text] Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão, 20. – P. 54-71.

7. Aida Daugalieva, Akhmetzhan Sultanov, Bekbolat Ussebayev, Sholpan Baramova, Paola Modesto, Akmaral Adambayeva, Pier Luigi Acutis, Simone Peletto. Genotyping of Brucella melitensis and Brucella abortus strains in Kazakhstan using MLVA-15 Infection [Text] // Genetics and Evolution. – Vol. 58. – March, 2018. – P. 135-144.

8. Duriya Charypkhan, Akhmetzhan A. Sultanov, N.P. Ivanov, Sh.A. Baramova, Torgerson P.R. Economic and health burden of brucellosis in Kazakhstan [Text] // Journal Zoonoses Public Health, 2019. – P. 1-8.

9. Shi J.-F., Gong Q.-L., Zhao B., Ma B.-Y., Chen Z.-Y., Yang Y., Sun Y.-H., Wang Q., Leng X., Zong Y., Li J. -M., & Du R. (2021). Seroprevalence of brucellosis in buffalo worldwide and associated risk factors: A Systematic review and meta-Analysis. [Text] Frontiers in Veterinary Science, 8, 649252. P 97-108.

10. Тен В.Б., Даугалиева С.Т., Алпысбаева С.Е., Мустафин Б.М. и др. Рекомендации по профилактике и ликвидации бруцеллеза крупного рогатого скота [Текст] // ТОО «КазНИВИ». – Алматы, 2009. – 16 с.

11. Информация по бруцеллезу сельскохозяйственных животных за период 2020-2024 годы. [Текст] КОФ РГП на ПВХ «РВЛ» КВКиН МСХ РК. – С. 15

12. Информация о заболеваемости бруцеллезом в Костанайской области за период 2019-2023гг. [Текст] РГУ «Департамент санитарно-эпидемиологического контроля Костанайской области Комитета санитарно-эпидемиологического контроля МЗ РК». – С. 1-10.

REFERENCES:

1. Dentovskaya S.V., Garanina S.B., Kulichenko A.N., et al. PTSR-diagnostika brucelleza sel'hozhivotny'h. Polimeraznaya cepnaya reakciya v diagnostike i kontrole lecheniya infecionny'h

zabolevanij [PCR diagnostics of brucellosis in farm animals. Polymerase chain reaction in diagnostics and monitoring of treatment of infectious diseases]. *2-aya Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya*, January 20-22, 2008, Moscow, 2008, pp. 111-112. (In Russian).

2. **Tretyakov A.M. Rezul'taty' e'pizootologicheskogo analiza po brucellezu krupnogo rogatogo skota v Respublike Buryatiya** [Results of epizootological analysis of brucellosis in cattle in the Republic of Buryatia]. *Adaptatsiya, zdorov'e i produktivnost' zhivotny'h: sbornik dokladov Sibirskoy mezhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii*, May 22-23, 2008, Novosibirsk, 2008, pp. 213-216. (In Russian).

3. **Nicoletti P. The serological diagnosis of ovine brucellosis.** *Veterinary Microbiology*, 2010, 140(3-4), pp. 281-286.

4. **Silva T., et al. Advances in Brucella ovis research.** *Small Ruminant Research*, 2022, 106731, 211 p.

5. **Godfroid J., et al. Brucellosis at the animal/ecosystem/human interface.** *Pathogens and Global Health*, 2011, 105(3), pp. 121-125.

6. **Silva M. do S. T., Oliveira V. M., de Correia S. É. N. Scientific mapping in scopus with biblioshiny: A bibliometric analysis of organizational tensions.** *Contextus – Revista Contemporanea de Economia e Gestão*, 2022, 20, pp. 54-71.

7. **Aida Daugalieva, Akhmetzhan Sultanov, Bekbolat Ussebayev et al. Genotyping of Brucella melitensis and Brucella abortus strains in Kazakhstan using MLVA-15 Infection.** *Genetics and Evolution*, 2018, vol. 58, pp. 135-144.

8. **Duriya Charypkhan, Akhmetzhan A. Sultanov, N.P. Ivanov, Sh.A. Baramova, Torgerson P.R. Economic and health burden of brucellosis in Kazakhstan.** *Journal Zoonoses Public Health*, 2019, pp. 1-8.

9. **Shi J.-F., Gong Q.-L., Zhao B., et al. Seroprevalence of brucellosis in Buffalo worldwide and associated risk factors: A Systematic review and meta-Analysis.** *Frontiers in Veterinary Science*, 2021, 8, 649252, pp. 97-108.

10. **Ten V.B., Daugalieva S.T., Alpysbaeva S.E., Mustafin B.M., et al. Rekomendacii po profilaktike i likvidacii brucelleza krupnogo rogatogo skota** [Recommendations for the prevention and elimination of cattle brucellosis]. TOO «KazNIVI», Almaty, 2009, 16 p. (In Russian).

11. **Informaciya po brucellezu sel'skohozyajstvenny'h zhivotny'h za period 2020-2024 gody'** [Information on brucellosis in farm animals for 2020-2024]. Republican Veterinary Laboratory of the Committee for Veterinary Control and Supervision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, 15 p. (In Russian).

12. **Informaciya o zaboлеваemosti brucellezom v Kostanaiskoj oblasti za period 2019-2023 gg.** [Information on the incidence of brucellosis in the Kostanay region for 2019-2023]. Department of Sanitary and Epidemiological Control of the Kostanay Region of the Committee for Sanitary and Epidemiological Control of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, pp. 1-10. (In Russian).

Сведения об авторах:

Мустафин Батыржан Муафинович* – доктор ветеринарных наук, заведующий, Костанайская научно-исследовательская ветеринарная станция, филиал ТОО «КазНиви», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, ул. Дулатова 94, e-mail: kostanainivs@yandex.kz.

Барамова Шолпан Аузаровна – доктор биологических наук, профессор, ГНС ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», Республика Казахстан, 0050060, г. Алматы, ул. Райымбека, 223.

Ракецкий Виталий Анатольевич – доктор PhD, старший научный сотрудник, Костанайская научно-исследовательская ветеринарная станция, филиал ТОО «КазНиви», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Дулатова 94.

Аубакиров Марат Жаксылыкович – доктор PhD, заведующий кафедрой ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынова 47.

Мұстафин Батыржан Муафиқұлы* – ветеринария ғылымдарының докторы, «ҚазҒЗВИ» ЖШС филиалы Қостанай ветеринария ғылыми-зерттеу станциясының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Дулатов көш. 94. e-mail: kostanainivs@yandex.kz.

Барамова Шолпан Аузаровна – биология ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринария институты» БҒҚ ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050060, Алматы қ., Райымбек көш, 223.

Ракецкий Виталий Анатольевич – PhD докторы, «ҚазҒЗВИ» ЖШС филиалының «Қостанай ветеринария ғылыми-зерттеу станциясы» аға ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Дулатов көш. 94.

Әубәкіров Марат Жаксылықұлы – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, Қостанай қ., Байтұрсынов көш, 47.

Mustafin Batyrzhan Muafikovich* – Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Kostanay Research Veterinary Station, branch of Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 94 Dulatov Str., e-mail: kostanainivs@yandex.kz.

Baramova Sholpan Auzarovna – Doctor of Biological Sciences, Professor, Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Republic of Kazakhstan, 0050060, Almaty, 223 Raiymbek Str.

Raketskiy Vitaliy Anatolyevich – PhD, Senior Researcher, Kostanay Research Veterinary Station, a branch of Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 94 Dulatov Str.

Aubakirov Marat Zhaksylykovich – PhD, Head of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 Baitursynov Str.

МРНТИ 68.41.49

УДК 619:636.082.453:636.2 (574.21)

<https://doi.org/10.52269/KGTD253148>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИБОРА ALPHA VISION ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СОСТОЯНИЯ ГЕНИТАЛИЙ ПЕРЕД ОСЕМЕНЕНИЕМ И ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ОСЕМЕНЕНИИ КОРОВ

Ракецкий В.А.* – доктор PhD, старший научный сотрудник, «Костанайская НИВС» филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», г. Костанай, Республика Казахстан.

Мустафин Б.М. – доктор ветеринарных наук, заведующий, «Костанайская НИВС» филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», г. Костанай, Республика Казахстан.

Тлегенова Ж.Ж. – кандидат биологических наук, научный сотрудник, ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», г. Алматы, Республика Казахстан.

Аубакиров М.Ж. – доктор PhD, заведующий кафедры ветеринарной медицины, НАО КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

В настоящее время в Костанайской области назрел вопрос обеспечения животноводства специалистами по искусственному осеменению. Практически во всех племенных сельскохозяйственных предприятиях используется ректоцервикальный способ осеменения, который имеет свои преимущества и недостатки. Основным недостатком является необходимость в квалифицированных кадрах с большим опытом работы, в которых наблюдается острая нехватка. В статье приведены результаты по изучению репродуктивных возможностей коров молочного направления в модельной ферме Костанайской области. Изучена эффективность применения современного прибора для воспроизводства в системе молочного скотоводства (прибора AlphaVision для искусственного осеменения и диагностики заболеваний репродуктивных органов). Научно-исследовательская работа проводилась в рамках диссертационной работы автора статьи. В работе проведен сравнительный анализ биотехнологических методов воспроизводства – цервикального метода осеменения с ректальной фиксацией шейки матки (традиционный метод) с системой визуального осеменения прибором AlphaVision, а также изучена эффективность его применения при диагностике некоторых патологии репродуктивных органов коров. Проведенная нами исследовательская работа и производственные испытания в условиях Костанайской области показали, что использование системы визуального осеменения Alphavision (Франция) способствовало увеличению плодотворного осеменения на 33,7% (весной) и на 21% (осенью) чем при ректоцервикальном способе осеменения не высококвалифицированным техником.

Ключевые слова: искусственное осеменение, прибор AlphaVision, ректоцервикальный способ осеменения, голштинская порода, половой цикл, вагинит, цервицит, эндометрит.

СЫЫРЛАРДЫ ЖАСАНДЫ ҰРЫҚТАНДЫРУ АЛДЫНДА ЖӘНЕ ҰРЫҚТАНДЫРУ КЕЗІНДЕ GENITALIA ЖАҒДАЙЫН АНЫҚТАУДА ALPHA VISION ҚҰРЫЛҒЫСЫН ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ

Ракецкий В.А.* – PhD докторы, аға ғылыми қызметкер, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты» ЖШС филиалының «Қостанай ҒЗВИ», Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мұстафин Б.М. – ветеринария ғылымдарының докторы, меңгеруші, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты» ЖШС филиалының «Қостанай ҒЗВИ», Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Тлегенова Ж.Ж. – биология ғылымдарының кандидаты, ғылыми қызметкер, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринария институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Әубәкіров М.Ж. – PhD докторы, «Ветеринарлық медицина» кафедрасының меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Қазіргі таңда Қостанай облысында мал шаруашылығын қолдан ұрықтандыру мамандармен қамтамасыз ету мәселесі өзекті болып отыр. Іс жүзінде асыл тұқымды ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының барлығы дерлік ұрықтандырудың ректоцервикальды әдісін қолданады, оның артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Басты кемшілік – үлкен жұмыс тәжірибесі бар білікті кадрларға қажеттілік, оның тапшылығы өткір. Мақалада Қостанай облысындағы үлгілі шаруашылықта сауын сиырларының репродуктивті мүмкіндіктерін зерттеу нәтижелері берілген. Сүтті мал шаруашылығы жүйесінде ұрпақты көбейтуге арналған заманауи құрылғыны (жасанды ұрықтандыру және репродуктивті ауруларды диагностикалауға арналған AlphaVision құрылғысы) пайдаланудың тиімділігі зерттелді. Зерттеу жұмысы авторлық диссертацияның бір бөлігі ретінде орындалды. Жұмыста биотехнологиялық көбею әдістерінің – жатыр мойнын AlphaVision визуалды ұрықтандыру жүйесімен тік ішекті бекіту арқылы жатыр мойнын ұрықтандыру әдісінің (дәстүрлі әдіс) салыстырмалы талдауы берілген, сонымен қатар сиырлардың ұрпақты болу органдарының кейбір патологияларын диагностикалауда оны қолданудың тиімділігі зерттеледі. Біздің Қостанай облысының жағдайында жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстары мен өндірістік сынақтар Alphavision (Франция) көрнекі ұрықтандыру жүйесін қолдану өнімді ұрықтандырудың жоғары техникалық білімі жоқ ректоцервикальды ұрықтандыру әдісімен салыстырғанда 33,7%-ға (көктемде) және 21%-ға (күзде) ұлғаюына ықпал еткенін көрсетті.

Түйінді сөздер: жасанды ұрықтандыру, AlphaVision аппараты, ректоцервикальды ұрықтандыру, голштейн тұқымы, жыныстық цикл, вагинит, цервицит, эндометрит.

EFFICIENCY OF USING THE ALPHA VISION DEVICE IN DETERMINING THE STATE OF GENITALIA BEFORE INSEMINATION AND ARTIFICIAL INSEMINATION OF COWS

Raketskiy V.A.* – PhD, Senior Researcher, Kostanay Research Veterinary Station, Branch of Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Mustafin B.M. – Doctor of Veterinary Sciences, Head of Kostanay Research Veterinary Station, Branch of Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Tlegenova Zh.Zh. – Candidate of Biological Sciences, Researcher, Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Aubakirov M.Zh. – PhD, Head of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Currently, the Kostanay region faces the issue of providing livestock breeding with specialists in artificial insemination. Almost all breeding agricultural enterprises use the rectocervical insemination method, which has its advantages and disadvantages. The primary drawback is the requirement for highly qualified personnel with substantial experience, which remains critically scarce. The article presents the results of studying the reproductive capabilities of dairy cows in a model farm in the Kostanay region. The effectiveness of using a modern device for reproduction in the dairy cattle breeding system (the AlphaVision device for artificial insemination and diagnostics of diseases of the reproductive organs) was studied. The study was carried out as part of the thesis research of the author of the article. The study provides a comparative analysis of biotechnological reproduction methods – the cervical insemination method with rectal fixation of the cervix (traditional method) with the visual insemination system using the AlphaVision device, and also studies the effectiveness of its use in diagnosing some pathologies of the reproductive organs of cows. Our research and production tests in the setting of the Kostanay region demonstrated that the use of the Alphavision visual insemination system (France) contributed to an increase in successful insemination by 33.7% (in spring) and 21% (in autumn) compared to the rectocervical insemination method by a non-highly qualified technician.

Key words: artificial insemination, AlphaVision device, rectocervical insemination, Holstein breed, estrous cycle, vaginitis, cervicitis, endometritis.

Введение. Успешное развитие сельскохозяйственных предприятий, занимающихся разведением и содержанием молочного скота в Казахстане, во многом зависит, от расширенного воспроизводства стада, это гарантирует не только качественный ремонт стада, но и возможность осуществлять продажу племенных животных. Известно, что одной из острых проблем развития молочного скотоводства в настоящий момент, являются патологии воспроизводительной функции крупного рогатого скота. Некоторыми причинами, вызывающих бесплодие и снижающих темпы воспроизводства стада, являются нарушение содержания и кормления животных, некачественное искусственное осеменение, неточная и несвоевременная диагностика стельности и бесплодия, послеродовые осложнения.

Как известно, с каждым годом растет численность населения планеты, в том числе и в нашей стране. Чтобы обеспечить возросший спрос в пищевом (молочном) белке до 2050 года, потребуется двукратное увеличение продуктивности животных [1, с.218, 2, с.327].

Важным условием в решении этой задачи является повышение репродуктивной функции животных. Сегодня, большинство сельскохозяйственных животных, в мире воспроизводится путем искусственного осеменения. Это более 70% крупного рогатого скота, 90% свиней, за исключением некоторых традиционных пород [3, с.122].

Вследствие этого, для реализации генетически обусловленного уровня молочной продуктивности коров, следует сохранять высокие показатели уровня воспроизводства стада. При этом необходимо качественно проводить искусственное осеменение маточного поголовья и ежегодно получать от них жизнеспособный приплод [4, с.36].

В этом смысле важную роль играют биотехнологические методы воспроизводства, как с точки зрения повышения эффективности племенной работы, так и в повышении воспроизводства стада. Решение данной проблемы преследует интенсификация воспроизводства животных [5, с.119].

Актуальность. Все вышеуказанное, во многом зависит от репродуктивного здоровья маточного поголовья скота. В молочном скотоводстве на сегодняшний день актуальной проблемой является патология репродуктивных органов коров после родов, а также их дифференциальная диагностика и лечение [6, с.198, 7, с.53, 8, с.4775]. Например, при проявлении хотя бы одной акушерской патологии у коров в послеродовой период, наблюдается снижение плодовитости при первом осеменении, это конечно ведет к дальнейшим проблемам при проведении плодотворного искусственного осеменения [9, с.402, 10, с.5684, 11, с.591].

В то же время конкретные диагностические критерии, позволяющие дифференцировать функциональные нарушения от воспалительных заболеваний матки, отсутствуют. Поэтому одним из важных условий развития скотоводства, является совершенствование уже существующих и изыскание новых методов диагностики болезней репродуктивных органов у коров [12, с.517, 13, с.221].

Цель. Изучить репродуктивные возможности коров в модельной ферме Костанайской области, определить эффективность инновационных технологии, предназначенных для воспроизводства крупного рогатого скота, и внедрить их в производство.

Задача. Изучить эффективность современных приборов для воспроизводства в системе молочного скотоводства (прибора AlphaVision для искусственного осеменения и диагностики заболеваний репродуктивных органов) в ТОО Олжа Аккудук.

Материалы и методы. Научно-исследовательская работа проводилась в рамках диссертационной работы автора статьи. В работе проведен сравнительный анализ биотехнологических методов воспроизводства – цервикального метода осеменения с ректальной фиксацией шейки матки (традиционный метод) с системой визуального осеменения прибором AlphaVision (Франция), а также изучена эффективность его применения при диагностике некоторых патологии репродуктивных органов коров [14 с.41-51].

Исследования по диагностике некоторых патологии репродуктивных органов коров проводили в ТОО «Олжа Ак-Кудук» в течение 2021-2022 гг., при этом была изучена распространенность этих патологий у бесплодных коров в зависимости от возраста. Опыт проводили весной и осенью. Объектом исследований были коровы 3-5 летнего возраста в количестве 100 голов голштинской породы черно-пестрой масти. Живая масса коров была 650-750 кг. Для проведения опыта коров разделили на две группы: в контрольной группе 50 коров, в опытной группе 50 коров, у опытных и контрольных коров признаков кетоза, ацидоза, хромоты, смещения сычуга не было. [14 с.47].

Работу с AlphaVision проводили согласно инструкции.

Животных осеменяли во время половой охоты, которую выявляли при помощи электронного детектора Драминского (Польша) – это позволяло лучше выявлять бессимптомную эстральную (так называемую тихую) охоту.

Если половая охота выявлялась утром, процедуру по осеменению проводили вечером в 17-19 ч. Если же она была замечена вечером, то процедуру осеменения проводили на утро следующего дня – в 5-6 ч. Искусственное осеменение проводили при помощи прибора AlphaVision. Осеменение производили однократно.

Трансректальное исследование осуществляли с помощью цифрового ультразвукового сканера Драминского (Польша). Узи – сканер Драминского весом 1720 г, включая зонд. Частота и тип зондирования – электронный линейный 7,5 МГц (от 4 до 9 МГц), в комплект которого входит футляр, широкодиапазонный прямой линейный датчик с диапазоном сканирования от 0 до 15 см (для линейного зонда, ректального использования), дисплейные очки, поясной ремень и зарядное устройство.

В работе также учитывали индекс осеменения – это количество осеменений, затраченных на одно оплодотворение. Его вычисляли делением общего числа осеменения по стаду на количество стельностей. Число осеменений коровы в течение сервис-периода также подразумевает индекс осеменения. Результаты осеменения считаются оптимальными, если индекс составляет 1,5, хорошими – 1,6-1,8, удовлетворительными – 1,9-2,0, плохими – 2,1 и более.

Результаты. Для сравнительного анализа биотехнологических методов воспроизводства с целью определения рационального способа воспроизводства на базе модельной фермы ТОО «Олга Ак-Кудук» было проведено искусственное осеменение ректоцервикальным методом и системой визуального осеменения Alphavision. В стадии возбуждения при появлении течки у коров мы проводили гинекологическое исследование 100 коров, по 50 голов в опытной и контрольной группах. При этом в качестве дополнительного визуального обследования влагалища и шейки матки применяли прибор AlphaVision (Рисунок 1).



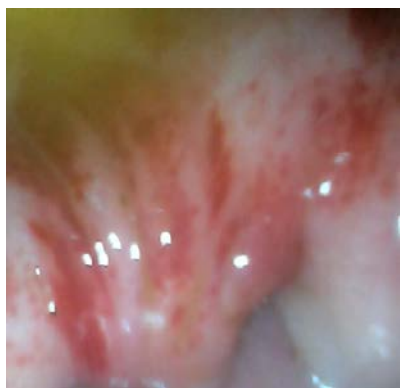
Рисунок 1 – Искусственное осеменение при помощи системы визуального осеменения AlphaVision (IMV Technologies, Франция)

Результаты исследований показали патологии влагалища и шейки матки у семи коров (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты гинекологического исследования коров при отборе для проведения искусственного осеменения

Показатель	Группы	
	Контрольная	Опытная
Всего коров	50	50
Выявлены животных с патологиями в гениталиях	2	5
В том числе:		
- рубцовые стягивания стенки влагалища	1	
- вагинит	1	1
- гартнерит и кисты гартнеровых ходов		1
- парез шейки матки		1
- новообразования на шейке матки		1
- цервицит		1
Отобрано животных для искусственного осеменения	48	45

Результаты гинекологического исследования выявили коров с патологией в гениталиях (рисунок 2) в контрольной группе 2 головы (4%), в опытной группе 5 голов (10%). Следовательно, в контрольной группе к осеменению были допущены 48 голов (96%), в опытной группе – 45 голов (90%).



а – цервицит



б - вагинит

Рисунок 2 – Патологии в гениталиях – а - цервицит, б - вагинит (снято Alphavision)

Для определения эффективности применения прибора AlphaVision при искусственном осеменении, в качестве контроля мы брали традиционный (ректоцервикальный) метод искусственного осеменения. Все животные, отобранные для эксперимента, находились в одинаковых условиях, клинически здоровые. Оптимальное время осеменения коров определяли с помощью электронного детектора Драминского – течноизмеритель. Опыт проводили весной и осенью. Весной, в ходе проведения опыта все животные контрольной группы были осеменены традиционным способом (48 голов). Через месяц после осеменения при обследовании коров аппаратом УЗИ у 27 голов (56 %) выявлена стельность.

В опытной группе было осеменено 45 голов системой визуального осеменения AlphaVision. В этой группе через месяц после осеменения при проверке на стельность аппаратом УЗИ – 40 коров оказались стельными (88,9%). Данные, по сравнительной оценке эффективности применения прибора AlphaVision приведены в таблице 2, где указаны затраты времени на проведение осеменения, количество и стоимость спермадоз и оплодотворяемость коров.

Таблица 2 – Сравнительная эффективность применения прибора AlphaVision при проведении искусственного осеменения в весенний период года

Показатель	Группы	
	Контрольная	Опытная
Всего коров, гол	50	50
Из них с признаками половой охоты, гол	48	45
Осеменено, гол	48	45
Затрата времени на осеменение 1 гол. минут	4,2±0,4	2,7±0,5
Стельных через 30 дней после осеменения, гол	27	40
Цена 1 дозы семени, тенге	1200	1200
Стоимость всех доз, тенге	115200	108000
Процент плодотворного осеменения, %	56	88,9
Индекс осеменения	1,78	1,13

Из представленной таблицы видно, что применение системы визуального осеменения Alphavision (опытная группа) в ТОО «Олжа Ак-Кудук» позволило более точно выявить у коров с признаками половой охоты и коров с патологиями в гениталиях. В контрольной группе при использовании влагалитного зеркала таких коров выявлено всего 4%, а в опытной – 10%. Разница составила в 6% в пользу Alphavision. Установлен более высокий процент плодотворного осеменения в опытной группе – 33,7%. Анализируя вышесказанное можно сделать вывод, что проведение ИО неквалифицированным техником занимает больше времени на попадание катетером в канал шейки матки, чем прибором Alphavision.

По нашему мнению неквалифицированный техник осеменатор в некоторых случаях не попадал катетером в канал шейки матки и оставлял дозу спермы где-то в краниальной части влагалитца или у устья шейки матки. В ходе проведения осеменения засекалось также время на проведение одного осеменения разными методами, в опытной группе было затрачено 2,7 ± 0,5 минут, в контрольной 4,2 ± 0,4 минут, время при использовании Alphavision сократилось на 1,5 ± 0,5 минут.

В ходе проведения опыта осенью провели гинекологическое исследование 100 коров. При этом в качестве дополнительного визуального обследования влагалитца и шейки матки применяли прибор AlphaVision.

Результаты исследований показали патологии влагалитца и шейки матки у семи коров (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты гинекологического исследования коров при отборе для проведения искусственного осеменения

Показатель	Группы	
	Контрольная	Опытная
Всего коров	50	50
Выявлены животных с патологиями в гениталиях	2	7
В том числе:		
- рубцовые стягивания стенки влагалитца		
- вагинит	2	1
- гартнерит и кисты гартнеровых ходов		1
- парез шейки матки		2
- новообразования на шейке матки		1
- цервицит		2
Отобрано животных для искусственного осеменения	48	43

В результате гинекологического исследования коров из 50 животных контрольной группы были осеменены традиционным способом 48 голов, 2 головы не были пригодны к осеменению по причине патологий в гениталиях. В этой группе, через месяц после осеменения при обследовании аппаратом УЗИ 26 животных (56%) оказались стельными.

В опытной группе из 50 животных было осеменено 43 головы системой визуального осеменения AlphaVision, из которых через месяц после осеменения при проверке на стельность аппаратом для УЗИ – 34 коров оказались стельными (79%). Остальные 7 голов в опытной группе и 2 в контрольной были направлены на лечение. Данные результатов исследования приведены в таблице 4. При определении эффективности способов осеменения учитывали затраты времени на проведение осеменения, количество спермадозы, стоимость спермадозы, ее оплодотворяемость.

Таблица 4 – Сравнительная эффективность способов осеменения коров – осенью

Показатель	Группы	
	Контрольная	Опытная
Всего коров, гол	48	43
Из них с признаками половой охоты, гол	48	43
Осеменено, гол		
Затрата времени на осеменение 1 гол. минут	$4,5 \pm 0,4$	$2,5 \pm 0,5$
Стельных через 30 дней после осеменения, гол	28	34
Цена 1 дозы семени, тенге	1200	1200
Стоимость всех доз, тенге	115200	103200
Процент плодотворного осеменения, %	58,3	79
Индекс осеменения	1,71	1,26

Из представленной таблицы 4 видно, что применение системы визуального осеменения Alphavision в ТОО «Олжа Ак-Кудук» позволило точнее выявить у коров с патологиями в гениталиях. С помощью влагилицного зеркала в контрольной группе таких коров выявлено всего 4 %, а в опытной 14%. Разница составила в 10% в пользу Alphavision. Установлен более высокий процент 21% плодотворного осеменения в опытной группе. Данные результаты могут быть получены при проведении искусственного осеменения неквалифицированным специалистом при условии использования Alphavision.

Следует также отметить, что система помощи при осеменении, оснащенная герметичной камерой, обеспечила значительное повышение удобства работы осеменатора. В частности, она позволила выполнять проверку инволюции шейки матки коров, показала наличие патологии и упростила определение ее местоположения для более плодотворного осеменения. Время, затраченное при использовании Alphavision, сократилось на $1,5 \pm 0,5$ минут.

При использовании системы визуального осеменения AlphaVision (рисунок 3) отмечали более высокий процент плодотворного осеменения – весной 20,7%, осенью 33,7%, чем при использовании традиционного метода. Полученные изображения с AlphaVision позволили выявить коров с неполноценными половыми циклами, признаками вагинита, цервицита, скрытого эндометрита, и дифференцировать их по характеру экссудата.

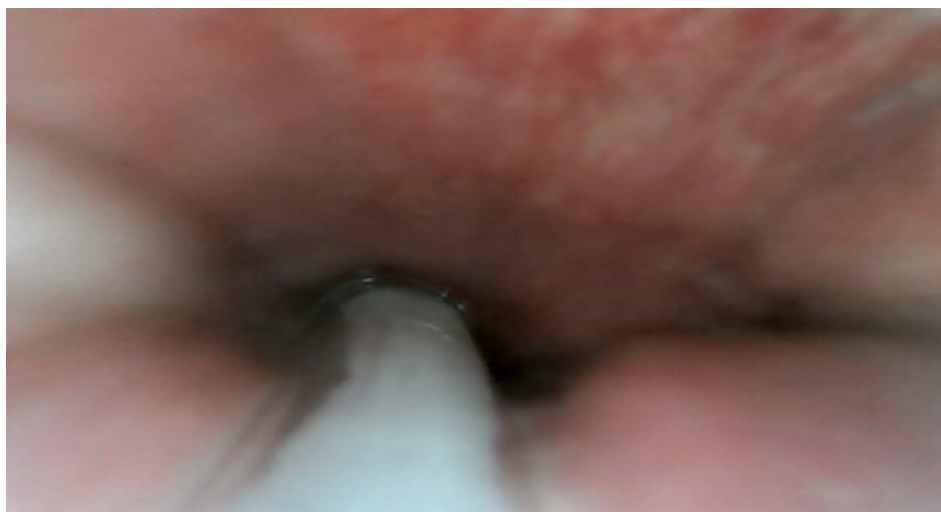


Рисунок 3 – Введения катетера в канал шейки матки системой визуального осеменения AlphaVision

Визуализация процесса осеменения (рисунок 1, рисунок 3), даёт отчётливый рисунок, где видно не полное раскрытие шейки матки это приводит не полноценному осеменению.

Следует также отметить, что время на проведения процедуры осеменения одной коровы сократилось в среднем на 1,5-2 минуты, за счёт исключения ректального исследования. Но в то же время многими учёными установлено, что перед проведением искусственного осеменения любыми методами всегда рекомендуется массаж матки для определения характера течки, если техник опытный, то сразу определяется состояние внутреннего отдела гениталий (топография и состояние отделов матки, яичников и близлежащих органов).

Заключение. Результаты исследований, подтвердили эффективность применения прибора AlphaVision на 6-10%, по сравнению с традиционными методами осеменения, полученные изображения с AlphaVision позволили точнее выявить коров с неполноценными половыми циклами, признаками вагинита, цервицита, скрытого эндометрита, и дифференцировать их по характеру экссудата.

Проведённая нами исследовательская работа и производственные испытания в условиях ТОО «Олжа Аккудук» Костанайской области показали, что использование системы визуального осеменения Alphavision (Франция) способствовало увеличению плодотворного осеменения на 33,7% (весной) и на 21% (осенью) чем при ректоцервикальном способе осеменения неквалифицированным техником. Время на проведения процедуры осеменения одной коровы прибором Alphavision сократилось в среднем на 1,5-2 минуты, за счет исключения ректального исследования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. H. Westhoek, T. Rood, M. Berg, J. Janse, D. Nijdam, M. A. Reudink, E. Stehfest. **The Protein Puzzle: the Consumption and Production of Meat, Dairy and Fish in the European Union.** [Text]: PBL (Netherlands Environmental Assessment Agency), the Hague/Bilthoven. (PBL Publication 500166001) – ISBN 9789078645610 – 218(2011).
2. C. Rexroad, J. Vallet, L.K. Matukumalli, J. Reecy, D. Bickhart, H. Blackburn, M. Boges, H. Cheng, A. Clutter, N. Cockett, C. Ernst, J. E. Fulton, J. Liu, J. Lunney, H. Neibergs, C. Purcell, T. P. L. Smith, T. Sonstegard, J. Taylor, B. Telug, A. van Eenennaam, C.P. van Tassell Wells. **Genome to phenome: improving animal health, production, and well-being** [Text]: a new USDA blueprint for animal genome research 2018-2027 Front. Genet, 10 (2019), p. 327.
3. Julie A. Long. **The omics revolution: Use of genomic, transcriptomic, proteomic and metabolomics tools to predict male reproductive traits that impact fertility in livestock and poultry** [Text]: Animal Reproduction Science Elsevier Available online 19 May 2020 Published by Elsevier B. V. p. 122.
4. Эрнст Л.К. **Организация воспроизводства высокопродуктивных коров.** [Текст]// Молочное и мясное скотоводство – 2008. – №4. – с. 36.
5. Дюльгер Г.П., Нежданов А.Г., Лиман П.А., Сибилева Ю.Г. **Ультразвуковая диагностика беременности, объемных овариальных структур и пиометры у коров** [Текст] – Методические указания для студентов очного, вечернего и заочного отделения зооинженерного факультета. – М., 2008. – 119 с.
6. Кочарян В.Д., Баканова К.А., Авдеенко В.С. **Верификация диагноза и терапия коров больных хроническим эндометритом** [Текст] // Известия Нижневолжского Агро университетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №2 (42). – с. 190-197.
7. Яшин И.В., Косорлукова З.Я, Зоткин Г.В., Дубинин А.В. **Метод оптимизации репродуктивной функции коров после отёла** [Текст] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – №5 (60). – с. 52-54.
8. João G. N. Moraes, Paula R. B. Silva, Luis G. D. Mendonça, Alexandre A. Scanavez, Joseane C. Silva, Ricardo C. Chebe. **Effects of intrauterine infusion of Escherichia coli lipopolysaccharide on uterine health, resolution of purulent vaginal discharge, and reproductive performance of lactating dairy cows** [Текст] // ODSA, Journal of dairy science. – 2017. – Volume 100. – Issue 6, June. – P. 4772-4783.
9. J. E. P. Santos, R.S. Bisinotto, E.S. Ribeiro, F.S. Lima, L.F. Greco, C.R. Staples, W.W. Thatcher. **Application of nutrition and physiology to improve reproduction of dairy cattle Soc.** [Text] Reprod.Fertil. Supplement, 67 (2010), pp. 387-403
10. E.S. Ribeiro, F.S. Lima, L.F. Greco, R.S. Bisinotto, A.P. A. Monteiro, M. Favoreto, H. Ayres, R.S. Marsola, N. Martinez, W.W. Tetcher, J. E. P. Santos. **Rasprostranennost okolo plodnykh zabolevaniy i vliyaniye na plodovitost sezonnykh otelov pasushchikhsya doynykh korov s dobavleniyem kontsentratorov** [Text] J. Dairy Sci., 96 (2013), s. 5682-5697
11. E.S. Ribeiro, M.R. Carvalho. **Influence and mechanisms of inflammatory diseases on embryonic development and fertility in cattle** [Text] Anim. Reprod., 14 (2017), p. 589-600.
12. Khan M.H. **Reproductive disorders in dairy cattle under semi-intensive system of rearing in North-Eastern India** [Text] / M.H. Khan, K. Manoj, S. Pramod // Veterinary World. – 2016. – Volume 9(5). – P. 512-518.
13. Кочарян В.Д., Баканова К.А., Перерядкина С.П., Букаева Ю.Г. **Совершенствование способа терапии и профилактики цервицита у коров с применением адресной доставки**

лекарственных средств [Текст] // Известия Нижневолжского Агро университетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – №2 (34). – С. 214-222.

14. **Ракецкий В.А. Повышение эффективности системы воспроизводства стада путём внедрения инновационных технологий в молочное скотоводство Костанайской области**[Текст]: дис. ... доктора. PhD 6D120100 : защищена 24.04.24 : утв. 31.04.24 // Ракецкий В.А. – Алматы, 2024. – 163 с., Библиогр.: с. 41-51.

REFERENCES:

1. H. Westhoek, T. Rood, M. Berg et al. **The Protein Puzzle: the Consumption and Production of Meat, Dairy and Fish in the European Union**. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, the Hague/Bilthoven, PBL Publication 500166001, ISBN 9789078645610, 2011, 218 p.

2. C. Rexroad, J. Vallet, L.K. Matukumalli et al. **Genome to phenome: improving animal health, production, and well-being - a new USDA blueprint for animal genome research 2018-2027**. *Frontiers in Genetics*, 2019, 10, 327 p.

3. Julie A. Long. **The omics revolution: Use of genomic, transcriptomic, proteomic and metabolomics tools to predict male reproductive traits that impact fertility in livestock and poultry**. *Animal Reproduction Science*, 2020, vol. 220, art. 106354.

4. Ernst L.K. **Organizaciya vosproizvodstva vy'sokoproduktivny'h korov** [Organization of reproduction of high-producing cows]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2008, 36 p. (In Russian).

5. Dyulger G.P., Nezhdanov A.G., Liman P.A., Sibileva Yu.G. **Ul'trazvukovaya diagnostika beremennosti, ob'emny'h ovarial'ny'h struktur i piometry u korov** [Ultrasound diagnostics of pregnancy, volumetric ovarian structures and pyometra in cows]. *Metodicheskie ukazaniya dlya studentov ochного, vechernego i zaочного otdeleniya zooinzhenerного fakul'teta*, Moscow, 2008, 119 p. (In Russian).

6. Kocharyan V.D., Bakanova K.A., Avdeenko V.S. **Verifikaciya diagnoza i terapiya korov bol'ny'h hronicheskim e'ndometritom** [Verification of the diagnosis and therapy of cows with chronic endometritis]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agro universitetskogo kompleksa: nauka i vy'sshee professional'noe obrazovanie*, 2016, no. 2 (42), pp. 190-197. (In Russian).

7. Yashin I.V., Kosorlukova Z.Ya., Zotkin G.V., Dubinin A.V. **Metod optimizatsii reproduktivnoy funktsii korov posle otyola** [Method for optimizing the reproductive function of cows after calving]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2017, no. 5 (60), pp. 52-54. (In Russian).

8. João G. N. Moraes, Paula R.B. Silva, Luis G. D. Mendonça et al. **Effects of intrauterine infusion of Escherichia coli lipopolysaccharide on uterine health, resolution of purulent vaginal discharge, and reproductive performance of lactating dairy cows**. *ODSA, Journal of dairy science*, 2017, vol. 100, iss. 6, pp. 4772-4783.

9. J.E.P. Santos, R.S Bisinotto, E.S. Ribeiro et al. **Application of nutrition and physiology to improve reproduction of dairy cattle**. *Society of Reproduction and Fertility supplement*, 2010, 67, pp. 387-403.

10. E.S. Ribeiro, F.S. Lima, L.F. Greco et al. **Prevalence of near-fertility diseases and their impact on fertility of seasonal calves of grazing dairy cows with additional concentrations**. *Journal of Dairy Science*, 2013, 96, pp. 5682-5697.

11. E.S. Ribeiro, M.R. Carvalho. **Influence and mechanisms of inflammatory diseases on embryonic development and fertility in cattle**. *Animal Reproduction*, 2017, 14, pp. 589-600.

12. Khan M. H., Manoj K., Pramod S. **Reproductive disorders in dairy cattle under semi-intensive system of rearing in North-Eastern India**. *Veterinary World*, 2016, vol. 9(5), pp. 512-518.

13. Kocharyan V.D., Bakanova K.A., Pereryadkina S.P., Bukaeva Yu.G. **Sovershenstvovanie sposoba terapii i profilaktiki cervicita u korov s primeneniem adresnoj dostavki lekarstvenny'h sredstv** [Improving the method of therapy and prevention of cervicitis in cows using targeted drug delivery]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agro universitetskogo kompleksa: nauka i v'ysshee professional'noe obrazovanie*, 2019, no. 2 (34), pp. 214-222. (In Russian).

14. **Rakeckij V.A. Povy'shenie e'ffektivnosti sistemy' vosproizvodstva stada putyom vnedreniya innovatsionny'h tehnologij v molochnoe skotovodstvo Kostanajskoj oblasti** [Improving the efficiency of the herd reproduction system by introducing innovative technologies in dairy cattle breeding in Kostanay region]. PhD thesis, Almaty, 2024, 163 p. (In Russian).

Сведения об авторах:

Ракецкий Виталий Анатольевич* – доктор PhD, старший научный сотрудник, «Костанайская научно-исследовательская ветеринарная станция», филиал ТОО «КазНИВИ», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Дулатова 94, тел.: 87055057755, e-mail: nurdana.nurlanovna1314@mail.ru.

Мустафин Батыржан Муафинович – доктор ветеринарных наук, заведующий «Костанайская научно-исследовательская ветеринарная станция», филиал ТОО «КазНИВИ», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, ул. Дулатова 94. e-mail: kostanainivs@yandex.kz.

Тлегенова Жұлдыз Женисовна – кандидат биологических наук, научный сотрудник, ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, пр. Райымбека 223, тел.: 87714582496, e-mail: zhuldyztlegenova@mail.ru.

Аубакиров Марат Жаксылыкович – доктор PhD, заведующий кафедрой ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмета Байтурсынулы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтурсынова 47, контактный тел.: 87075504438, e-mail: aubakirov_m66@mail.ru.

Ракецкий Виталий Анатольевич* – PhD, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты» ЖШС филиалының «Қостанай ФЗВИ», аға ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Дулатов көш., 94, тел.: 87055057755, e-mail: nurdana.nurlanovna1314@mail.ru.

Мұстафин Батыржан Муафиқұлы – ветеринария ғылымдарының докторы «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты» ЖШС филиалының «Қостанай ФЗВИ», бастығы, Қазақстан Республикасы, Қостанай қ., 110000, Дулатов көш., 94. e-mail: kostanainivs@yandex.kz.

Тлегенова Жұлдыз Жеңісқызы – биология ғылымдарының кандидаты, ғылыми қызметкер, Қазақ ветеринария ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан Республикасы, 050016, Алматы қ., Райымбек даңғ, 223, тел.: 7714582496, e-mail: zhuldyztlegenova@mail.ru.

Әубәкіров Марат Жаксылықұлы. – PhD, ветеринариялық медицина кафедрасының меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Байтұрсынов көш., 47 тел.: 87075504438, e-mail: aubakirov_m66@mail.ru.

Raketskiy Vitaliy Anatoliyevich* – PhD, Senior Researcher, Kostanay Research Veterinary Station, branch of Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 94 Dulatov Str., tel.: 87055057755, e-mail: nurdana.nurlanovna1314@mail.ru.

Mustafin Batyrzhan Muafikovich – Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Kostanay Research Veterinary Station, branch of Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Republic of Kazakhstan, 110000 Kostanay, 94 Dulatov Str., e-mail: kostanainivs@yandex.kz.

Tlegenova Zhuldyz Zhenissovna – Candidate of Biological Sciences, Researcher, Kazakh Research Veterinary Institute, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, 223 Raimbek Ave., tel.: 87714582496, e-mail: zhuldyztlegenova@mail.ru.

Aubakirov Marat Zhaksylykovich – PhD, Head of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 Baitursynov Str., tel.: 87075504438, e-mail: aubakirov_m66@mail.ru.

МРНТИ 62.13.27, 34.27.17

УДК 619:578.832.1:636.1

<https://doi.org/10.52269/KGTD253156>

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШТАММА B. ANTHRACIS STERNE 34 F2 НА РАЗЛИЧНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Сапаров А.А.* – обучающийся докторантуры по специальности 8D09101 – Ветеринарная медицина, Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет, г. Алматы, Республика Казахстан.

Батанова Ж.М. – кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан.

Ахметсадыков Н.Н. – доктор ветеринарных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан.

Крыкбаев Е.А. – обучающийся докторантуры по специальности 8D09101 – Ветеринарная медицина, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан.

Частая инокуляция референтных штаммов и субкультур при хранении штамма приводит к изменению морфологических свойств возбудителя, поэтому актуально изучение основных биологических свойств живых референтных вакцинных штаммов при длительном хранении. Как известно из литературных источников, R- и S-формы различаются по своим морфологическим характеристикам, R-форма образует длинные нити, S-форма образует одиночные или парные палочки. Тип R в бульоне дает чешуйчатый осадок, но бульон остается прозрачным, а тип S – равномерную мутность бульона с аморфным осадком на дне. На агаре колонии R-образной формы выглядят как головы медузы, а колонии S-образной формы – плоские с гладкими краями.

Изучение основных биологических свойств вариантов *B. anthracis* представляет практический интерес для производства ветеринарных препаратов. Установлено, что при благоприятных условиях внешней среды споры переходят в вегетативную форму и с началом осени снова превращаются в споры. В организме животных и человека бациллы сибирской язвы образуют капсулы. Капсулы формируются также в культуральных средах, содержащих кровь, сыворотку, яичный белок или ткань мозга.

В результате проведенных исследований были определены биологические свойства штамма *B. anthracis* Sterne 34 F2 на различных питательных средах, с оценкой морфофизиологических характеристик.

В исследовании применялись микробиологические методы исследований, включая высеивание и контроль культивирования на питательных средах.

Практическая значимость исследования основана на оптимизации производства вакцин и диагностических тест-систем, позволяя обеспечить максимальную продукцию антигенных компонентов.

Ключевые слова: сибирская язва, биологические свойства, *B. Anthracis*, питательная среда, морфология.

В. ANTHRACIS STERNE 34 F2 ШТАММЫНЫҢ ҚОРЕКТІК ОРТАЛАРДАҒЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ӨРТҮРЛІ ЗЕРТТЕУ

Сапаров А.А.* – «8D09101» Ветеринариялық медицина мамандығы бойынша докторантураның білім алушысы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Батанова Ж.М. – ветеринария ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Ахметсадықов Н.Н. – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Крыкбаев Е.А. – «8D09101» Ветеринариялық медицина мамандығы бойынша докторантураның білім алушысы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Штаммды сақтау кезінде референттік штамдар мен субмәдениеттерді жиі егу патогеннің морфофизиологиялық қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі, сондықтан ұзақ мерзімді сақтау кезінде тірі референттік вакцина штамдарының негізгі биологиялық қасиеттерін зерттеу өзекті болып табылады. Әдеби дереккөздерден белгілі болғандай, R-және S-формалары морфологиялық сипаттамалары бойынша ерекшеленеді, R – формасы ұзын жіптерді құрайды, S-формасы жалғыз немесе жұптасқан таяқшаларды құрайды. Сорпадағы R типі қабыршақты тұнба береді, бірақ сорпа мөлдір болып қалады, ал S типі – түбінде аморфты шөгіндісі бар сорпаның біркелкі лайлануы. Ағарда R-тәрізді колониялар медузаның басына ұқсайды, ал S-тәрізді колониялар тегіс жиектері бар жалпақ.

B. anthracis нұсқаларының негізгі биологиялық қасиеттерін зерттеу ветеринарлық препараттарды өндіруге практикалық қызығушылық тудырады. Қолайлы сыртқы орта жағдайында споралар вегетативті формаға ауысады және күздің басталуымен қайтадан спораларға айналады. Жануарлар мен адам ағзасында сібір жарасының бациллалары капсулалар түзеді. Капсулалар құрамында қан, Сарысу, жұмыртқаның ақтығы немесе ми тіндері бар культура орталарында да түзіледі.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде әртүрлі қоректік орталарда *B. anthracis* Sterne 34 F2 штамының биологиялық қасиеттері мен морфофизиологиялық сипаттамалары анықталды.

Зерттеу барысында қоректік орталарға егу және өсіруді бақылауды қоса алғанда, микробиологиялық зерттеу әдістері қолданылды.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы антигендік компоненттердің максималды өндірісін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін вакциналар мен диагностикалық тест жүйелерін өндіруді оңтайландыруға негізделген.

Түйінді сөздер: сібір жарасы, биологиялық қасиеттері, *B. anthracis*, қоректік орта, морфология.

STUDY ON BIOLOGICAL PROPERTIES OF B. ANTHRACIS STERNE 34 F2 STRAIN IN VARIOUS NUTRIENT MEDIA

Saparov A.A.* – PhD student, “8D09101” – Veterinary Medicine, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Batanova Zh.M. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Akhmetsadykov N.N. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Krykbayev Y.A. – PhD student, “8D09101” – Veterinary Medicine, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Frequent inoculation of reference strains and subcultures during strain storage leads to a change in the morpho-physiological properties of the pathogen, so it is important to study the main biological properties of live reference vaccine strains during long-term storage. As is known from literary sources, R- and S-forms differ in their morphological characteristics, the R-form produces long threads, the S-form produces single or paired rods. Type R in broth gives a scaly deposit, but the broth remains transparent, whereas type S results in uniform turbidity of the broth with an amorphous deposit. On agar, R-form colonies look like jellyfish heads, and S-form colonies are flat with smooth edges. The study on the main biological properties of B. anthracis variants is of practical interest for the production of veterinary drugs. It has been established that under favorable environmental conditions, spores pass into a vegetative form and revert to spores again in early autumn. In the body of animals and humans, anthrax bacilli form capsules. Capsules also form in culture media containing blood, serum, egg white or brain tissue.

As a result of the studies, the biological properties of the B. anthracis Sterne 34 F2 strain were determined in various nutrient media, with an assessment of the morpho-physiological characteristics.

The study used microbiological research methods, including inoculation and control of cultivation in nutrient media.

The practical significance of the study is stemmed from optimization of the production of vaccines and diagnostic test systems, allowing for maximum production of antigen components.

Key words: anthrax, biological properties, B. anthracis, nutrient medium, morphology.

Введение

Сибирская язва – антропозоонозное заболевание, вызываемое *Bacillus anthracis*, поражающее в первую очередь травоядных животных, наиболее восприимчивыми к которому являются крупный рогатый скот и овцы [1, с. 3]. Заболевание может проявляться в сверхострой, острой, подострой и хронической формах, часто приводя к быстрой смерти в случаях тяжелой инфекции. Плотоядные и падальщики проявляют более высокую устойчивость к сибирской язве по сравнению с травоядными [2, с. 1]. Передача человеку происходит через инокуляцию, проглатывание или вдыхание спор от инфицированных животных или загрязненных продуктов [3, с. 5]. Диагностика включает дифференциальные и лабораторные методы, включая ПЦР [4, с. 5]. Варианты лечения включают антибиотики, причем пенициллин и окситетрациклин наиболее эффективны в полевых условиях [5, с. 2]. Вакцинация имеет решающее значение для профилактики и контроля во время вспышек. В то время как кожная форма сибирской язвы поддается лечению, ингаляционная и желудочно-кишечная формы имеют высокие показатели смертности даже при соответствующем уходе.

Сибирская язва остается глобальной проблемой, с повторяющимися эпизоотическими вспышками и случаями заболевания людей по всему миру [6, с. 2]. В России sporadические случаи были зарегистрированы в 2020-2022 годах, в основном в Северо-Кавказском федеральном округе [7]. Соседние страны, включая Азербайджан, Грузию и Казахстан, столкнулись с напряженной ситуацией. Страны Африки и Азии сообщили о самом большом количестве эпизоотий животных и случаев заболевания людей, в основном из-за контакта с инфицированными животными или употребления зараженного мяса. Появились новые пути передачи, такие как аэрозольный и парентеральный, причем последний привел к появлению новой «инъекционной» формы сибирской язвы.

Живая споровая вакцина *Sterne 34F2* широко используется против сибирской язвы у животных, демонстрируя эффективность у крупного рогатого скота и коз [8, с. 1]. Подкожное введение вызывает значительный ответ антител, особенно против защитного антигена (РА) и спор, инактивированных формальдегидом (FIS), с повышением титров после ревакцинации [9, с. 5]. Вакцина обеспечивает защиту от летальных исходов у коз, с улучшением иммунитета после второй дозы. Пассивные тесты защиты мышей и анализы нейтрализации токсинов *in vitro* коррелируют с защитным иммунным ответом у вакцинированных животных [10, с. 8]. Однако пероральное введение вакцины *Sterne* не вызывает обнаружимых ответов антител у мышей, что говорит о том, что необходимы альтернативные формулы для эффективной пероральной вакцинации свободно перемещающегося скота и диких животных [11, с. 7]. Эффективность вакцины остается стабильной при существующих условиях транспортировки и хранения.

Целью исследований было изучение биологических свойств штамма *B. anthracis Sterne 34 F2* в различных питательных средах, что позволит оптимизировать условия его культивирования, улучшить методы диагностики, а также разработать и усовершенствовать вакцинные и профилактические препараты против сибирской язвы.

Для реализации данной цели была поставлена **следующая задача**: Изучить биологические свойства штамма *B. anthracis Sterne 34 F2* на мясопептонном бульоне, кровяном агаре, полужидком агаре, агаре Сабура и на среде Китта-Тароцци.

Материалы и методы исследований

Штамм

В исследовании применялся сухой лиофилизированный штамм *B. anthracis Sterne 34 F2*, хранящийся в ампуле с 2022 г. Штамм *Bacillus anthracis Sterne 34 F2* является авирулентным (непа-

тогенным) для человека и животных, так как лишен капсульного гена (pXO2), который отвечает за синтез капсулы, являющейся важным фактором вирулентности. Однако он сохраняет плазмиду pXO1, кодирующую гены токсинов (протективного антигена, летального фактора и отежного фактора), что делает его пригодным для производства вакцин. Штамм *Sterne 34 F2* широко используется в качестве основы для создания живых аттенуированных вакцин против сибирской язвы, обеспечивая формирование иммунного ответа за счет выработки антител к протективному антигену. Благодаря своей безопасности и иммуногенности, этот штамм играет ключевую роль в профилактике сибирской язвы у сельскохозяйственных животных и в исследованиях, связанных с изучением патогенеза и иммунитета при данной инфекции.

Питательные среды:

1. Мясо-пептонный бульон с 1% глюкозы;
2. Мясо-пептонный агар с глюкозой 1%, пептоном 0,5%, цистином 0,03%, эпитролом 0,006% и глицерином 1%.
3. Кровяной агар 5% МПА с глюкозой 1%, пептоном 0,5%, цистином 0,03%, эпитролом 0,006%, глицерином 1% и овечьей кровью 5%.
4. Агар Сабура стандартный.
5. Среда Китта-Тароции, печень, 6,5 г супового порошка, с глюкозой 0,5% и вазелиновым маслом.

Окрашивание по Граму

Окраска по Граму проводилась традиционным методом, который включает последовательное нанесение красителей и реагентов на фиксированный мазок бактерий. Сначала мазок окрашивали кристаллическим фиолетовым, затем обрабатывали раствором Люголя (йодом) для закрепления красителя. После этого проводили обесцвечивание спиртом или ацетоном, что позволяло дифференцировать бактерии на грамположительные (остаются фиолетовыми) и грамотрицательные (теряют цвет). На завершающем этапе мазок докрашивали фуксином или сафранином, в результате чего грамотрицательные микроорганизмы приобретали розовый или красный цвет. Этот метод широко используется в микробиологии для предварительной идентификации бактерий на основе свойств их клеточной стенки.

Подготовка штамма и исследование морфологии

Для проведения исследования использовались 3 ампулы лиофилизированной культуры матричного штамма *B. anthracis Sterne 34 F2*, растворенного в физиологическом растворе. 3 ампул объединялись в один флакон и помещались в пробирки с 10 мл МПБ с 1 % глюкозы, в чашки Петри с 5 % кровяным агаром, в Сабура агар и питательную среду Китта-Тароции. Посевы проводились дозатором по 100 мкл, штамм *Sterne 34 F2* инокулировался крючком. Питательные среды инкубировались в термостате при температуре 37 °С, агар Сабура инкубировался при комнатной температуре 22°C. Каждая культура, выращенная в течение 16-20 часов в МПБ, засеивалась на МПА в чашках Петри, равномерно распределяя с помощью шпателя. Затем посевы на чашках Петри инкубировались в термостате в течение 40 минут при температуре 37°C, до полного впитывания суспензии, далее в центр чашки Петри добавлялась капля жидкого диагностического бактерифага «А», чашки Петри инкубировались в течение 18-24 часов.

Результаты и обсуждение

Исследование биологических свойств штамма *B. anthracis Sterne 34 F2* на различных питательных средах позволило оценить морфологические свойства данного штамма, с анализом их характеристик. На рисунках 1 и 2 представлен рост культуры сибирской язвы на мясо-пептонном бульоне.

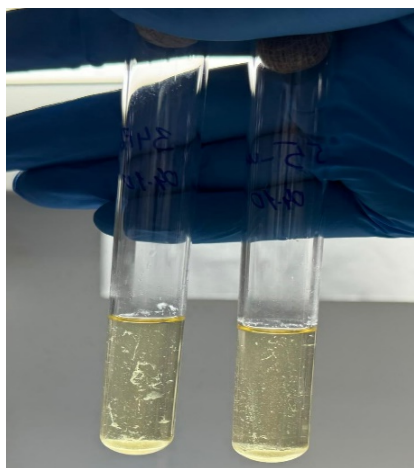


Рисунок 1 – Рост штамма *B. anthracis Sterne 34 F2* на МПБ

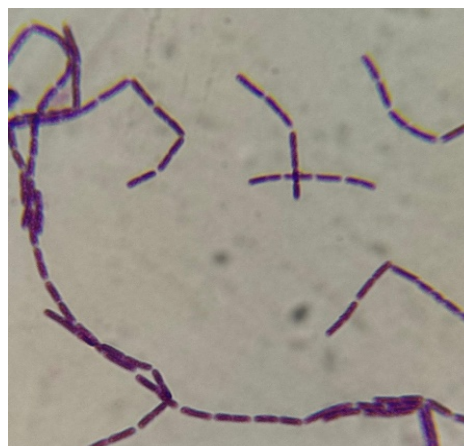


Рисунок 2 – Окраска по Граму культуры штамма *B. anthracis Sterne 34 F2*

Через 16-20 часов культивирования на МПБ можно наблюдать рост культуры сибирской язвы с образованием осадка на дне пробирки, бульон мутнеет, наблюдаются плавающие культуры, похожие на облака.

Образец культуры, выращенного в пробирке с МПБ, окрасили по Граму и провели микроскопию, можно наблюдать характерную R-форму палочек с длинными бамбукоподобными концами сцепленные в цепочки, состоящие от 4 до 8 секций.

Посевы на кровяном агаре

Посев *B. anthracis* на кровяной агар позволяет оценить его гемолитические свойства, морфологию колоний и адаптацию к питательной среде. Анализ роста на кровяном агаре помогает в оценке метаболической активности на сложных питательных средах. Посев и последующая инкубация штамма *B. anthracis* Sterne 34 F2 на кровяном агаре проводилось в течение 24 часов, гемолиза по краям нароста не наблюдалось (рисунок 3). А через 48 часов инкубации на рисунке 4 можно наблюдать лишь слабые линии гемолиза, цвет темнее, чем на 3 рисунке, что характерно для штамма *Sterne 34 F2*.

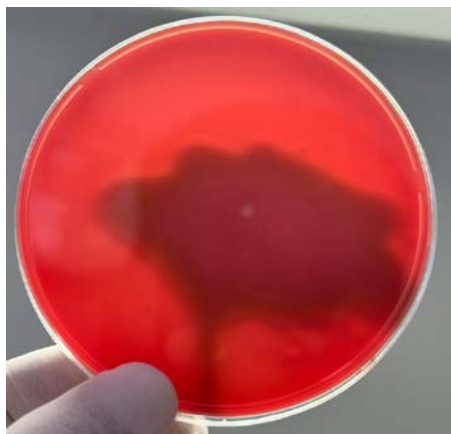


Рисунок 3 – Посев на кровяном агаре 24 часа инкубации

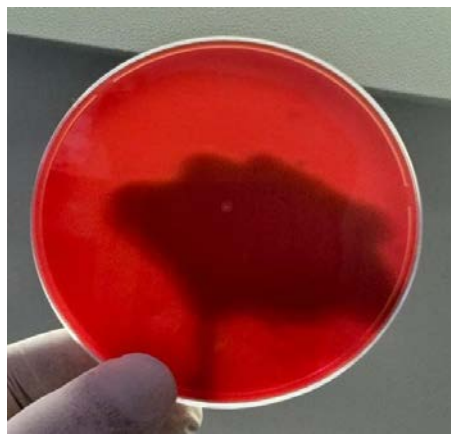


Рисунок 4 – Посев на кровяном агаре 48 часов инкубации

Посевы на полужидком агаре и Сабуро агаре

Посев на полужидком агаре позволяет определить подвижность штамма *B. anthracis* Sterne 34 F2, что также дает информацию по дифференциации от подвижных видов спор. Посев на агар Сабуро позволяет изучить рост бацилл в условиях повышенного содержания углеводов и кислого pH. Результаты представлены на рисунках 5 и 6.

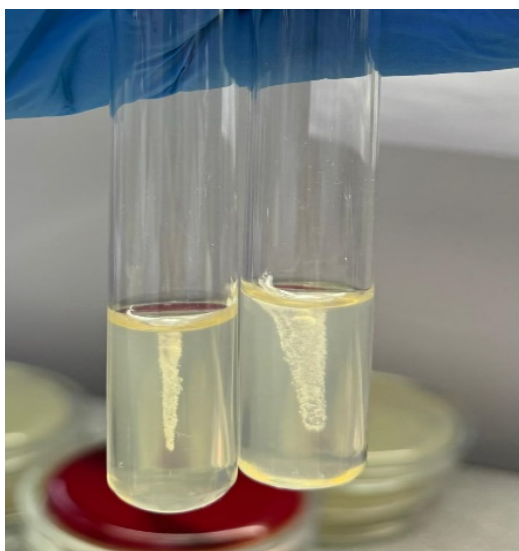


Рисунок 5 – Посев на ПЖА

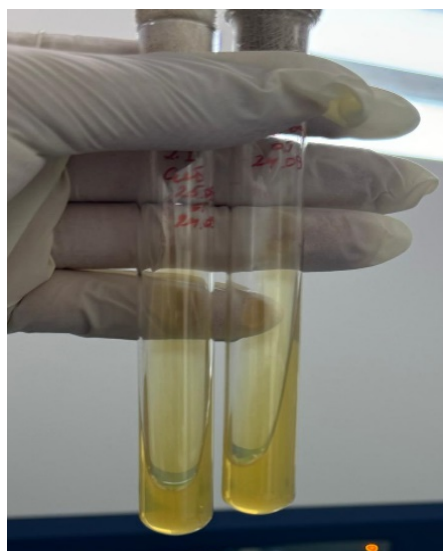


Рисунок 6 – Посев на Сабуро агаре

Как видно на представленных рисунках, в течение 10 дней инкубации никаких изменений не наблюдается.

Посев на Китта-Тароцци

Посев на Китта-Тароцци позволит изучить анаэробный рост и ферментативную активность штамма *B. anthracis Sterne 34 F2*, при посеве необходимо наблюдать за помутнением среды, осадком и способности к газообразованию. Результаты посева представлены на рисунке 7.

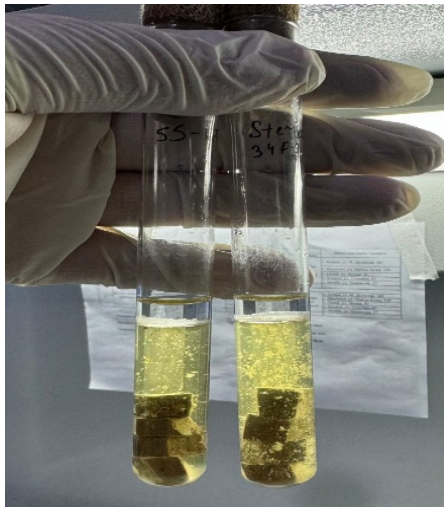


Рисунок 7 – Посев на Китта-Тароцци

Штамм *B. anthracis Sterne 34 F2* является факультативным, после посева между 1-м и 7-м днями выделения газа не наблюдалось, после повторного посева на питательную среду Китта-Тароца и продолжением наблюдения до 10 дней, изменений в газообразовании не наблюдалось.

Посев на МПА с бактериофагом

Посев на МПА с бактериофагом позволит определить чувствительность штамма к специфическим фагам сибирской язвы. В местах нанесения бактериофага образуются зоны лизиса – прозрачные участки без бактериального роста, подтверждающие фагочувствительность штамма. Результат посева представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Посев на МПА с бактериофагом

Согласно представленному рисунку, в местах, куда каплями наносили жидкий диагностический бактериофаг «А» против сибирской язвы, штамм *Sterne 34 F2* подвергся лизису, и в течение 10 суток зона лизиса оставалась без изменений.

Чрезмерное сохранение спорообразующих форм возбудителя в элементах окружающей среды, таких как почва, создает благоприятные предпосылки для формирования природного очага [12, с. 6]. Бациллы сибирской язвы неподвижны, вне организма они образуют овальные споры, расположенные в центре клетки и не превышающие ее диаметра. Спорообразование происходит при наличии кислорода и температуре 30-40°C. В организме животных и человека споры не образуются, а при температуре выше 43°C и ниже 15°C процесс спорообразования отсутствует [13, с. 6].

При переходе колоний из R-формы в S-форму бациллы сибирской язвы изменяют свою морфологию, теряя способность располагаться цепочками в мазках и приобретая коккоидные или диплобациллярные формы [14, с. 5]. Основными факторами патогенности сибирской язвы считаются

капсула и бинарный экзотоксин, однако вирулентность возбудителя в конечном итоге определяется совокупностью недостаточно изученных факторов [15, с. 1]. Воздействие экзотоксина на инфицированный макроорганизм является ключевым звеном патогенеза [16, с. 7]. Оно не ограничивается блокированием иммунного ответа, а также реакций макрофагов и нейтрофилов, хотя детальный механизм интоксикации до конца не изучен [17, с. 4].

Практическая значимость работы заключается в получении данных, которые могут быть использованы в эпидемиологическом надзоре за сибирской язвой, разработке новых диагностических подходов и усовершенствовании условий культивирования *B. anthracis* в лабораторных условиях. Это особенно важно в свете текущей эпидемиологической обстановки, связанной с природными очагами инфекции и возможными биологическими угрозами.

В дальнейшем планируется более детальное исследование влияния различных факторов окружающей среды на жизнеспособность и вирулентность штамма *B. anthracis* Sterne 34 F2. В частности, предполагается изучение устойчивости к изменениям температуры, pH, а также исследование особенностей роста при варьировании состава питательных сред. Дальнейшие исследования также будут направлены на тестирование новых бактериофагов для оценки их эффективности в борьбе с сибирской язвой, что может иметь важное значение для разработки перспективных методов профилактики и терапии данной инфекции.

Выводы

Настоящее исследование впервые провело всестороннюю оценку биологических и морфофизиологических свойств штамма *Bacillus anthracis* Sterne 34 F2 на пяти различных питательных средах: мясо-пептонном бульоне, кровяном агаре, полужидком агаре, агаре Сабуро и среде Китта-Тароцци. Подобная комплексная сравнительная характеристика ранее не проводилась в отношении этого широко применяемого авирулентного штамма, что позволяет уточнить его физиологические особенности в лабораторных условиях культивирования. Особое внимание уделено поведению штамма в условиях, имитирующих различные типы среды – от аэробных до анаэробных, включая кислотные и углеводсодержащие агары.

В ходе исследования установлено, что при посеве на мясо-пептонный бульон рост культуры бацилл представлен образованием осадка на дне пробирки, бульон мутнеет, наблюдаются плавающие культуры, похожие на облака, при окраске по Граму можно наблюдать характерную R-форму палочек с длинными бамбукоподобными концами, сцепленные в цепочки, состоящие от 4 до 8 секций.

При посеве на кровяной агар через 24 часа культивирования линий гемолиза по краям нароста не наблюдалось, через 48 часов инкубации можно наблюдать лишь слабые линии гемолиза, цвет темнее, что характерно для штамма *B. anthracis* Sterne 34 F2.

Посев и последующая инкубация на полужидком агаре и Сабуро агаре показал отсутствие изменений в течение 10 дней наблюдения.

Посев на среде Китта-Тароцци показал отсутствие изменений в газообразовании в течение 10 дней наблюдения.

При посеве на мясо-пептонный агар в местах нанесения бактериофага «А» штамм *Sterne 34 F2* подвергся лизису, и в течение 10 суток зона лизиса оставалась без изменений.

Финансирование

Исследования выполнены в рамках реализации инициативного проекта 0124РКИ0275 ТОО Научно-производственного предприятия «Антиген».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Alam, M.E., Review of anthrax: A disease of farm animals [Text] / M. E. Alam, M. M. Kamal, M. Rahman, A. Kabir, M. S. Islam, J. Hassan // Journal of advanced veterinary and animal research. – 2022. – 9(2). – p.323-334.
2. Гончарова, Ю.О., Разделение штаммов возбудителя сибирской язвы на филогенетические группы на основе полиморфизма генов факторов патогенности, локализованных на плазмиде *pxo1* [Текст] / Ю.О. Гончарова, Т.Б. Кравченко, И.В. Бахтеева, Г.М. Титарева, К.В. Хлопова, В.В. Евсеева, В.С. Тимофеев // Молекулярная диагностика и биобезопасность. – 2022. – с.54-55.
3. Vietri, N.J., Clindamycin Protects Nonhuman Primates Against Inhalational Anthrax but Does Not Enhance Reduction of Circulating Toxin Levels When Combined with Ciprofloxacin [Text] / N.J. Vietri, S.A. Tobery, D.J. Chabot, S. Ingavale, B.C. Somerville, J.A. Miller, C.W. N.A. Schellhase, Twenhafel, D.P. Fetterer, C.K. Cote, C.P. Klimko, A.E. Boyer, A.R. Woolfitt, J.R. Barr, M.E. Wright, A.M. Friedlander // The Journal of infectious diseases. – 2023. – 223(2). – p.319-325.
4. Zubair, M., A review on laboratory investigation of anthrax as causative infectious disease and future perspectives [Text] / M. Zubair, T. Razzaq, U.A. Chughtai, A.A. Chughtai, T. Ashraf, S. Khadim // Sch Bull. – 2021. – 7(7). – p.190-195.
5. Alam, M. E., Review of anthrax: A disease of farm animals [Text] / M.E. Alam, M.M. Kamal, M. Rahman, A. Kabir, M.S. Islam, J. Hassan // Journal of Advanced Veterinary and Animal Research. – 2022. – 9(2). – p.323.

6. Еременко, Е. И., Современная ситуация по сибирской язве в России и мире. Основные тенденции и особенности. [Текст] / Е.И. Еременко, А.Г. Рязанова, Н.П. Буравцева // Проблемы особо опасных инфекций. – 2017. – №1. – С. 65-71.
7. Ryazanova, A. G., Review of the epizootiological and epidemiological situation on anthrax around the world in 2020 and the forecast for 2021 in the Russian Federation [Text] / A.G. Ryazanova, O.N. Skudareva, D.K. Gerasimenko, D.K. Chmerenko, O.V. Semenova, L.Y. Aksenova, A.N. Kulichenko // Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]. – 2021. – 1. – p.81-86.
8. Sarker, M.S.A., Efficaciousness of Sterne 34F-2 strain of *Bacillus anthracis* vaccine in cattle for anthrax control program in Bangladesh [Text] / M.S.A. Sarker, M.A.H. Shahid, K.N.H. Nazir // Journal of Istanbul Veterinary Sciences. – 2021. – 5(1). – p.32-38.
9. Ndumego, O. C., Comparative analysis of the immunologic response induced by the Sterne 34F2 live spore *Bacillus anthracis* vaccine in a ruminant model [Text] / O.C. Ndumego, S.M. Köhler, J. Crafford, H. van Heerden, W. Beyer // Veterinary immunology and immunopathology. – 2016. – 178. – p.14-21.
10. Phaswana, P. H., Use of the mice passive protection test to evaluate the humoral response in goats vaccinated with Sterne 34F2 live spore vaccine [Text] / P.H. Phaswana, O.C. Ndumego, S.M. Köhler, W. Beyer, J.E. Crafford, H. van Heerden // Veterinary research. – 2017. – 48. – p.1-8.
11. Felix, J. B., *Bacillus anthracis* Sterne Strain 34F2 vaccine antibody dose response by subcutaneous and oral administration [Text] / J.B. Felix, S.P. Chaki, T.A. Ficht, A.C. Rice-Ficht, W. Cook // Poultry, Fisheries & Wildlife Sciences. – 2019. – №7. – p.206.
12. Макаров, В.В., Паразитизм, патогенность, паразитарная система [Текст] / В.В. Макаров, Б.А. Тимофеев // Ветеринарная патология. – 2006. – 4. – с.174-181.
13. Driks, A., The *Bacillus anthracis* spore [Text] / Driks A. // Molecular aspects of medicine. – 2009. – 30(6). – С. 368-373.
14. Логвин, Ф. В., Сибирская язва в мире, странах СНГ и Российской Федерации (обзор литературы) [Текст] / Ф.В. Логвин, Т.А. Кондратенко, С.Ю. Водяницкая // Медицинский вестник Юга России. – 2017. – №3. – С. 17-22.
15. Okinaka, R., Anthrax, but not *Bacillus anthracis*? [Text] / R. Okinaka, T. Pearson, P. Keim // PLoS Pathogens. – 2006. – 2(11). – p.122.
16. Кутырев, В.В., Генетическая диагностика и молекулярное типирование возбудителей чумы, холеры и сибирской язвы [Текст] / В.В. Кутырев, Н.И. Смирнова // Молекулярная генетика, микробиология, вирусология. – 2003. – №1. – с.6-14.
17. Chauncey, K. M., Anthrax lethal and edema toxins fail to directly impair human platelet function [Text] / K.M. Chauncey, S.E. Szarowicz, G.S. Sidhu, R.L. During, F.S. Southwick // The Journal of infectious diseases. – 2012. – 205(3). – p.453-457.

REFERENCES:

1. Alam M.E., Kamal M.M., Rahman M., et al. Review of anthrax: A disease of farm animals. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 2022, 9(2), pp. 323-334.
2. Goncharova Yu.O., Kravchenko T.B., Bahteeva I.V. e al. Razdelenie shtammov vozbuditelya sibirskoy yazvy' na filogeneticheskie gruppy' na osnove polimorfizma genov faktorov patogennosti, lokalizovanny'h na plazmide pxo1 [Phylogenetic grouping of *Bacillus anthracis* strains based on the polymorphism of virulence factor genes located on the pXO1 plasmid]. *Molekulyarnaya diagnostika i biobezopasnost*, 2022, pp. 54-55. (In Russian).
3. Vietri N.J., Tobery S.A., Chabot D.J., et al. Clindamycin protects nonhuman primates against inhalational anthrax but does not enhance reduction of circulating toxin levels when combined with ciprofloxacin. *The Journal of infectious diseases*, 2021, 223(2), pp. 319-325.
4. Zubair M., Razzaq T., Chughtai U.A., et al. A review on laboratory investigation of anthrax as causative infectious disease and future perspectives. *Sch Bull*, 2021, 7(7), pp. 190-195.
5. Alam M.E., Kamal M.M., Rahman M., et al. Review of anthrax: A disease of farm animals. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 2022, 9(2), 323 p.
6. Eremenko E.I., Ryazanova A.G., Buravceva N.P. Sovremennaya situatsiya po sibirskoy yazve v Rossii i mire. Osnovny'e tendentsii i osobennosti [The current status of anthrax in Russia and globally: key trends and distinctive features]. *Problemy osobo opasnykh infektsiy*, 2017, (1), pp. 65-71. (In Russian).
7. Ryazanova A.G., Skudareva O.N., Gerasimenko D.K., et al. Review of the epizootiological and epidemiological situation on anthrax around the world in 2020 and the forecast for 2021 in the Russian Federation. *Problems of Particularly Dangerous Infections*, 2021, 1, pp. 81-86.
8. Sarker M.S.A., Shahid M.A.H., Nazir K.N.H. Efficaciousness of Sterne 34F-2 strain of *Bacillus anthracis* vaccine in cattle for anthrax control program in Bangladesh. *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 2021, 5(1), pp. 32-38.
9. Ndumego O.C., Köhler S.M., Crafford J., van Heerden H., Beyer W. Comparative analysis of the immunologic response induced by the Sterne 34F2 live spore *Bacillus anthracis* vaccine in a ruminant model. *Veterinary immunology and immunopathology*, 2016, 178, pp. 14-21.

10. Phaswana P.H., Ndumnego O.C., Koehler S.M., et al. Use of the mice passive protection test to evaluate the humoral response in goats vaccinated with Sterne 34F2 live spore vaccine. *Veterinary research*, 2017, 48, pp. 1-8.
11. Felix J.B., Chaki S.P., Ficht T.A., Rice-Ficht A.C., Cook W. Bacillus anthracis Sterne Strain 34F2 vaccine antibody dose response by subcutaneous and oral administration. *Poultry, Fisheries & Wildlife Sciences*, 2019, no. 7, 206 p.
12. Makarov V.V., Timofeev B.A. Parazitizm, patogennost, infekcionnaya parazitarnaya sistema [Parasitism, pathogenicity, parasitic system]. *Veterinarnaya patologiya*, 2006, (4 (19)), pp. 174-181. (In Russian)
13. Driks A. The Bacillus anthracis spore. *Molecular aspects of medicine*, 2009, 30(6), pp. 368-373.
14. Logvin F.V., Kondratenko T.A., Vodyanitskaya S.Yu. Sibirskaya yazva v mire, stranah SNG i Rossiiskoi Federatsii (obzor literatury) [Anthrax worldwide, in the CIS countries, and in the Russian Federation (Literature review)]. *Meditsinskij vestnik Yuga Rossii*, 2017, (3), pp. 17-22. (In Russian).
15. Okinaka R., Pearson T., Keim P. Anthrax, but not Bacillus anthracis?. *PLoS Pathogens*, 2006, 2(11), 122 p.
16. Kuttyrev V.V., Smirnova N.I. Geneticheskaya diagnostika i molekulyarnoe tipirovanie vozбудителей chumy, holery i sibirskoy yazvy' [Genetic diagnosis and molecular typing of the causative agents of plague, cholera, and anthrax]. *Molekulyarnaya genetika, mikrobiologiya i virusologiya*, 2003, (1), pp. 6-14. (In Russian).
17. Chauncey K.M., Szarowicz S.E., Sidhu G.S., During R.L., Southwick F.S. Anthrax lethal and edema toxins fail to directly impair human platelet function. *Journal of Infectious Diseases*, 2012, 205(3), pp. 453-457.

Сведения об авторах:

Сапаров Аян Анаркулович* – обучающийся докторантуры по специальности 8D09101 – Ветеринарная медицина, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. имени Валиханова 137, тел.: 87016980999, e-mail: ayan_saparov@mail.ru.

Батанова Жанат Мухаметкалиевна – кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. имени Валиханова 137, тел.: 87077947972, e-mail: batanova_77@mail.ru.

Ахметсадыков Нурлан Нуролдинович – доктор ветеринарных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. имени Валиханова 137, тел.: 87017290175, e-mail: nurlan.akhmetsadykov@gmail.com.

Крыкбаев Еркин Алийбекович – обучающийся докторантуры по специальности 8D09101 – Ветеринарная медицина, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. имени Валиханова 137, тел.: 8702 3654304, e-mail: krykbaev_e@mail.ru.

Сапаров Аян Анаркулович* – «8d09101» – Ветеринариялық медицина мамандығы бойынша докторантураның білім алушысы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 050000 Алматы қ. Уәлиханов атындағы көш 137, тел.: 87016980999, e-mail: ayan_saparov@mail.ru.

Батанова Жанат Мухаметкалиевна – ветеринария ғылымдарының кандидаты, доцент, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 050000 Алматы қ. Уәлиханов атындағы көш. 137, тел.: 87077947972, e-mail: batanova_77@mail.ru.

Ахметсадыков Нурлан Нуролдинович – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 050000 Алматы қ. Уәлиханов атындағы көш. 137, тел.: 87017290175, e-mail: nurlan.akhmetsadykov@gmail.com.

Крыкбаев Еркин Алийбекович – «8d09101» – Ветеринариялық медицина мамандығы бойынша докторантураның білім алушысы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 050000 Алматы қ. Уәлиханов атындағы көш. 137, тел.: 87023654304, e-mail: krykbaev_e@mail.ru.

Saparov Ayan Anarkulovich* – PhD student, “8D09101” – Veterinary Medicine, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, 137 Valikhanov Str., tel.: 8701698 0999, e-mail: ayan_saparov@mail.ru.

Batanova Zhanat Mukhametkaliyevna – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, 137 Valikhanov Str., tel.: 87077947972, e-mail: batanova_77@mail.ru.

Akhmetsadykov Nurlan Nurolidinovich – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, 137 Valikhanov Str., tel.: 87017290175, e-mail: nurlan.akhmetsadykov@gmail.com.

Krykbayev Yerkin Aliybekovich – PhD student, “8D09101” – Veterinary Medicine, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, 137 Valikhanov Str., tel.: 87023654304, e-mail: krykbaev_e@mail.ru.

XFTAP 68.41.37

ӨОЖ 619:636.2:591.13

<https://doi.org/10.52269/KGTD253165>

МҮЙІЗДІ ІРІ ҚАРА ҚОРАЛАРЫНЫҢ МИКРОКЛИМАТ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ТӘСІЛДЕРІ

Сабырова А.Қ.* – 8D09101-Ветеринариялық медицина білім беру бағдарламасы бойынша докторантураның білім алушысы, «Шәкәрім университеті» КЕАҚ, Семей қ. Қазақстан Республикасы.

Дюсембаев С.Т. – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, «Шәкәрім университеті» КЕАҚ, Семей қ. Қазақстан Республикасы.

Койгельдинова А.С. – ветеринария ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор «Шәкәрім университеті» КЕАҚ, Семей қ. Қазақстан Республикасы.

Сулейменов Ш.К. – PhD, Ветеринария және ауыл шаруашылығының зерттеу мектебінің деканы, «Шәкәрім университеті» КЕАҚ, Семей қ. Қазақстан Республикасы.

Бұл мақалада мал шаруашылығы кәсіпорындарындағы микроклиматты оңтайландыру әдістері қарастырылады. Жүргізілген зерттеулер қолданыстағы тәсілдерді талдауды, автоматтандырылған жүйелерді енгізуді және эксперименттік есептеулерді қамтиды.

Нәтижелер микроклимат параметрлерінің айтарлықтай жақсарғанын көрсетті. Мысалы, «Шалабай» шаруашылығында қыста температура -2°C -тан 10°C -қа дейін көтеріліп, ылғалдылық 85%-дан 65%-ға төмендеді, ал аммиак концентрациясы 25 ppm-нан 15 ppm-ға дейін азайды. «Приречное» агрофирмасында температура 9°C -қа артты, ылғалдылық 30%-ға төмендеді, ал аммиак деңгейі 18 ppm-ға азайды.

Экономикалық талдау инвестициялардың қайтарым мерзімі 9-10 ай аралығында болғанын көрсетті. Мысалы, «Шалабай» шаруашылығында салынған 440 000 теңге 8 айда қайтарылып, жас малдың салмағының артуы есебінен 600 000 теңге қосымша табыс әкелді. «Приречное» шаруашылығында әр сиырдан тәулігіне 3 литрге дейін сүттің артуы 950 000 теңгені 9 айда қайтаруға мүмкіндік беріп, 1 260 000 теңге қосымша пайда әкелді.

Негізгі қорытындылар микроклиматты автоматтандырылған жүйелерді қолдана отырып оңтайландыру жануарлардың өнімділігін және шаруашылықтардың экономикалық тиімділігін арттыруға ықпал ететінін көрсетеді.

Түйінді сөздер: оңтайландыру, мал шаруашылығы қора-жайының микроклиматы, температура, ылғалдылық режимі, лактоза, химиялық құрамы, микроклимат параметрлері.

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Сабырова А.К.* – докторант по образовательной программе 8D09101 – Ветеринарная медицина, НАО «Шәкәрім университет», г. Семей, Республика Казахстан.

Дюсембаев С.Т. – доктор ветеринарных наук, профессор, НАО «Шәкәрім университет», г. Семей, Республика Казахстан.

Койгельдинова А.С. – кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор, НАО «Шәкәрім университет», г. Семей, Республика Казахстан.

Сулейменов Ш.К. – PhD, декан, Исследовательская школа ветеринарии и сельского хозяйства, НАО «Шәкәрім университет», г. Семей, Республика Казахстан.

В данной статье рассматриваются методы оптимизации микроклимата на предприятиях животноводства. Проведённые исследования включают анализ существующих подходов, внедрение автоматизированных систем и экспериментальные расчёты.

Результаты показали значительное улучшение параметров микроклимата. Например, в хозяйстве «Шалабай» зимой температура повысилась с -2°C до 10°C , влажность снизилась с 85 % до 65 %, а концентрация аммиака уменьшилась с 25 ppm до 15 ppm. В агрофирме «Приречное» температура увеличилась на 9°C , влажность снизилась на 30 %, а уровень аммиака уменьшился на 18 ppm.

Экономический анализ показал, что срок окупаемости инвестиций составил от 9 до 10 месяцев. Так, в хозяйстве «Шалабай» вложенные 440 000 тенге окупились за 8 месяцев и принесли дополнительный доход в размере 600 000 тенге за счёт увеличения массы молодняка. В хозяйстве «Приречное» увеличение удоя на 3 литра молока в сутки от каждой коровы позволило окупить 950 000 тенге за 9 месяцев и принесло дополнительную прибыль в размере 1 260 000 тенге.

Основные выводы показывают, что оптимизация микроклимата с применением автоматизированных систем способствует повышению продуктивности животных и экономической эффективности хозяйств.

Ключевые слова: оптимизация, микроклимат животноводческих помещений, температура, влажностный режим, лактоза, химический состав, параметры микроклимата.

METHODS FOR OPTIMIZING MICROCLIMATE PARAMETERS IN CATTLE HOUSING

Sabyrova A.K.* – PhD student, “8D09101–Veterinary Medicine” educational program, Shakarim University NJSC, Semey, Republic of Kazakhstan.

Dyusseimbayev S.T. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Shakarim University NJSC, Semey, Republic of Kazakhstan.

Koigeldinova A.S. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Shakarim University NJSC, Semey, Republic of Kazakhstan.

Suleimenov Sh.K. – PhD, Dean of the Research School of Veterinary Medicine and Agriculture, Shakarim University NJSC, Semey, Republic of Kazakhstan.

This article examines methods for optimizing the microclimate in livestock enterprises. The conducted research includes an analysis of existing approaches, the implementation of automated systems, and experimental calculations.

The results demonstrated significant improvements in microclimate parameters. For example, at the Shalabay farm, winter temperatures increased from -2°C to 10°C, humidity decreased from 85% to 65%, and ammonia concentration dropped from 25 ppm to 15 ppm. At the Prirechnoe agro-firm, the temperature increased by 9°C, humidity decreased by 30%, and the ammonia level reduced by 18 ppm.

An economic analysis showed that the payback period for investments ranged from 9 to 10 months. Specifically, in the Shalabay farm, an investment of 440,000 KZT paid off within 8 months, generating an additional income of 600,000 KZT due to increased young livestock weight. In the Prirechnoe farm, an increase in milk yield of up to 3 liters per cow per day enabled 950,000 KZT investment to be recovered in 9 months, resulting in an additional profit of 1,260,000 KZT.

The main conclusions indicate that optimizing the microclimate through the use of automated systems contributes to increased animal productivity and improved economic efficiency of farms.

Key words: optimization, microclimate of livestock housing, temperature, humidity regime, lactose, chemical composition, microclimate parameters.

Кіріспе. Мал шаруашылығы, әсіресе ірі қара мал өсіру, Абай облысының экономикасында маңызды рөл атқарады. Бұл сала тұрғындарды сүт және ет өнімдерімен қамтамасыз етіп, ауылдық жерлерде жұмыс орындарын сақтауға көмектеседі. «Шалабай» ЖШС, «Агрофирма Приречное» ЖШС және «Қалиқанұлы» ШҚ ірі қара мал өсірумен айналысатын типтік кәсіпорындарға жатады.

Абай облысы қатаң континенталды климатымен ерекшеленеді: қысы суық (-17...-20 °C), жазы ыстық (+20...+25 °C). Мұндай жағдайлар қораларда қолайлы микроклимат сақтауды қиындатады, бұл малдың денсаулығы мен өнімділігіне әсер етеді. Микроклиматтың бұзылуы сүттің 10–20%-ға төмендеуіне және аурулар санының артуына әкеледі.

Аталған шаруашылықтарда жылу оқшаулауы төмен, желдетуі жеткіліксіз қоралар пайдаланылады, бұл қыста ылғалдылықтың, жазда ыстықтың кері әсерін күшейтеді. Сондықтан заманауи микроклиматты басқару әдістерін енгізу өзекті мәселе болып отыр.

Мақсаты мен міндеттері. Ірі қара мал ғимараттарындағы микроклимат параметрлерін оңтайландыру арқылы өнімділікті арттыру және шығындарды азайту. Міндеттері: 1) Абай облысы климаты мен ірі қара ұстау жағдайларын талдау; 2) Микроклиматты басқарудың заманауи әдістерін зерттеу; 3) Температура, желдету, ылғалдылықты оңтайландыру шараларын әзірлеу; 4) Ұсынылған әдістердің тиімділігін бағалау; 5) Объектілер.

«Шалабай», «Агрофирма Приречное» және «Қалиқанұлы» шаруашылықтары: 2500–3500 бас мал, қоралар жергілікті материалдардан салынған, заманауи жабдықталмаған. Зерттеу 2024–2025 жылдары жүргізілді, маусымдық өзгерістер ескерілді.

Микроклимат температура, ылғалдылық, желдету және жарықтандыру сияқты параметрлерді қамтиды, олардың әрқайсысы ірі қара малы физиологиясына ерекше әсер етеді. Hansen зерттеулері сүтті сиырлар үшін оңтайлы температуралық диапазон 5-20 °C екенін көрсетеді. Жоғары шектің асуы жылу стрессін туғызып, малдың азық тұтынуын және сүт өнімділігін 10-25 %-ға төмендетеді, бұл Абай

облысындағы жаз айларында өте өзекті мәселе. Жарма және Жанасемей аудандарында (-40°C дейін) қыстың төмен температуралары малдың терморегуляциясына энергия шығынын арттырып, етті тұқымдардың салмақ өсімін 15-20 %-ға төмендетеді (West, 2003). Қазақстандық ғалымдар Жумагулов (2018) сынды зерттеушілер, шағын фермаларға тән жеткіліксіз жылу оқшаулауы бар дәстүрлі ғимараттар температураның тұрақтылығын қамтамасыз етпейтінін атап өтеді, бұл тиімді шешімдерді іздестіруді талап етеді [1, 3126 б., 2, 5 б., 3, 35 б.].

Ауа ылғалдылығы да маңызды рөл атқарады. Смит және басқалары (Smith et al., 2016) іқм үшін оңтайлы салыстырмалы ылғалдылық деңгейі 50–70 % аралығында екенін анықтады. «Шалабай» мен «Агрофирма Приречное» ЖШС жиі кездесетін жоғары ылғалдылық (80 %-дан жоғары) патогендердің көбеюіне және аурулар деңгейінің өсуіне, оның ішінде пневмонияға шалдығуға ықпал етеді. «Қалиқанұлы» ШҚ үшін тән жазғы құрғақ ауа (40 %-дан төмен) тыныс алу жолдарының тітіркенуіне әкелуі мүмкін. Қазақстандық зерттеушілер континенталды климат жағдайында ғимараттардағы ылғалдылықты белсенді реттеу қажеттілігін растайды, әсіресе қыс айларында бу конденсациясы жағдайды ушықтырады [4, 47 б., 5, 121 б.].

Желдету – тағы бір маңызды фактор. Collins ауаның қозғалыс жылдамдығы 0,5–1 м/с болуы керек екенін атап көрсетеді, бұл аммиак (NH_3) пен көмірқышқыл газын (CO_2) тиімді түрде шығару үшін маңызды. «Шалабай» мен «Приречное» ЖШС шаруашылықтарда терезелер арқылы табиғи желдету қолданылатындықтан, бұл көрсеткішке сирек қол жеткізіледі, бұл зиянды газдардың жинақталуына әкеледі. «Қалиқанұлы» сияқты ірі шаруашылықтарда қолданылатын мәжбүрлі желдету жүйелері NH_3 концентрациясын 30-40 %-ға төмендетеді, алайда олардың жоғары құны таралуын шектейді [6, 24 б., 7, 80 б.].

Жарықтандыру, дегенмен, аз зерттелген болса да, іқм өнімділігіне және мінез-құлқына әсер етеді. Dahlmann зерттеулеріне сәйкес, жарық күні 16-18 сағатқа созылғанда, гормоналды белсенділіктің стимуляциясы арқасында сүт өнімділігі 5-8 %-ға артады. Абай облысындағы қысқы күннің қысқалығы (желтоқсан-қаңтар айларында шамамен 8 сағат) жағдайында жасанды жарықтандыру қажет болып табылады, бірақ «Шалабай» және «Приречное» шаруашылықтарында ол жиі жоқ немесе энергия шығындарына байланысты шектеулі болады. Қалиқанұлы ШҚ-да қарапайым шамдар қолданылғандықтан, жарықтандырудың деңгейі сирек 100 люксті құрайды, бұл ұсынылған 150-200 люкстен төмен [8, 2893 б.].

Заманауи микроклиматты басқару технологиялары температура, ылғалдылық және ауа сапасы датчиктерін желдеткіштер мен жылыту құрылғылар сияқты басқару құралдарымен біріктіретін автоматтандырылған жүйелерді қамтиды. Джонс және басқалары (Jones et al., 2021) мұндай жүйелер энергия тұтынуды 15–20 %-ға төмендетіп, іқм өнімділігін 10–15 %-ға арттыратынын хабарлайды. Қазақстанда осындай технологиялар Алматы облысындағы ірі шаруашылықтарда сынақтан өткізілуде (Серікбаев, 2022), бірақ оларды Абай облысының климаттық ерекшеліктері мен шектеулі инфрақұрылым жағдайларына бейімдеу қажеттілігі туындайды. Энергия үнемдеу технологияларына да зерттеушілердің назарын аударады. А.В.Петров зерттеулерінде пенополиуретан немесе минералды мақта сияқты жылу оқшаулау материалдарын қолдану жылу жоғалтуды 30–40 %-ға азайтатынын көрсетеді, бұл Абай облысындағы суық қыста әсіресе маңызды. Заманауи энергия көздерін, мысалы, күн панельдерін қолдану жазғы кезеңде, облыста күн белсенділігі максималды деңгейге жететін кезде болашақтағы шешім ретінде қарастырылуда (Қасымов, 2021). Алайда, осындай жүйелердің жоғары құны оларды шағын шаруашылықтар үшін қолжетімсіз етеді [9, 74 б., 10, 26 б., 11, 58 б., 12, 69 б.].

Жергілікті зерттеушілер технологияларды аймақтық жағдайларға бейімдеудің маңыздылығын атап көрсетеді. Б.Ж. Жақсылықов дәстүрлі материалдар, мысалы, «Шалабай» және Агрофирма «Приречное» шаруашылықтарында қолданылатын саман, дұрыс өңделіп, қосымша оқшаулаумен тиімді болуы мүмкін екенін айтады. Сонымен қатар, Қазақстанда мал шаруашылығы ғимараттарын жобалаудың стандарттарының болмауы, ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігі (2023) атап өткендей, Абай облысындағы фермалардың төмен модернизациясына әкеледі. Бұл «Шалабай» және «Приречное» шаруашылықтарының жағдайымен расталады, онда ескірген құрылымдар басым, ал «Қалиқанұлы» шаруашылығында модернизация элементтері енгізілуде [13, 104 б.].

Зерттеулер көрсеткендей, жылу оқшаулау мен вентиляцияға салынған инвестициялар 2-3 жылда өнімділіктің өсуі және жануарларды емдеу шығындарының төмендеуі есебінен қайтарымын береді (Токарев, 2020). Алайда, ресурстары шектеулі шағын шаруашылықтар жағдайында арзан шешімдерге басымдық беріледі, мысалы, табиғи вентиляцияны жақсарту немесе жергілікті материалдарды қолдану [14, 47 б., 15, 112 б., 16, 25 б., 17, 89 б., 18, 15 б., 19, 27 б., 20, 53 б.].

Осылайша, әдебиеттерге шолу мал шаруашылығы ғимараттарында микроклиматты оңтайландыру үшін температура, ылғалдылық, желдету және жарықтандыруды кешенді реттеу қажет екенін көрсетті. Заманауи технологиялар мен энергия үнемдейтін материалдар тиімді нәтиже берсе де, оларды «Шалабай», «Агрофирма Приречное» және «Қалиқанұлы» шаруашылықтарында енгізу экономикалық және климаттық шектеулерге тап болады. Осы зерттеу әр шаруашылықтың ерекшелігі мен Абай облысының жағдайларына бейімделген шешімдерді ұсынады.

Абай облысы қатал континентальды климатымен ерекшеленеді. Жылдық орташа температура 3°C болса, маусымдық айырмашылықтар айтарлықтай: қыста $-17\ldots-20^{\circ}\text{C}$, жазда $+20\ldots+25^{\circ}\text{C}$. Қыста ауа температурасы Жарма ауданында -40°C -қа дейін төмендейді. Жазда $35\text{--}40^{\circ}\text{C}$ -қа дейін ысып,

құрғақшылық жиі кездеседі. Жылдық жауын-шашын мөлшері 250–400 мм, бірақ булану оны 2–3 есе асады, бұл ылғал тапшылығын арттырады. Қыста қар қалыңдығы 20–30 см ғана болып, қатты желдер қарды ұшырып әкетеді. Жазда ылғалдылық 30–40 % аралығында, бұл жайылымдарды құрғатады.

Бұл климат ірі қара малдың өнімділігіне кері әсер етеді: қыста терморегуляцияға көп энергия жұмсалып, сүт өнімділігі мен салмақ қосу 10–20 %-ке төмендейді. Жазда жылу стрессі тәбетті азайтып, өнімділікті түсіреді. Қораларда қыста жоғары ылғалдылық (80–90 %) ауру қаупін арттырады, ал жазда құрғақ ауа жайсыздық туғызады.

«Қалиқанұлы» шаруашылығында қыста қора іші 0–5 °C-қа дейін суып, сиырлар ауруға бейім келеді. Жазда +30–35 °C температурада жылу стрессі байқалады. «Приречное» агрофирмасында Ертіс өзенінің әсерінен ылғалдылық жоғары, ал вентиляция жеткіліксіз, нәтижесінде аммиак деңгейі 25–30 ppm-ге жетеді. «Шалабай» ЖШС-де қыста күшті желдер қораларды салқындатып, жазда құрғақшылық ерте қамап ұстауға мәжбүрлейді.

Дәстүрлі табиғи вентиляция мен аз жылу оқшаулау ірі шаруашылықтардың қажеттілігін қанағаттандырмайды. «Қалиқанұлы» шаруашылығында жылу стрессі салдарынан сүт өнімділігі 15 %-ке төмендейді. «Приречное» мен «Шалабайда» массаның өсуі қыста 10–20 %-ке азаяды. Көп қоралар мен мал саны жүйелі шешімдерді қажет етеді: мәжбүрлі вентиляция, сапалы жылу оқшаулау және автоматтандыру.

Абай облысының суық, желді қысы мен құрғақ, ыстық жазы мал шаруашылығы үшін үлкен сынақ болып табылады. Әр шаруашылықтың бағыты мен инфрақұрылымына сай жеке оңтайландыру әдістері қажет.

Материалдар мен әдістер. Абай облысындағы «Қалиқанұлы», «Агрофирма Приречное» және «Шалабай» шаруашылықтарында ірі қара малды ұстайтын қора-жайлардың микроклиматын оңтайландыру әдістерін зерттеу олардың көлемін, өңірдің климаттық жағдайларын және өндірістің ерекшеліктерін ескере отырып жүргізілді. Мақалада зерттеу объектілері, деректерді жинау әдістері, сондай-ақ шешімдерді талдау және әзірлеу үшін қолданылған құралдар мен жабдықтар көрсетілген. Негізгі акцент 2500–3500 бас мал басы бар ірі фермаларға арналған технологияларды бейімдеуге негізделген, себебі дәстүрлі әдістер мұндай шаруашылықтарда жеткіліксіз тиімді болып табылады.

Зерттеу объектілері ретінде Абай облысындағы өндіріс бағыты мен инфрақұрылымы әртүрлі үш ірі шаруашылық таңдалды:

1. «Қалиқанұлы» шаруа қожалығы – Семей қаласынан 18 км қашықтықтағы Стекланка ауылында орналасқан. 2005 жылы құрылған, 2500–3000 бас голштин тұқымды сүтті бағыттағы сиырларды ұстайды. Төрт қора (бесінші қора құрылыс кезеңінде) бар, олар темір бетоннан салынған және қабырғалары минералды мақтамен оқшауланған, төбесі металл, желдету табиғи. Әр қораның алаңы – шамамен 800 м², төбе биіктігі – 3,5 м. «Айша» сүт өнімдерін шығарады.

2. «Приречное» агрофирмасы – Семей қаласының Приречное ауылында орналасқан. 3000–3500 бас етті бағыттағы сиырларды 9 темірбетон қора-жайларда ұстайды, оларда минималды жылу оқшаулау бар, төбесі шифермен жабылған, желдету табиғи, шығару тесіктері бар. Әр қораның алаңы – 600–1000 м², төбе биіктігі – 3 м.

3. «Шалабай» – Жарма ауданының Шалабай ауылдық округінде орналасқан, 2005 жылы құрылған. 3000–3500 бас қазақтың ақ бас тұқымды сиырларын 11 темірбетон қора-жайларында ұстайды, олар жартылай полистиролмен оқшауланған, төбесі металл, желдету табиғи, шығару құбырлары бар. Әр қораның алаңы – 700–900 м², төбе биіктігі – 3,2 м.

Шаруашылықтардың таңдалуы олардың ірі көлемде болуы мен әртүрлі жағдайлармен ерекшеленуімен негізделген – «Қалиқанұлы» шаруашылығында сүтті бағыт, «Приречное» және «Шалабай» шаруашылықтарында етті бағыт, бұл әртүрлі тұқымдар мен өндірістік мақсаттарының микроклиматқа әсерін бағалауға мүмкіндік береді.

Өлшенген микроклиматтық параметрлер: ауа температурасы іште және сыртта (°C); салыстырмалы ылғалдылық (%); ауа қозғалыс жылдамдығы (м/с); аммиак (NH₃) және көмірқышқыл газ (CO₂) концентрациясы (ppm) және жарықтандыру деңгейі (люкс).

Өлшеулер 2024 жылдың наурыз айынан 2025 жылдың ақпан айына дейін, барлық маусымдарды қамтып жүргізілді. Деректер төрт рет тәулігіне (6:00, 12:00, 18:00, 24:00) үш нүктеде әрбір қорада: кіреберісте, орталықта және жануарлардың демалатын аймағында жиналды. Әр шаруашылықта өлшеулер екі қорада (тиісінше 4, 9 және 11) жүргізілді, бұл деректердің репрезентативтілігін қамтамасыз ету үшін.

Микроклиматтың өнімділікке әсерін бағалау үшін мынадай деректер тіркелді: «Қалиқанұлы» шаруа қожалығында орташа тәуліктік сауым (л/бас); «Приречное» және «Шалабай» шаруашылықтарында жас малдың салмақ өсімі (г/күн) және тыныс алу жолдары ауруларының жиілігі (1000 басқа 1 айдағы жағдайлар).

Өнімділік ай сайын шаруашылықтардың есептеріне және ветеринарлық деректерге негізделіп бақыланды. Келесі жабдықтар қолданылды:

1. Температура «ThermoTech» термометрлерімен ±0,1 °C дәлдікпен өлшенді.
2. Ауаның қозғалыс жылдамдығы «WindFlow» анемометрлерімен (±0,1 м/с) тіркелді.
3. Газоанализатор Dräger X-am 5600 – NH₃ және CO₂ үшін (сезімталдығы 1 ppm).
4. Люксметр Extech LT300 – жарықтандыру деңгейін өлшеу үшін (0–200 000 люкс, дәлдігі ±5%).
5. Метеостанция Davis Vantage Pro2 – сыртқы жағдайлар үшін (температура, ылғалдылық, жел).

Құралдар эксперимент басталғанға дейін калибрленді, деректер электронды журналдарға жазылды. Оптимизация әдістері. Келесі әдістер тестіленді:

1. «Қалиқанұлы» ШҚ:

- Пенополиуретанмен (100 мм) шатырды оқшаулау.
- Мәжбүрлі желдету жүйесін орнату (вентиляторлар 5000 м³/сағ).
- Таймері бар жарықдиодты шамдар (100 Вт) – 16 сағат.
- Қыста ауа ылғалдандырғыштар (30 л/күн).

2. «Приречное» агрофирмасы ЖШС:

- Минералды мақтамен (100 мм) қабырғалар мен шатырды оқшаулау.
- Вентиляторлар (4000 м³/сағ) қолмен басқару.
- Шығару түтіктерін орнату (диаметрі 200 мм).

3. «Шалабай» ЖШС:

- Пенополиуретанмен (100 мм) оқшаулау.
- Желдету жүйесі (4500 м³/сағ) клапандар мен вентиляторлармен.
- Жарықдиодты шамдар (80 Вт) – 16 сағат.

Әдістер кезең-кезеңімен енгізілді: оқшаулау – 2024 жылдың наурыз-сәуірінде, желдету – мамыр-маусымда, жарықтандыру және ылғалдандыру – шілде-тамызда. Әр шаруашылықта бір қора бақылау ретінде қалдырылды. Жұмыстар нақты шаруашылық жағдайларында жүргізілді: «Қалиқанұлы» ШҚ-да электр қуаты жеткілікті болғандықтан автоматтандыру қолданылды; «Приречное» агрофирмасында электрмен жабдықтау шектеулі болғандықтан механикалық шешімдер пайдаланылды; «Шалабай» ЖШС-де жел күші ескерілді.

Микроклиматты оңтайландыру үшін температураны, желдетуді, ылғалдылықты және жарықтандыруды реттеу әдістері әзірленді. Температура қыста +5–20 °С аралығында ұсталды. Деректер Statistica 13.0 бағдарламасында өңделіп, Студенттің t-критерийі ($p < 0,05$) қолданылды.

«Қалиқанұлы» ШҚ-да қыста температура 0–5 °С-тан 8–10 °С-қа дейін көтерілді. Пенополиуретанмен оқшаулау және желден қорғайтын пленка қолданылып, 4 қорада (2500–3000 бас) шығындар бір қораға 1 млн теңгені құрады. Жазда температура +23–25 °С деңгейінде болды.

«Приречное» агрофирмасында минералды мақта қолданылып, 9 қорада (3000–3500 бас) температура 7–9 °С-қа көтерілді, жазда +26–28 °С деңгейі қамтамасыз етілді. Бір қораға шығындар – 800 000 теңге.

«Шалабай» ЖШС-де пенополистирол және желге қарсы пленка орнатылып, 11 қорада (3000–3500 бас) температура 8–10 °С-қа артты, жазда +25–27 °С-қа дейін төмендетілді. Бір қораға шығындар – 900 000 теңге. Жылыту жүйесі болмағандықтан температураның жоғарғы шегі (20 °С) қол жеткізілмейді, бірақ оқшаулау және жануарлардан алынған жылу қыста суық стрессті минимизациялайды, ал жаздағы шаралар ыстықтан қорғауға мүмкіндік береді.

Вентиляцияны басқару. Вентиляция аммиак (NH_3) және көмірқышқыл газы (CO_2) сияқты газдарды шығарады, ауа жылдамдығын 0,5–1 м/с деңгейінде ұстап тұрады. Қораларда табиғи вентиляция жеткіліксіз болды.

«Қалиқанұлы» ШҚ: NH_3 25–30 ppm жетті. Вентиляторлар (5000 м³/сағ, 4 дана бір қораға) және ауа тарту клапандары орнатылды, бұл ауа жылдамдығын 0,8 м/с дейін арттырып, NH_3 -ті 12–15 ppm-ге дейін төмендетті. Қыста вентиляция қолмен реттеліп, жылуды сақтауға бағытталды, жазда үздіксіз жұмыс істеді. Шығындар – бір қораға 800 000 теңге.

Агрофирма «Приречное»: NH_3 30 ppm болды, ауа жылдамдығы – 0,2 м/с. Вентиляторлар (4000 м³/сағ, 3 дана) және шығыс құбырлары (диаметрі 200 мм, 6 дана) ауа жылдамдығын 0,6 м/с дейін арттырып, NH_3 -ті 14 ppm-ге дейін төмендетті. Қыста жартылай, жазда толық жұмыс істеді. Шығындар – бір қораға 600 000 теңге.

«Шалабай»: NH_3 25 ppm жетті. Ауа кіретін жүйе, вентиляторлармен (4500 м³/сағ, 4 дана) және клапандармен ауа жылдамдығын 0,7 м/с дейін арттырып, NH_3 -ті 13 ppm-ге дейін төмендетті. Шығындар – бір қораға 700 000 теңге, желден қорғауды есепке алғанда.

Вентиляция газдардың құрамын 40–50 %-ға дейін төмендетіп, ауа сапасын жақсартты.

Ылғалдылықты бақылау. Оптималды ылғалдылық – 50–70 %. Қыста ол 80–90 % аралығында болды, жазда 30–40 % дейін төмендеді.

«Қалиқанұлы»: Қыстағы ылғалдылық (90 %) конденсацияға әкелді. Құрғатқыштар (30 л/тәулік, 2 дана бір қораға) оны 60 %-ға дейін төмендетті. Жазда су шашыратқыштар (15 л/сағ) ылғалдылықты 35 %-дан 55 %-ға дейін көтерді. Шығындар – бір қораға 500 000 теңге.

Агрофирма «Приречное»: Қыста ылғалдылық (90 %) вентиляция және әктеу (20 кг/ай) арқылы 65 %-ға дейін төмендетілді. Жазда (30–40 %) түзету жасалмады, шектеулерге байланысты. Шығындар – бір қораға 50 000 теңге/ай.

«Шалабай»: Қыстағы ылғалдылық (85 %) вентиляция және әктеу (15 кг/ай) арқылы 65 %-ға дейін төмендетілді. Жазда шашыратқыштар (10 л/сағ) ылғалдылықты 30 %-дан 50 %-ға дейін көтерді. Шығындар – бір қораға 200 000 теңге.

Ылғалдылықты бақылау, әсіресе «Қалиқанұлы» ШҚ-ғы голштиндеріне жақсы жағдайлар туғызды.

Жарықты оптимизациялау. Күндізгі жарық 16–18 сағатқа созылса, өнімділік артады. Жарықтандыру 100 люкстан төмен болды.

«Қалиқанұлы» ШҚ: Жарықдиодты шамдар (100 Вт, 20 дана бір қораға) таймерлермен (16 сағат) жарықтандыруды 80 люкстан 200 люкске дейін арттырды. Шығындар – бір қораға 300 000 теңге.

Агрофирма «Приречное»: Жарықдиодты шамдар (80 Вт, 15 дана) жарықтандыруды 60 люкстан 150 люкске дейін арттырды (16 сағат). Шығындар – бір қораға 200 000 теңге.

«Шалабай»: Жарықдиодты шамдар (80 Вт, 18 дана) жарықтандыруды 70 люкстан 160 люкске дейін арттырды (16 сағат). Шығындар – бір қораға 250 000 теңге.

Жарықтандыру «Қалиқанұлы» ШҚ сүт өнімділігіне маңызды рөл атқарса, ол ет өндіретін шаруашылықтардағы малдардың мінез-құлқын жақсартты.

Автоматтандырылған жүйелерді қолдану. Автоматтандыру дәлдікті арттырып, еңбек шығындарын азайтады.

«Қалиқанұлы»: Температура, ылғалдылық және CO₂ датчиктері бар жүйе вентиляция мен жарықтандыруды басқарды. Шығындар – бір қораға 1 млн теңге.

Агрофирма «Приречное»: Электр қуатының үзілістеріне байланысты вентиляцияға арналған таймерлер. Шығындар – бір қораға 100 000 теңге.

«Шалабай»: Вентиляцияға арналған температура датчиктері. Шығындар – бір қораға 300 000 теңге.

Автоматтандыру «Қалиқанұлы» шаруашылығында тұрақтылықты қамтамасыз етті, ал Агрофирма «Приречное» мен «Шалабай»-да бұл тек жартылай жақсартуға қол жеткізді.

Әдістер бойынша қорытындылар. Әдістер жылытусыз жағдайларға бейімделген: «Қалиқанұлы» ШҚ-да сүтті сиырлар үшін жылытуға және құрғатуға, «Приречное» Агрофирма ЖШС-де желдетуге және қарапайымдылыққа, «Шалабай» ЖШС-де желден қорғауға баса назар аударылады. Құны: тиісінше сиыр қорасына 2,6 млн, 1,75 млн және 2,35 млн теңге. Тиімділік әрі қарай талданады.

Нәтижелер және талқылау. Абай облысындағы «Қалиқанұлы», Агрофирма «Приречное» және «Шалабай» шаруашылықтарының қораларында микроклиматты оңтайландыру әдістерін енгізу олардың қоршаған орта параметрлеріне, ірі қараның өнімділігіне және экономикалық тиімділігіне әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Эксперимент 2024 жылдың наурызынан 2025 жылдың ақпанына дейін жүргізілді, барлық маусымдарды қамтыды. Жылу жүйесінің жоқтығын ескере отырып, әдістер жылу оқшаулау, вентиляция, ылғалдылықты бақылау және жарықтандыруға негізделді.

Енгізілген әдістердің тиімділігін талдау. Әдістер эксперименттік қораларда (әр шаруашылықта 2 қора) сынақтан өткізілді, ал бақылау қоралары өзгеріссіз қалды. Микроклимат параметрлерін енгізу алдында және кейін өлшеу нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

1 кесте – Микроклимат параметрлері оптимизациядан бұрын және кейін (жыл бойы орташа мәндер)

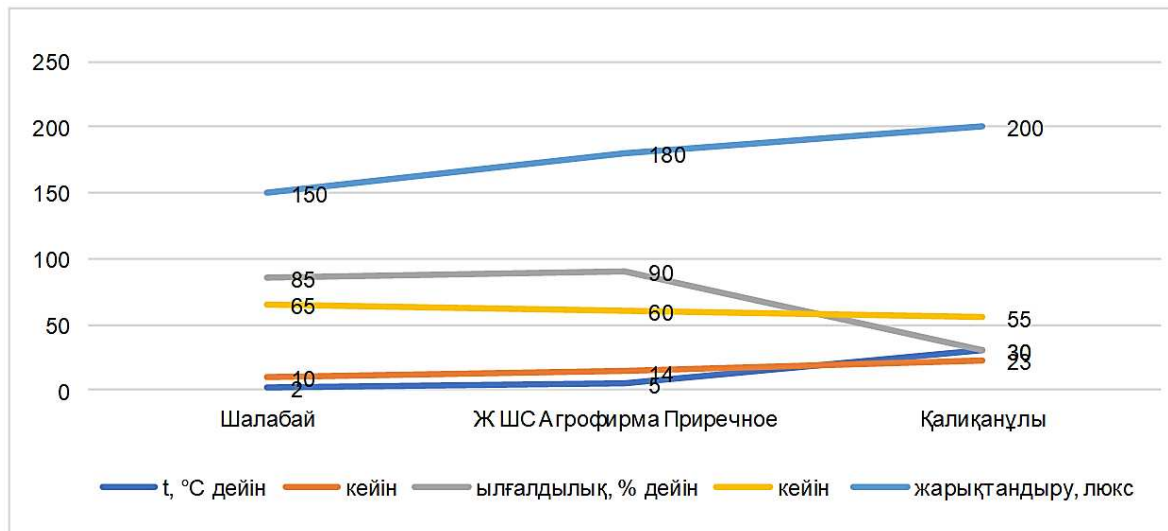
Шаруашылық	Параметр	дейін (бақылау)	кейін (эксперимент)	өзгеріс
Шалабай	Температура қыста (°C)	-2	10	+12
	Ылғалдылық қыста (%)	85	65	-20
	NH ₃ (ppm)	25	15	-10
	Жарықтандыру (люкс)	50	150	+100
Приречное	Температура қыста (°C)	5	14	+9
	Ылғалдылық қыста (%)	90	60	-30
	NH ₃ (ppm)	30	12	-18
	Жарықтандыру (люкс)	80	180	+100
Қалиқанұлы	Температура қыста (°C)	30	23	-7
	Ылғалдылық қыста (%)	30	55	+25
	NH ₃ (ppm)	20	10	-10
	Жарықтандыру (люкс)	100	200	+100

«Шалабай»: пенополистиролмен оқшаулау және пештер орнату арқылы қыста температура –2 °C-ден 10 °C-ге дейін көтерілді. Шығару құбырлары аммиак концентрациясын 25 ppm-ден 15 ppm-ге дейін, ал ылғалдылықты 85 %-дан 65 %-ға дейін төмендетті. Жарықтандыру 150 люкске жетіп, жануарлар мінез-құлқын жақсартты. Жазда терезелерге пленка жабу температураны +30 °C-ден +25 °C-ге дейін төмендетті.

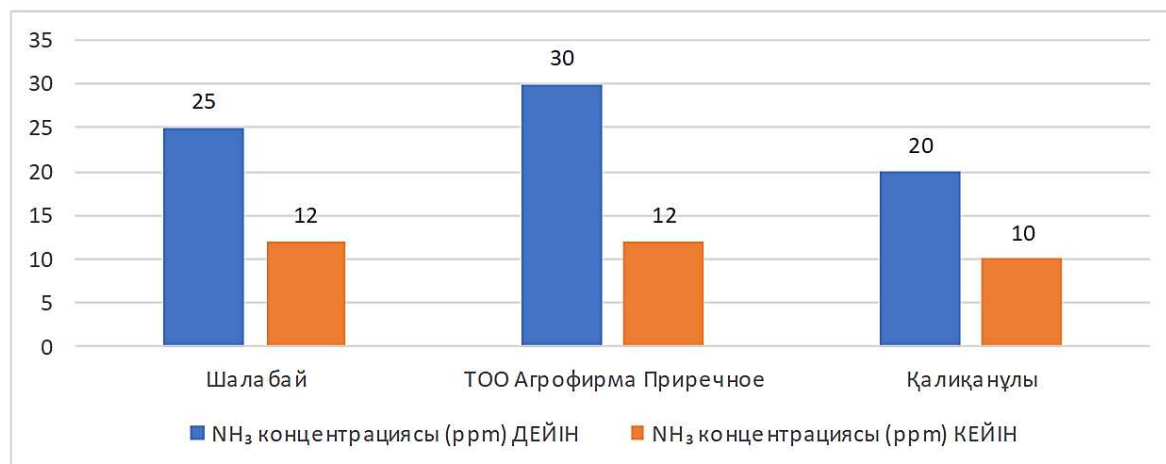
«Приречное»: шатырды жақсарту және жылытқыштар орнату температураны 5 °C-ден 14 °C-ге дейін көтерді. Желдеткіштер мен ылғалсыздандырғыш ылғалдылықты 90 %-дан 60 %-ға дейін төмендетті, аммиак концентрациясы 30 ppm-ден 12 ppm-ге дейін азайды. Жарықтандыру 180 люкске жетті. Жазда вентиляция арқасында температура +32 °C-ден +27 °C-ге дейін төмендеді.

«Қалиқанұлы»: жылу экраны қыста температураны 10 °С-ден 15 °С-ге дейін көтерді, жазда салқындату панельдері арқылы температура 30 °С-ден 23 °С-ге дейін түсті. Шашыратқыштар ылғалдылықты 30 %-дан 55 %-ға дейін арттырды, вентиляция NH₃ деңгейін 20 ppm-ден 10 ppm-ге төмендетті. Жарықтандыру 200 люкске жетті.

Статистикалық талдау (t-критерий, $p < 0,05$) барлық параметрлердің бақылау топтарымен салыстырғанда маңызды өзгерістерін көрсетті. Температура мен сүт өнімділігі арасында күшті ($r = 0,82$), ылғалдылық пен ауру деңгейі арасында орташа ($r = -0,65$) байланыс анықталды.



1-диаграмма – Қоралардағы қыс мезгіліндегі температураның, ылғалдылықтың және жарықтандырудың өзгеруі



2-диаграмма – Оңтайландыруға дейін және кейінгі аммиак концентрациясы (NH₃)

ІҚМ өнімділігін оңтайландырудан бұрын және кейін салыстыру. Сиыр өнімділігі сүт сауымынан (Приречное, Қалиқан), салмақ қосуынан (Шалабай, Қалиқан) және ауру жиілігінен (барлық шаруашылықтар) бағаланды. Нәтижелер 2-ші кестеде көрсетілген.

2 кесте – ІҚМ өнімділігі оңтайландырудан бұрын және кейін (жылдық орташа мәндер)

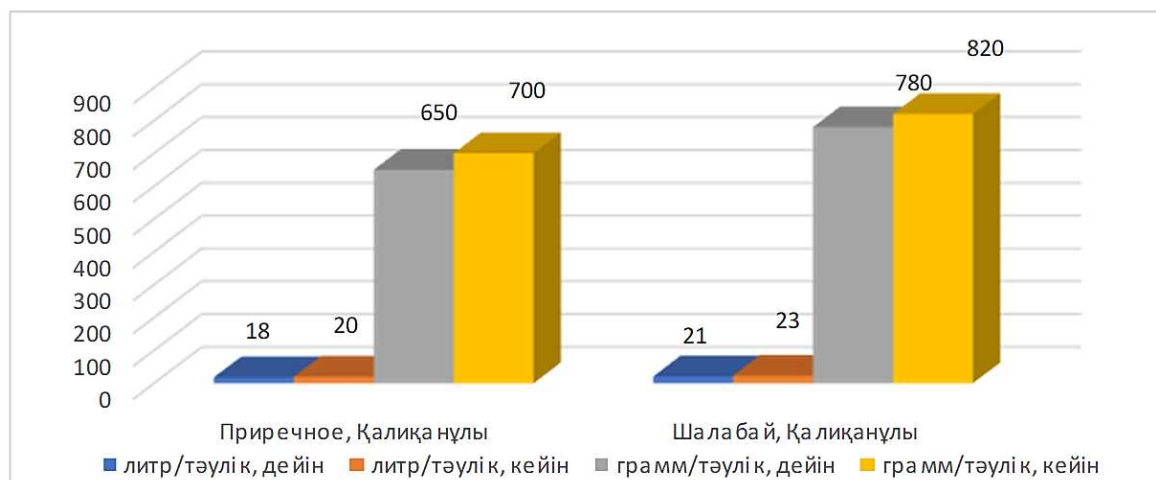
Шаруашылық	көрсеткіш	дейін (бақылау)	Кейін (эксперимент)	өзгеріс, %
Шалабай	Тірі салмақ қосу (г/тәулік)	650	780	+20
	Аурулар (жағдай/100 басқа)	15	10	-33
Приречное	Сүт өнімділігі (л/бас/тәулік)	18	21	+17
	Аурулар (жағдай/100 басқа)	20	12	-40
Калихан	Сүт өнімділігі (л/бас/тәулік)	20	23	+15
	Тірі салмақ қосу (г/тәулік)	700	820	+17
	Аурулар (жағдай/100 басқа)	12	8	-33

«Шалабай»: Жас бұқашақтардың салмақ қосуы қыста салқындық стресінің азаюы нәтижесінде 650 г/күннен 780 г/күнге (+20 %) артты. Ауру жиілігі 15-тен 10 жағдайға 100 бастың 1 айдағы есеппен (-33 %) төмендеді, бұл вентиляция мен ылғалдылықтың жақсаруымен байланысты.

«Приречное»: Сүт сауымы күніне 18 л/бас/күннен 21 л/бас/күнге (+17 %) артты, бұл температураның көтерілуі, ылғалдылықтың төмендеуі және жарықтандырудың жақсаруымен байланысты. Ауру жиілігі 20-дан 12 жағдайға (-40 %) төмендеді, бұл құрғату мен вентиляцияның тиімділігін дәлелдейді.

«Қалиқанұлы»: Сүт сауымы 20 л/бас/күннен 23 л/бас/күнге (+15 %) артты, ал салмақ қосу 700 г/күннен 820 г/күнге (+17%) жетті, бұл жыл бойы тұрақты микроклиматының арқасында. Ауру жиілігі 12-ден 8 жағдайға (-33 и%) төмендеді, бұл автоматтандыру мен газдарды бақылаудың нәтижесі.

Өнімділіктің өзгерістері статистикалық тұрғыда маңызды ($p < 0,05$), бұл микроклиматты оңтайландырудың оң әсерін дәлелдейді.



3-диаграмма – Оңтайландыруға дейін және кейінгі сүт өнімділігі және массаның өсу динамикасы

Ұсынылған шешімдердің экономикалық бағасы. Әдістердің экономикалық тиімділігі енгізу шығындарын және өнімділіктің өсуінен қосымша табысты салыстыру арқылы бағаланды (3-кесте).

3 кесте – Экономикалық бағалау (жылдық есеппен)

Шаруашылық	Шығындар (мың теңге)	Қосымша табыс (мың теңге)	Өтелуі (жыл)
Шалабай	440	600	0,73
Приречное	950	1 260	0,75
Қалиқанұлы	1 900	2 400	0,79

«Шалабай»: шығындар (440 000 теңге) 8 ай ішінде өтелді, себебі жас малдардың салмақ қосуы (қосымша 130 кг/бас/жыл × 50 бас × 2300 теңге/кг = 600 000 теңге) есебінен пайда болды.

Агрофирма «Приречное»: шығындар (950 000 теңге) 9 ай ішінде өтелді, себебі сүт өнімділігінің артуы (қосымша 3 л/бас/күн × 365 күн × 80 бас × 150 теңге/л = 1 260 000 теңге) есебінен пайда болды.

«Қалиқанұлы»: шығындар (1 900 000 теңге) 9,5 ай ішінде өтелді, себебі сүт өнімділігі мен салмақ қосу (1 200 000 теңге + 1 200 000 теңге = 2 400 000 теңге) есебінен пайда болды.

Нәтижелер микроклиматты оңтайландыру іqm өнімділігін айтарлықтай жақсартып, аурушаңдықты төмендететінін растайды. «Шалабай»-да арзан шешімдер шағын шаруашылықтар үшін тиімді болды, Агрофирма «Приречное»-де негізгі фактор ылғалдылықты төмендету болды, ал «Қалиқанұлы»-да автоматтандыру тұрақтылықты қамтамасыз етті. Джонстың (2021) зерттеулерімен салыстырғанда өнімділік өсуі (10–20 %) ұқсас болды, бірақ Абай облысының жағдайында экономикалық тиімділік жоғары болды, себебі бастапқы деңгей төмен болды. Шектеулерге электр қуатына тәуелділік (Приречное, Қалиқанұлы) және персоналды оқыту қажеттілігі кіреді. Болашақта технологияларды кеңейту және жергілікті материалдарды пайдалану перспективалары бар [9].

Қорытынды. Абай облысындағы «Шалабай», «Приречное» және «Қалиқанұлы» шаруашылықтарында микроклиматты оңтайландыру бойынша жүргізілген зерттеу температура, ылғалдылық, вентиляция және жарықтандыруды реттеу жануарлардың өнімділігін арттырып, экономикалық тиімділік беретінін көрсетті. 2024–2025 жылдары жүргізілген эксперимент әр шаруашылықтың ерекшеліктеріне бейімделген шаралар шектеулі ресурстар жағдайында да жақсы нәтиже беретінін дәлелдеді.

Микроклиматты жақсарту нәтижесінде қыста қора ішіндегі температура 10–15 °C-қа көтеріліп, жазда 23–27 °C-қа төмендеді. Ылғалдылық 50–70 % аралығында ұсталды, аммиак деңгейі 10–15 ppm-

ге дейін азайды, жарықтандыру 150–200 люкқа жетті. Бұл өзгерістер ірі қараның өнімділігіне оң әсер етті: «Шалабай» ЖШС-де салмақ қосу 20 %-ке артты, «Приречное» мен «Қалиқанұлы» шаруашылықтарында сүт өнімділігі тиісінше 17 % және 15 %-ке өсті, тыныс алу аурулары 33-40 %-ке азайды.

Шаруашылықтарға келесі шаралар ұсынылады: «Шалабайда» жергілікті материалдармен жылу оқшаулау және қарапайым жарықдиодты шамдар орнату; «Приречное» агрофирмасында ылғалдылықты төмендету және жарық күнін ұзарту; «Қалиқанұлы» шаруашылығында автоматтандырылған микроклимат басқару жүйелерін енгізу.

Қорытындылай келе, микроклиматты оңтайландыру мал шаруашылығының тиімділігін арттырып, инвестициялардың жыл ішінде қайтарымын қамтамасыз етеді. Бұл тәжірибе өңір фермерлері үшін практикалық нұсқаулық бола алады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1 Hansen, P.J. **Effects of heat stress on reproduction and productivity of dairy cattle: Advances in mitigation strategies** [Text] / P.J. Hansen // Journal of Dairy Science. – 2015. – Vol. 98, № 5. – P. 3125-3134.

2 West, J.W. **Effects of heat stress on dairy cattle: Nutritional and environmental management strategies** [Text] / J.W. West // Animal Feed Science and Technology. – 2016. – Vol. 218. – P. 1-12.

3 Жумагулов, М.К. **Влияние климата на животноводство в Казахстане: Проблемы и решения** [Текст] / М.К. Жумагулов // Аграрный вестник Казахстана. – 2018. – № 3. – С. 34-41.

4 Smith, T.T., Johnson, R.L., Wang, H., Patel, N. **Environmental control in livestock housing: Impacts on cattle health and productivity** [Text] / T.T. Smith [et al.] // Livestock Science. – 2016. – Vol. 192. – P. 45-53.

5 Сыдыков, Ш.К., Алиханов, Д.М., Байболов, А.Е., Зинченко, Д. **Энергосберегающая автоматизированная система микроклимата животноводческих помещений для малых и средних фермерских хозяйств** [Текст] / Ш.К. Сыдыков [и др.] // Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. – 2022. – № 2 (94). – ISSN 2304-3334. – DOI: <https://doi.org/10.37884/2-2022/14>.

6 Collins, R.A. **Ventilation systems in livestock buildings: Design and performance evaluation** [Text] / R.A. Collins // Agricultural Engineering International. – 2017. – Vol. 19, № 3. – P. 22-30.

7 Ибраев, Д.Т. **Вентиляция животноводческих помещений в условиях резко континентального климата** [Текст] / Д.Т. Ибраев // Труды Казахского НИИ сельского хозяйства. – 2019. – № 25. – С. 78-85.

8 Dahlmann, K. **Lighting in dairy barns: Effects on milk yield and animal welfare** [Text] / K. Dahlmann // Journal of Animal Science. – 2018. – Vol. 96, № 7. – P. 2890-2898.

9 Jones, B.A., Kumar, R., Li, W., Pereira, D. **Automation in livestock farming: Productivity and sustainability outcomes** [Text] / B.A. Jones [et al.] // Frontiers in Animal Science. – 2021. – Vol. 2. – Article 737213. – DOI: 10.3389/fanim.2021.737213.

10 Серикбаев, К.Т. **Автоматизация управления микроклиматом на фермах Алматинской области** [Текст] / К.Т. Серикбаев // Аграрная наука Казахстана. – 2022. – № 5. – С. 23-31.

11 Петров, А.В. **Энергосберегающие технологии в животноводстве: Утепление помещений для КРС** [Текст] / А.В. Петров // Вестник сельскохозяйственных наук. – 2017. – № 4. – С. 56-62.

12 Касымов, А.Б. **Использование солнечной энергии в животноводстве Казахстана: Перспективы и вызовы** [Текст] / А.Б. Касымов // Энергия будущего. – 2021. – № 3. – С. 67-74.

13 Жаксылыков, Б.Ж. **Традиционные материалы в строительстве животноводческих помещений в Казахстане** [Текст] / Б.Ж. Жаксылыков // Вестник КазНАУ. – 2019. – № 2. – С. 102-109.

14 Токарев, Н.И. **Экономическая эффективность модернизации ферм КРС в условиях России и Казахстана** [Текст] / Н.И. Токарев // Экономика сельского хозяйства. – 2020. – № 6. – С. 45-53.

15 Pikula, O. **Microclimate parameters at different ways of keeping fattening young stock** [Text] / O. Pikula // Modern Engineering and Innovative Technologies. – 2022. – Vol. 1(24-01). – P. 110-124. – DOI: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-24-01-005>.

16 Strateanu, A.G. **Analysis of the microclimate conditions and parameters in the shelters for dairy cows and their influence on the animals welfare** [Text] / A.-G. Strateanu, et al. // Annals of "Valahia" University of Târgoviște. Agriculture. – 2022. – Vol. 14, № 2. – P. 23–26. – DOI: <https://doi.org/10.2478/agr-2022-0016>.

17 Zhou, G. **The potential role of the brain-gut axis in the development and progression of Alzheimer's disease** [Text] / G. Zhou, Y. Yin, X. Huan, Y. Zhuang, S. Xu, J. Liu, S. Liu, J. Duan // Journal of Translational Internal Medicine. – 2022. – Vol. 10, № 2. – P. 89-91. – DOI: <https://doi.org/10.2478/jtim-2022-0016>.

18 Samarin, G.N. **Optimization of microclimate parameters inside livestock buildings** [Text] / G.N. Samarin, A.N. Vasilyev, A.A. Zhukov, S.V. Soloviev // ICO. – 2018. – DOI: 10.1007/978-3-030-00979-3_35.

19 Obando Vega, F.A. **CFD study of a tunnel-ventilated compost-bedded pack barn integrating an evaporative pad cooling system** [Text] / F.A. Obando Vega, A.P. Montoya Ríos, J.A. Osorio Saraz, R.R.

Andrade, F.A. Damasceno, M. Barbari // *Animals*. – 2022. – Vol. 12. – Article 1776. – DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12141776>.

20 Mylostyyvi, R. **Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine** [Text] / R. Mylostyyvi, O. Lesnovskay, L. Karlova, O. Khmeleva, O. Kalinichenko, O. Orishchuk, S. Tsap, N. Begma, N. Cherniy, B. Gutyj, O. Izhboldina // *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. – 2021. – Vol. 9, № 4. – Article 2134. – DOI: <https://doi.org/10.31893/jabb.21034>.

REFERENCES:

1 Hansen, P.J. **Effects of heat stress on reproduction and productivity of dairy cattle: Advances in mitigation strategies**. *Journal of Dairy Science*, 2015, vol. 98, no. 5, pp. 3125-3134.

2 West, J.W. **Effects of heat stress on dairy cattle: Nutritional and environmental management strategies**. *Animal Feed Science and Technology*, 2016, vol. 218, pp. 1-12.

3 Zhumagulov M.K. **Vliyanie klimata na zhivotnovodstvo v Kazakhstane: Problemy' i resheniya** [The impact of climate on livestock farming in Kazakhstan: Problems and solutions]. *Agrarnyj vestnik Kazakhstana*, 2018, no. 3, pp. 34-41. (In Russian).

4 Smith, T.T., Johnson, R.L., Wang, H., Patel, N. **Environmental control in livestock housing: Impacts on cattle health and productivity**. *Livestock Science*, 2016, vol. 192, pp. 45-53.

5 Sydykov Sh.K., Alikhanov D.M., Baibolov A.E., Zinchenko D. **E'nergoberegayushhaya avtomatizirovannaya sistema mikroklimata zhivotnovodcheskih pomeshhenij dlya mal'yh i srednih fermerskih khozyajstv** [Energy-saving automated microclimate system for livestock housing in small and medium-sized farms]. *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 2022, no. 2 (94), pp. 116-128. DOI: <https://doi.org/10.37884/2-2022/14>. (In Russian).

6 Collins, R.A. **Ventilation systems in livestock buildings: Design and performance evaluation**. *Agricultural Engineering International*, 2017, vol. 19, no. 3, pp. 22-30.

7 Ibrayev D.T. **Ventilyaciya zhivotnovodcheskih pomeshhenij v usloviyah rezko kontinental'nogo klimata** [Ventilation of livestock housing in sharply continental climate conditions]. *Trudy' Kazhskogo NII sel'skogo khozyajstva*, 2019, no. 25, pp. 7885. (In Russian).

8 Dahmann, K. **Lighting in dairy barns: Effects on milk yield and animal welfare**. *Journal of Animal Science*, 2018, vol. 96, no. 7, pp. 2890-2898.

9 Jones, B.A., Kumar, R., Li, W., Pereira, D. **Automation in livestock farming: Productivity and sustainability outcomes**. *Frontiers in Animal Science*, 2021, vol. 2, art. 737213. DOI: 10.3389/fanim.2021.737213.

10 Serikbayev, K.T. **Avtomatizaciya upravleniya mikroklimatom na fermah Almatinskoy oblasti** [Automation of microclimate control on farms in Almaty region]. *Agrarnaya nauka Kazakhstana*, 2022, no. 5, pp. 23–31. (In Russian).

11 Petrov, A.V. **E'nergoberegayushhie tehnologii v zhivotnovodstve: Uteplenie pomeshhenij dlya KRS** [Energy-saving technologies in livestock farming: Insulation of livestock housing premises]. *Vestnik sel'skohozyajstvenny'h nauk*, 2017, no. 4, pp. 56-62. (In Russian).

12 Kasymov A.B. **Ispol'zovanie solnechnoj e'nergii v zhivotnovodstve Kazakhstana: Perspektivy' i vy'zovy'** [Use of solar energy in Kazakhstan's livestock farming: Prospects and challenges]. *Energiya budushhego*, 2021, no. 3, pp. 67-74. (In Russian).

13 Zhaksylykov B.Zh. **Tradicionny'e materialy' v stroitel'stve zhivotnovodcheskih pomeshhenij v Kazakhstane** [Traditional materials in construction of livestock housing premises in Kazakhstan]. *Vestnik KazNAU*, 2019, no. 2, pp. 102–109. (In Russian).

14 Tokarev N.I. **E'konomicheskaya e'fektivnost' modernizacii ferm KRS v usloviyah Rossii i Kazakhstana** [Economic efficiency of cattle farm modernization in Russia and Kazakhstan]. *E'konomika sel'skogo khozyajstva*, 2020, no. 6, pp. 45-53. (In Russian).

15 Pikula O. **Microclimate parameters at different ways of keeping fattening young stock**. *Modern Engineering and Innovative Technologies*, 2022, vol. 1(24-01), pp. 110-124. DOI: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-24-01-005>.

16 Strateanu, A.G., et al. **Analysis of the microclimate conditions and parameters in the shelters for dairy cows and their influence on the animals welfare**. *Annals of "Valahia" University of Targoviste. Agriculture*, 2022, vol. 14, no. 2, pp. 23-26. DOI: <https://doi.org/10.2478/agr-2022-0016>.

17 Zhou G., Yin Y., Huan X., et al. **The potential role of the brain-gut axis in the development and progression of Alzheimer's disease**. *Journal of Translational Internal Medicine*, 2022, vol. 10, no. 2, pp. 89-91. DOI: <https://doi.org/10.2478/jtim-2022-0016>.

18 Samarin G.N., Vasilyev A.N., Zhukov A.A., Soloviev S.V. **Optimization of microclimate parameters inside livestock buildings**. *ICO*, 2018. DOI: 10.1007/978-3-030-00979-3_35.

19 Obando Vega, F.A., Montoya Ríos, A.P., Osorio Saraz, J.A., Andrade, R.R., Damasceno, F.A., Barbari, M. **CFD study of a tunnel-ventilated compost-bedded pack barn integrating an evaporative pad cooling system**. *Animals*, 2022, vol. 12, art. 1776. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12141776>.

20 Mylostyyvi R., Lesnovskay O., Karlova L., et al. Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 2021, vol. 9, no. 4, art. 2134. DOI: <https://doi.org/10.31893/jabb.21034>.

Авторлар туралы мәліметтер:

Сабырова Ақбота Қабылқызы* – 8D09101-Ветеринариялық медицина білім беру бағдарламасы бойынша докторантураның білім алушысы, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 071402, Семей қ., тел.: 87786167793, e-mail: akbota_93_14@mail.ru.

Дюсембаев Сергазы Турлыбекович – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 071402, Семей қ., Б.Жамақеев көш. 152-2, тел.: 87059144510, e-mail: sergazi_d@mail.ru.

Койгельдинова Айнур Сембаевна – ветеринария ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 071402, Семей қ., тел.: 87078605384, e-mail: ainurkoigeldinova@mail.ru.

Сулейменов Шынғыс Кайратович – PhD, Ветеринария және ауыл шаруашылығының зерттеу мектебінің деканы, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 071412, Семей қ., Глинки көш. 20А, тел.: 87787774434, e-mail: agrotekhnopark@internet.ru.

Сабырова Ақбота Кабылқызы* – докторант по образовательной программе 8D09101 – Ветеринарная медицина, НАО «Шәкәрім университет», Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Глинки, 20А, тел.: 87786167793, e-mail: akbota_93_14@mail.ru.

Дюсембаев Сергазы Турлыбекович – доктор ветеринарных наук, профессор, НАО «Шәкәрім университет», Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Б.Жамакаева, 152-2, 071402, тел.: 87059144510, e-mail: sergazi_d@mail.ru.

Койгельдинова Айнур Сембаевна – кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор, НАО «Шәкәрім университет», Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Глинки, 20А, тел.: 87078605384, e-mail: ainurkoigeldinova@mail.ru.

Сулейменов Шынғыс Кайратович – PhD, декан, Исследовательская школа ветеринарии и сельского хозяйства, НАО «Шәкәрім университет», Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Глинки, 20А, тел.: 87787774434, e-mail: agrotekhnopark@internet.ru.

Sabirova Akbota Kabylykzy* – PhD student, “8D09101–Veterinary Medicine” educational program, Shakarim University NJSC, Republic of Kazakhstan, 071412, Semey, 20A Glinka Str., tel.: 87786167793, e-mail: akbota_93_14@mail.ru.

Dyusseimbayev Sergazy Turlybekovich – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Shakarim University NJSC, Republic of Kazakhstan, Semey, 071412, 152-2 B. Zhamakayev Str., tel.: 87059144510, e-mail: sergazi_d@mail.ru.

Koigeldinova Ainur Sembayevna – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Shakarim University NJSC, Republic of Kazakhstan, 071412, Semey, 20A Glinka Str., tel.: 87078605384, e-mail: ainurkoigeldinova@mail.ru.

Suleimenov Shyngys Kairatovich – PhD, Dean of the Research School of Veterinary Medicine and Agriculture, Shakarim University NJSC, Republic of Kazakhstan, 071412, Semey, 20A Glinka Str., tel.: 87787774434, e-mail: agrotekhnopark@internet.ru.

МРНТИ 68.41.49

УДК 619:636.082.451(574.25)

<https://doi.org/10.52269/KGTD253175>

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И КАЧЕСТВО ПОТОМСТВА КОРОВ В УСЛОВИЯХ ТОО «САРЫАГАШ», КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Тегза А.А.* – доктор ветеринарных наук, профессор, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Папуша Н.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Хасанова М.А. – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Нуржанова С.А. – докторант 1 курса ОП 8D09101 – Ветеринарная медицина, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье представлены результаты мониторинга воспроизводительных качеств маточного поголовья голштинской породы в ТОО «Сарыағаш» Денисовского района Костанайской области. Общее состояние репродуктивного здоровья животных соответствует зоотехническим требованиям и обеспечивает высокую сохранность потомства. Возрастная структура стада оптимальна: 70,5% коров приходится на 2-3 отёл, доля старших групп минимальна (2,2%). Средний возраст первого отёла составляет 24-26 месяцев, однако в 5-й группе выявлено значительное отклонение ($35 \pm 11,91$ мес.).

Средний расход семени на одно плодотворное осеменение составил $3,29 \pm 0,41$ дозы, у тёлочек – 2,94. Наиболее благоприятные показатели отмечены во 2-й группе (ниже среднего уровня на 9,12%), тогда как в старших группах кратность осеменений возрастала, достигая максимума в 6-й (+21,5%). Сервис-период составил $177,24 \pm 79,54$ дня, наиболее продолжительный – у коров 3-й и 6-й групп.

У большинства животных роды протекали без осложнений, частота абортаций и родовспоможений не превышала 0,4%. Живая масса телят при рождении варьировала в зависимости от номера отёла: максимальные значения у коров 2-й группы (+1,9%), минимальные – у первотёлок (–2,3%).

Полученные данные подтверждают высокий уровень организации воспроизводства при необходимости корректировки отдельных технологических этапов.

Ключевые слова: коровы, воспроизводительная способность, отёлы, сохранность молодняка, приплод.

ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫ «САРЫАҒАШ» ЖШС ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ СИЫРЛАРДЫҢ РЕПРОДУКТИВТІК КӨРСЕТКІШТЕРІ МЕН ҰРПАҚ САПАСЫ

Тегза А.А.* – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Папуша Н.В. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Азық-түлік қауіпсіздігі және биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Хасанова М.А. – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Нұржанова С.А. – 8D09101-ветеринариялық медицина білім беру бағдарламасының 1 курс докторанты, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Мақалада Қостанай облысы Денисов ауданындағы «Сарыағаш» ЖШС-нің голштин тұқымды сиырларының аналық мал басының ұдайы өндірістік қасиеттерін мониторингтеу нәтижелері келтірілген. Жануарлардың жалпы репродуктивтік денсаулығы зоотехникалық талаптарға сәйкес келетіні және төлдің жоғары сақталуын қамтамасыз ететіні анықталды. Табынның жас құрылымы оңтайлы деп танылды: сиырлардың 70,5%-ын 2-3 рет бұзаулаған малдар құрады, ал жасы үлкен топтардың үлесі ең төмен деңгейде болды (2,2%). Бірінші бұзаулау жасының орташа көрсеткіші 24–26 айды құрайды, алайда 5-топта айтарлықтай ауытқу анықталды ($35 \pm 11,91$ ай).

Бір өнімді ұрықтандыруға жұмсалатын орташа ұрық мөлшері $3,29 \pm 0,41$ доза болды, ал қашарларда – 2,94 доза. Ең қолайлы нәтижелер 2-топта тіркелді (орташа деңгейден 9,12%-ға төмен). Ал егде жастағы топтарда ұрықтандыру жиілігі артқан, оның ең жоғарғы көрсеткіші 6-топта байқалды (+21,5%).

Қызмет көрсету мерзімі орташа ұзақтығы $177,24 \pm 79,54$ күнді құрады, ең ұзақ кезең 3-ші және 6-шы топтағы сиырларда тіркелді.

Бұзаулау үдерісі негізінен асқынусыз өтті; түсік тастау және акушерлік көмек көрсету жиілігі 0,4%-дан аспады. Бұзаулардың туған кездегі тірі салмағы бұзаулау санына байланысты өзгерді: ең жоғары көрсеткіштер 2-топ сиырларында (+1,9% орташа деңгейге қарағанда), ең төменгісі – алғаш бұзаулаған қашарларда (–2,3%).

Алынған деректер шаруашылықтағы ұдайы өндірісті ұйымдастырудың жоғары деңгейін көрсетеді және кейбір технологиялық кезеңдерді оңтайландыру қажеттілігін айқындайды.

Түйінді сөздер: сиырлар; ұдайы өндіру қабілеті; бұзаулау; төлдің сақталуы; ұрпақ.

REPRODUCTIVE PERFORMANCE AND QUALITY OF THE COWS' OFFSPRING IN THE CONDITIONS OF SARYAGASH LLP, KOSTANAY REGION

Tegza A.A.* – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Papusha N.V. – Candidate of Agricultural Sciences, acting Associate Professor of the Department of food safety and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Khassanova M.A. – PhD, Associate Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Nurzhanova S.A. – 1st year Doctoral student, “8D09101-Veterinary medicine” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article presents the results of monitoring the reproductive performance of the Holstein breeding stock at LLP Saryagash in the Denisov district of the Kostanay region. The general reproductive health of the herd complies with zootechnical requirements, ensuring high offspring survival. The age structure was favorable: 70.5% of cows belonged to the 2nd–3rd calving groups, while older groups represented only 2.2%. The average age at first calving was 24–26 months, with a significant deviation observed in group 5 (35 ± 11.91 months).

The mean semen use per successful insemination was 3.29 ± 0.41 doses, with heifers requiring 2.94 doses. Group 2 showed the most favorable results (9.12% below the herd average), while older groups demonstrated increasing insemination numbers, peaking in group 6 (+21.5%). The average service period was 177.24 ± 79.54 days, longest in groups 3 and 6. Parturition generally occurred without complications; abortion and assisted calving rates did not exceed 0.4%.

Calf birth weights varied by calving number: highest in group 2 (+1.9% vs. average) and lowest in first-calf heifers (–2.3%). The findings confirm high reproductive efficiency in the herd, though certain technological stages require improvement.

Key words: cows, reproductive performance, calving, calf survival, offspring.

Введение. Получение и выращивание полноценно развитых телят, пригодных для дальнейшего использования в специализированных отраслях скотоводства, является важнейшей задачей животноводства [1, с.239]. Возраст коровы имеет существенное значение для ее репродуктивной способности, состояния здоровья, а также для качества и экономической ценности потомства. В сельском хозяйстве, особенно в молочном и мясном скотоводстве, важно понимать, как возраст матери влияет на телят, что способствует оптимизации производственных процессов. В последние годы этим аспектам уделяется повышенное внимание, поскольку правильный выбор времени первого и последующих осеменений может значительно повлиять на экономическую эффективность производства.

В настоящее время среди проблем, привлекающих внимание специалистов и связанных с выращиванием здоровых высокопродуктивных животных, следует отметить проблему профилактики пренатальной патологии, рассматривая ее, как фактор риска в раннем и позднем постнатальном онтогенезе. В связи с этим принципиальное значение в обеспечении полноценного развития телят и реализации их генетического потенциала имеют условия плацентарного развития [2, с.1458, 3 с.355].

Несомненно, различные изменения гомеостаза материнского организма сказываются на развитии плода, обуславливая врожденные уродства или даже гибель, а у родившегося потомства – значимые изменения обмена веществ [4, с.2205].

Существенным маркером этих условий является состояние коровы во время беременности, которая считается важнейшим моментом для максимальной реализации всех функциональных потенциалов, свойственных тому или иному периоду жизни животного. Известно, что морфологические и физиологические процессы в организме у коров подвержены возрастной изменчивости и отличаются друг от друга качественно и количественно у коров в зависимости от разных экзо- и эндофакторов [5, с. 1263; 6, с. 233.]. Правоммерно считать, что и течение беременности не может не зависеть от этих же факторов. В научной литературе имеются публикации по результатам исследований влияния на плод различных состояний матери. К таким факторам относятся климатические и сезонные изменения, уровень кормления, заболевания инфекционной и неинфекционной этиологии и др. [7, с. 379; 8, с. 379].

Проблема возрастной изменчивости организма занимает одно из центральных мест в сельскохозяйственной биологии. Причем одним из важнейших критериев этой изменчивости животных можно считать показатели не только полового развития, но и физиологические критерии, изменяющиеся на протяжении всего репродуктивного периода жизни животного [9, с. 2205]. От них зависит различие в устойчивости организма к заболеваниям в различные возрастные периоды, на которые приходится беременность, а соответственно качество и адаптационные возможности организма потомства [10, с. 1263; 11, с. 233]. В то же время, совершенно отсутствуют данные о наиболее благоприятном для течения беременности возрасте животных, критических периодах, важных для прогнозирования осложнений беременности и перинатальной патологии. Не установлена зависимость племенных и продуктивных качеств потомства в связи с возрастом беременной самки и особенности дальнейшего роста, развития и становления репродуктивных качеств полученных телят [12, с. 41; 13, с.379].

Изучение этих проблем у коров представляет существенный интерес для молочного животноводства при прогнозировании продуктивных качеств потомства, ведении целенаправленного отбора

ремонтного молодняка, прогнозировании течения беременности и родов у коров, при профилактике и лечении осложнений в процессе беременности [14, с. 379].

Цель исследований: Провести анализ влияния возраста коров на их воспроизводительные качества и вес, полученного от них приплода.

Задачи исследований:

1. Определить соотношение доли коров разных возрастных групп в структуре основного стада.
2. Изучить показатели, характеризующие репродуктивное здоровье коров: возраст первого осеменения и первого отела, кратность осеменения, продолжительность сухостойного и сервис-периода.
3. Оценить основные показатели, характеризующие течение отелов.
4. Определить динамику живой массы и сохранности приплода, полученного в зависимости от числа отелов.

Материалы и методы. Работа выполнена на факультете сельскохозяйственных наук Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы.

Объектом исследований служили коровы голштинской породы (n=353), молочного направления продуктивности, принадлежащие ТОО «Сарыагаш», п. Перелески, Денисовского района Костанайской области и телята (n=221), рожденные от этих коров. В качестве материалов исследований использовали документы ветеринарной и зоотехнической отчетности молочной фермы. Для анализа воспроизводительных качеств из числа животных племенного ядра было отобрано 132 головы. Опытных животных по принципу пар-аналогов поделили на шесть возрастных групп: 1 группа – коровы-первотелки (n=42), 2 группа – коровы 2-3 отела (n=62), 3 группа – коровы 4 и 5 отелов (n=20), 4 группа – коровы 6 отела (n=3), 5 группа коровы 7 отела (n=4), 6 группа – 8 отелов и старше (n=1).

При анализе состояния воспроизводительной способности коров изучили такие показатели, как: продолжительность сухостойного и сервис-периодов (дней), количество осеменений на 1 оплодотворение, количество отелов и возраст коров при первом осеменении, вес телят при рождении (кг).

При оценке качества полученного приплода учитывали вес телят при рождении и их физиологический статус (активность, степень развития, сосательный рефлекс). Статистическая обработка цифровых данных проведена с помощью программы Excel 2019. Результаты исследований протоколировали и документировали диаграммами, фотографиями.

Результаты исследований и обсуждение

Изучив возрастной состав маточного поголовья стада голштинской породы на ферме ТОО «Сарыагаш», нами отмечены следующие данные: основная доля (70,5%) маточного поголовья представлена коровами 2 группы (2-3 отела). В 2024 году в основное стадо введено 11,89% коров-первотелок. Коровы 4 группы (4-5 отелов) составляют в структуре племенного ядра 15%. Животных старше 6 отела всего 2,2%, что не имеет решающего значения (рисунок 1).

Воспроизводительные качества скота, зависят от организации воспроизводства.

На молочной ферме ТОО Сарыагаш организован пункт искусственного осеменения, где имеется необходимое оборудование для организации данного процесса. На ферме искусственному осеменения подлежат 100 % маточного поголовья. Проводится двухкратное осеменение в течение охоты, с промежутком 10-12 часов, ректо-цервикальным способом.

На молочной ферме ТОО «Сарыагаш» практикуется осеменение телок 16-17 месяцев. Нами отмечены колебания возраста коров при первом отеле от 24 до 35 месяцев. Однако в целом по стаду в пяти группах из шести, возраст коров при первом отеле составляет 24-26 месяцев.

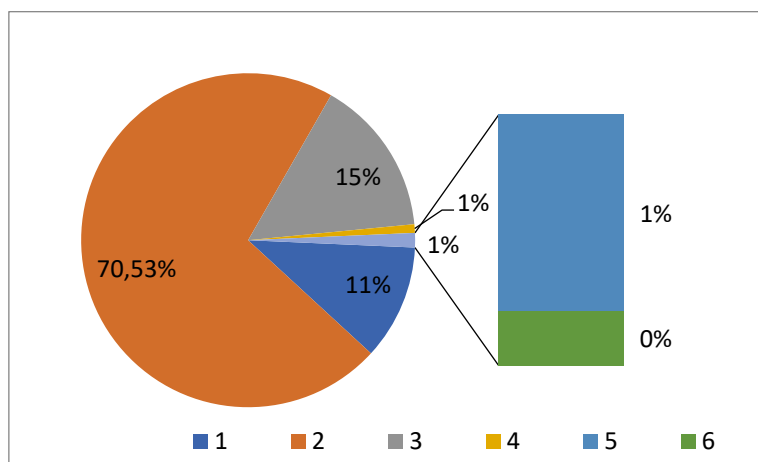


Рисунок 1 – Возрастной состав маточного поголовья молочной фермы ТОО Сарыагаш (%)

1 – 1 группа – коровы-первотелки; 2 – 2 группа (2-3 отела); 3 – 3 группа (4-5 отелов);
4 – 4 группа (6 отелов); 5 – 5 группа (7 отелов); 6 – 6 группа (8 отелов)

Проанализировав возраст коров при первом отеле в опытных группах, мы отметили, что он колеблется от 24 до 35 месяцев. В целом, по стаду в пяти из шести групп, средний возраст при первом отеле составляет 24-26 месяцев. Значительное отклонение этого показателя от среднего по стаду, отмечено в 5 группе, где он составил $35 \pm 11,91$ месяцев ($P \leq 0,01$). (Рисунок 2)

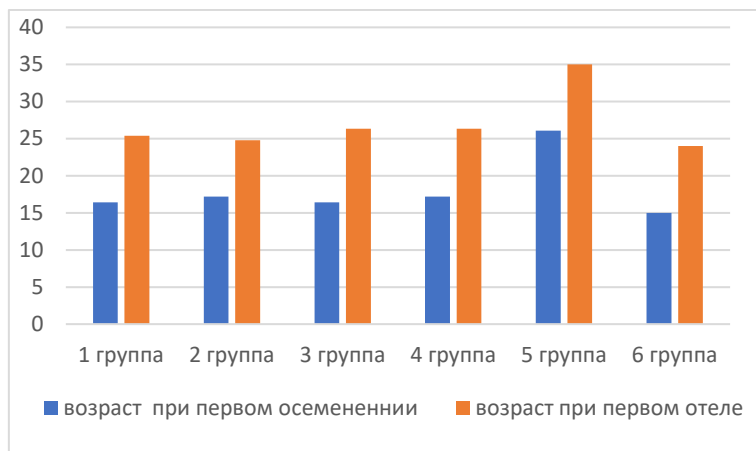


Рисунок 2 – Возраст телок молочной фермы ТОО Сарыагаш при первом осеменении и первом отеле (месяцев)

1 группа – коровы-первотелки; 2 группа – 2-3 отела; 3 группа – 4-5 отелов; 4 группа – 6 отелов; 5 группа – 7 отелов; 6 группа – 8 отелов

Большой показатель первого осеменения в 5 группе связан с тем, что из числа коров этого возраста 50% были осеменены в возрасте 24-26 месяцев. Другие 50% осеменены в установленные сроки 15-18 месяцев. Так можно объяснить низкую достоверность показателя в этой группе. Причиной нарушения сроков первого оплодотворения телок является алиментарный фактор. В 2018 году в Костанайской области была аномально высокая температура, что сказалось на качестве заготовленных кормов. Из-за плохого травостоя закладка сенажа проходила с нарушением технологии. При плохом травостое снижается урожай зелёной массы. В результате объёмы заготовки сенажа и силоса малы, поэтому траншеи и силосные ямы заполняются не за положенные сроки, а растянуто – за 2-3 недели. Это ведёт к нарушению анаэробных условий, ухудшению процесса ферментации и потере питательной ценности кормов. Соответственно, в этот год скормливание животным таких кормов привело к затруднениям при осеменении телок.

Анализ кратности осеменения коров и телок на молочной ферме ТОО «Сарыагаш» позволяет выявить возрастные группы коров, в которых осеменение происходит наиболее плодотворно. Так, в среднем по стаду расход семени на одно плодотворное осеменение $3,29 \pm 0,41$ дозы. При этом, результат осеменения зависит от многих факторов, в числе которых возраст коров. Расход при осеменении телок – 2,94 дозы. Наиболее оптимальная кратность осеменения коров зафиксирована во второй группе (2 и 3 отел).

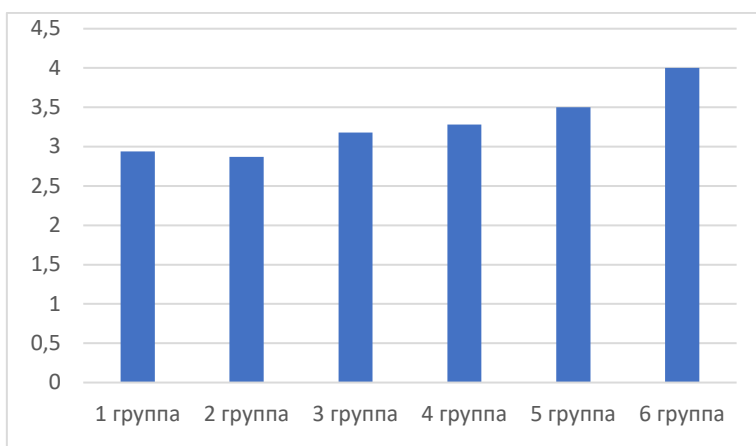


Рисунок 3 – Динамика кратности осеменения коров и телок на одно плодотворное (дозы)

1 группа – коровы-первотелки; 2 группа – 2-3 отела; 3 группа – 4-5 отелов; 4 группа – 6 отелов; 5 группа – 7 отелов; 6 группа – 8 отелов

Анализируемый показатель в данной группе ниже среднего по стаду на 9,12%. Затем у животных после 4 отела и старше отмечается плавное, равномерное увеличение кратности осеменений на одно плодотворное и у коров 6 группы резкое повышение показателя на 21,5% по отношению к среднему значению по стаду. Изменение кратности осеменения у коров различного возраста представлено на рисунке 3.

Сервис-период по стаду в среднем составляет $177,24 \pm 79,54$ дней. При этом в 5 опытной группе (7 отелов) был самый короткий сервис период, который составил $55,33 \pm 16,25$ дней.

У коров 2 и 4 опытных групп этот показатель 189,48-193,33 дня, соответственно, самый длительный сервис период $236,13 \pm 61,57$ дней был в 3 группе коров (4-5 отелов) и 6 группе (8 отелов).

Таким образом, можно заключить что наибольшие сложности осеменения коров были в 3 и 6 группах.

Показатель продолжительности сервис-периода влияет на уровень молочной продуктивности и выход телят. Исходя из результатов исследований, мы отметили, что наибольшие сложности при осеменении были отмечены у коров 3 опытной группы (4-5 отелов).

Важным показателем для качественной работы по воспроизводству является организация запуска и сухостойного периода. В среднем сухостойный период по стаду был от $64 \pm 4,2$ дня, что соответствует зоотехническим требованиям, и свидетельствует о том, что контроль за запуском коров осуществляется на должном уровне (рисунок 4).

Еще одним важным показателем является живая масса животных при первом отеле. Закономерно, что с увеличением возраста животных, увеличивается их живая масса. Исходя из анализа живой массы коров при первом отеле, следует отметить, у всех животных этот показатель был в пределах зоотехнических норм по данному параметру. Он не коррелирует с показателями сервис и сухостойного периода коров, но, влияет на кратность осеменения.

Так, нами отмечено, что с увеличением живой массы коров кратность осеменения на одно плодотворное, также увеличивается. Отмечено, что чем старше животные и выше их живая масса, тем ниже кратность осеменения. Живая масса коров 1, 2, 3 отелов не превышала по группам 450 кг. Кратность осеменения этих коров составляла 1,8. У коров 3 группы и старше живая масса при первом отеле была выше 500 кг, кратность осеменения в этих группах снижалась по мере увеличения этого показателя.

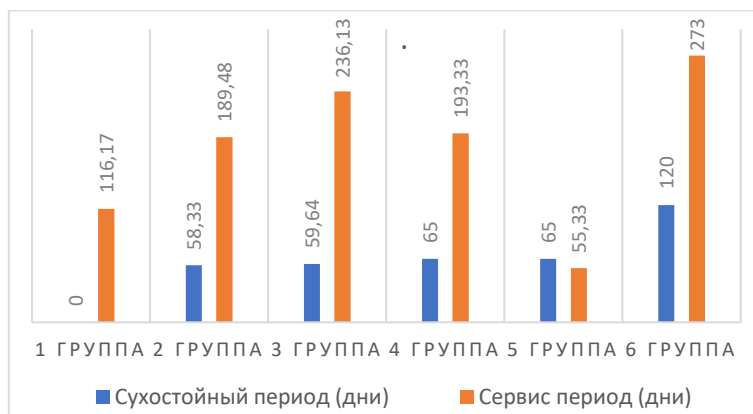


Рисунок 4 – Продолжительность сухостойного и сервис периода у коров разных возрастных групп (дней)

1 группа – коровы-первотелки; 2 группа – 2-3 отела; 3 группа – 4-5 отелов; 4 группа – 6 отелов; 5 группа – 7 отелов; 6 группа – 8 отелов

Важным показателем воспроизводительной способности служит родовая деятельность коров: легкость отелов, продолжительность и жизнеспособность приплода.

Родовая деятельность коров в целом по стаду протекает удовлетворительно. Всего за анализируемый период зафиксирован лишь один случай родовспоможения, т.е. 0,4% в 4 группе коров (5 отел). В остальных случаях отелы протекали самостоятельно.

За анализируемый период наблюдения (2 года) зарегистрированы: 1 аборт (0,45%) в 3 опытной группе и 4 случая мертворожденных – по два теленка (по 0,9%) в 1 и 4 опытной группе. Один теленок в первой группе погиб в течение первой недели (1,25%). Таким образом, сохранность молодняка на ферме на высоком уровне.

Анализ показателей живой массы телят при рождении показал, что новорожденные от коров 2 группы имели живую массу выше среднего показателя по стаду на 1,9%. Так же, у животных из 1, 3 и 5 групп данные значения остаются выше среднего показателя по стаду на 0,4% и 0,1% соответственно. После 8 отела происходит резкое падение веса приплода при рождении на 1,9% относительно среднего веса новорожденных телят по стаду. В то же время, живая масса телят, полученных от первотелок, ниже среднего значения на 2,3%.

При разведении крупного рогатого скота важным аспектом является получение здорового и продуктивного потомства, что во многом зависит от возраста коровы. Возраст матери оказывает значительное влияние на наследственные признаки, которые будут у теленка, и, следовательно, на его будущие воспроизводительные качества. Изучение вопроса влияния возраста коров на их репродуктивную функцию и качество получаемого приплода показали, что коровы сохраняют на хорошем уровне стандартные показатели воспроизводства. Наши результаты частично согласуются с данными авторов, которые отмечают, что с первого по третий год жизни, коровы характеризуются хорошей физической кондицией, но их организм еще не достиг полной зрелости. Телята, полученные от молодых коров, как правило, более активны и здоровы. Однако, их иммунитет еще не настолько высок, и в первые недели жизни такие телята могут быть более подвержены инфекциям [15, с. 2641]. Так же общепринято мнение, что средневозрастные коровы (3-6 лет) уже достигли физиологической зрелости. Это влияет на качество их молока и способность к воспроизводству [16, с. 248]. Телята, полученные от коров этой возрастной группы, имеют хорошее соотношение роста и веса. С возрастом у коров снижается продуктивность и способность к воспроизводству, такие коровы часто имеют меньшую иммунную защиту, что отражается на здоровье телят.

Заключение.

Таким образом, проведенные исследования показали, что воспроизводительное здоровье и продуктивное долголетие маточного поголовья голштинской породы в ТОО «Сарыагаш» находятся на удовлетворительном уровне и обеспечивают высокую сохранность потомства. В то же время выявленные трудности при осеменении коров старших возрастных групп и отклонения в возрасте первого отела у части животных указывают на необходимость совершенствования технологии выращивания ремонтного молодняка и оптимизацию.

Основная часть стада (70,5%) представлена коровами со 2-3 отелами, что свидетельствует об оптимальной возрастной структуре. Доля коров старше 6 отела минимальна (2,2%) и не оказывает существенного влияния на воспроизводительные показатели.

Возраст первого отела в среднем по стаду составляет 24-26 месяцев, однако в 5-й группе отмечено значительное отклонение ($35 \pm 11,91$ мес.; $P \leq 0,01$).

Средний расход семени на одно плодотворное осеменение составил $3,29 \pm 0,41$ дозы, при осеменении телок – 2,94 дозы. Наиболее низкий показатель отмечен во 2-й группе (-9,12% к среднему), тогда как у коров старших возрастных групп наблюдалось постепенное увеличение кратности осеменений, достигая максимума в 6-й группе (+21,5%). Наибольшие сложности при осеменении зафиксированы у коров 3-й и 6-й групп.

Средний показатель сервис-периода по стаду составил $177,24 \pm 79,54$ дня. Наиболее продолжительным он был у животных 3-й и 6-й групп (до $236,13 \pm 61,57$ дней), что указывает на снижение воспроизводительных качеств в этих возрастных категориях.

Продолжительность сухостойного периода в среднем составила $64 \pm 4,2$ дня, что соответствует нормативам и подтверждает высокий уровень организации зоотехнического контроля.

Родовая деятельность у большинства животных протекала без осложнений. Частота родовспоможений составила 0,4%, аборт – 0,4%, мертворождаемости – до 2,5%. Сохранность молодняка на высоком уровне.

Живая масса телят при рождении варьировала в зависимости от порядкового номера отела: минимальные значения отмечены у потомства первотелок (ниже среднего на 2,3%), максимальные – у телят от коров 2-й группы (выше среднего на 1,9%). У коров 8-го отела наблюдалось снижение живой массы новорожденных на 1,9% относительно среднего уровня.

Работа выполнена в рамках проекта финансируемого МСХ РК BR22886157 «Управление, сохранение и рациональное использование генетических ресурсов крупного рогатого скота молочных пород путем селекционно-технологических и молекулярно-генетических методов».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Roadknight N., Jongman E., Mansell P., et al. Prevalence of failure of passive immunity transfer in Australian non-replacement dairy calves [Text] / N. Roadknight [and others] // Aust Vet J. – 2022. – 100.7. – P. 292-295. <https://doi.org/10.1111/avj.13160>.
2. Kumarswamy M., Bhagwat V.G., Tattimani S., et al. Helpful viability of post calving tonic for the treatment of post calving complications in dairy animals [Text] / M. Kumarswamy [and others] // J Adv Vet Anim Res. – 2021. – 8.4. – P. 650-655. <https://doi.org/10.5455/javar.2021.h557>.
3. Lietaer L., Bogado Pascottini O., Heirbaut S., et al. Viability and function dynamics of circulating versus endometrial polymorphonuclear leukocytes in postpartum dairy cows with subclinical or clinical endometritis [Text] / L. Lietaer [and others] // J Dairy Sci. – 2023. – 106.5. – P. 3436-3447. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22471>.
4. Yan Y.S., Feng C., Yu D.Q., et al. Long-term outcomes and potential mechanisms of offspring exposed to intrauterine hyperglycemia [Text] / Y. S. Yan [and others] // Front Nutr. – 2023. – 10. – Article 1067282. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1067282>.

5. Wells D.N., Forsyth J.T., McMillan V., et al. The health of somatic cell cloned cattle and their offspring [Text] / D.N. Wells [and others] // Cloning Stem Cells. – 2004. – 6.2. – P. 101-110. <https://doi.org/10.1089/1536230041372300>.
6. Wiltbank M.C., Baez G.M., Garcia-Guerra A., et al. Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows [Text] / M. C. Wiltbank [and others] // Theriogenology. – 2016. – 86.1. – P. 239-253. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.037>.
7. Aranciaga N., Morton J.D., Maes E., et al. Proteomic determinants of uterine receptivity for pregnancy in early and mid-postpartum dairy cows [Text] / N. Aranciaga [and others] // Biol Reprod. – 2021. – 105.6. – P. 1458-1473. <https://doi.org/10.1093/biolre/iaab190>.
8. Zoller D., Peterson S., Boos A., et al. Sonographic characteristics of the placenta, uterine wall, and placentomes during pregnancy in cows [Text] / D. Zoller [and others] // Tierarztl Prax G. – 2019. – 47.6. – P. 355-365. <https://doi.org/10.1055/a-1019-7387>.
9. Wang S., Zhang H., Kou H., et al. Early pregnancy diagnoses based on physiological indexes of dairy cattle: a review [Text] / S. Wang [and others] // Trop Anim Health Prod. – 2020. – 52.5. – P. 2205-2212. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02230-9>.
10. Yamazaki T., Hagiya K., Takeda H., et al. Effects of stage of pregnancy on variance components, daily milk yields and 305-day milk yield in Holstein cows, as estimated by using a test-day model [Text] / T. Yamazaki [and others] // Animal. – 2016. – 10.8. – P.1263-1270. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000185>.
11. Evans A.C., Walsh S.W. The physiology of multifactorial problems limiting the establishment of pregnancy in dairy cattle [Text] / A. C. Evans, S. W. Walsh // Reprod Fertil Dev. – 2011. – 24.1. – P. 233-237. <https://doi.org/10.1071/RD11912>.
12. Karstrup C.C., Klitgaard K., Jensen T.K., et al. Presence of bacteria in the endometrium and placentomes of pregnant cows [Text] / C. C. Karstrup [and others] // Theriogenology. – 2017. – 99. – P. 41-47. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.05.013>.
13. Diskin M.G., Kenny D.A. Managing the reproductive performance of beef cows [Text] / M. G. Diskin, D. A. Kenny // Theriogenology. – 2016. – 86.1. – P.379-387. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.052>.
14. Larson R.L., White B.J. Evaluating information obtained from diagnosis of pregnancy status of beef herds [Text] / R. L. Larson, B. J. White // Vet Clin North Am Food Anim Pract. – 2016. – 32.2. – P. 319-334. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.005>.
15. Naranjo-Chacón F., Montiel-Palacios F., Canseco-Sedano R., et al. Embryo production in middle-aged and mature Bos taurus × Bos indicus cows induced to multiple ovulations in a tropical environment [Text] / F. Naranjo-Chacón [and others] // Trop Anim Health Prod. – 2019. – 51.8. – P. 2641-2644. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01975-2>.
16. Eder J.M., Sacco R.E. Ex vivo activated CD4+ T cells from young calf's exhibit Th2-biased effector function with distinct metabolic reprogramming compared to adult cows [Text] / J. M. Eder, R. E. Sacco // Vet Immunol Immunopathol. – 2022. – P.248. – Article 110418. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2022.110418>.

REFERENCE:

1. Roadknight N., Jongman E., Mansell P., et al. Prevalence of failure of passive immunity transfer in Australian non-replacement dairy calves. *Australian Veterinary Journal*, 2022, vol. 100, iss. 7, pp. 292-295. <https://doi.org/10.1111/avj.13160>.
2. Kumarswamy M., Bhagwat V.G, Tattimani S., et al. Helpful viability of post calving tonic for the treatment of post calving complications in dairy animals. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 2021, vol. 8, no. 4, pp. 650-655. <https://doi.org/10.5455/javar.2021.h557>.
3. Lietaer L., Bogado Pascottini O., Heirbaut S., et al. Viability and function dynamics of circulating versus endometrial polymorphonuclear leukocytes in postpartum dairy cows with subclinical or clinical endometritis. *Journal of Dairy Science*, 2023, vol. 106, no. 5, pp. 3436-3447. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22471>.
4. Yan Y.S., Feng C., Yu D.Q., et al. Long-term outcomes and potential mechanisms of offspring exposed to intrauterine hyperglycemia. *Frontiers in Nutrition*, 2023, vol. 10, art. 1067282. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1067282>.
5. Wells D.N., Forsyth J.T., McMillan V., et al. The health of somatic cell cloned cattle and their offspring. *Cloning and Stem Cells*, 2004, vol. 6, no. 2, pp. 101-110. <https://doi.org/10.1089/1536230041372300>.
6. Wiltbank M.C., Baez G.M., Garcia-Guerra A., et al. Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 2016, vol. 86, iss.1, pp. 239-253. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.037>.
7. Aranciaga N., Morton J.D., Maes E., et al. Proteomic determinants of uterine receptivity for pregnancy in early and mid-postpartum dairy cows. *Biology of Reproduction*, 2021, vol. 105, iss. 6, pp.

1458-1473. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioab190>.

8. Zoller D., Peterson S., Boos A., et al. **Sonographic characteristics of the placenta, uterine wall, and placentomes during pregnancy in cows.** *Tierärztliche Praxis*, 2019, 47(6), pp. 355-365. <https://doi.org/10.1055/a-1019-7387>.

9. Wang S., Zhang H., Kou H., et al. **Early pregnancy diagnoses based on physiological indexes of dairy cattle: a review.** *Tropical Animal Health and Production*, 2020, vol. 52, iss. 5, pp. 2205-2212. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02230-9>.

10. Yamazaki T., Hagiya K., Takeda H., et al. **Effects of stage of pregnancy on variance components, daily milk yields and 305-day milk yield in Holstein cows, as estimated by using a test-day model.** *Animal*, 2016, vol. 10, iss. 8, pp. 1263-1270. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000185>.

11. Evans A.C., Walsh S.W. **The physiology of multifactorial problems limiting the establishment of pregnancy in dairy cattle.** *Reproduction Fertility and Development*, 2011, 24(1), pp. 233-237. <https://doi.org/10.1071/RD11912>.

12. Karstrup C.C., Klitgaard K., Jensen T.K., et al. **Presence of bacteria in the endometrium and placentomes of pregnant cows.** *Theriogenology*, 2017, vol. 99, pp. 41-47. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.05.013>.

13. Diskin M.G., Kenny D.A. **Managing the reproductive performance of beef cows.** *Theriogenology*, 2016, vol. 86, iss. 1, pp. 379-387. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.052>.

14. Larson R.L., White B.J. **Evaluating information obtained from diagnosis of pregnancy status of beef herds.** *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 2016, vol. 32, iss. 2, pp. 319-334. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.005>.

15. Naranjo-Chacón F., Montiel-Palacios F., Canseco-Sedano R., et al. **Embryo production in middle-aged and mature Bos taurus × Bos indicus cows induced to multiple ovulation in a tropical environment.** *Tropical Animal Health and Production*, 2019, 51(8), pp. 2641-2644. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01975-2>.

16. Eder J.M Sacco R.E. **Ex vivo activated CD4+ T cells from young calves exhibit Th2-biased effector function with distinct metabolic reprogramming compared to adult cows.** *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 2022, vol. 248, art. 110418. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2022.110418>

Сведения об авторах:

Тегза Александра Алексеевна* – доктор ветеринарных наук, профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: 87142558568, e-mail: tegza.4@mail.ru.

Папуша Наталья Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, г. Костанай, ул. Маяковского 99/1. тел.: 87054115171, e-mail: natali.p82@inbox.ru.

Хасанова Мадина Асылхановна – PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: 87082968802, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz.

Нуржанова Светлана Анатольевна – докторант PhD 1 курса ОП 8D09101 – Ветеринарная медицина НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Костанай, Республика Казахстан 110000 г. Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: 87058306206, e-mail: sveta.kz89@mail.ru.

Тегза Александра Алексеевна* – ветеринария ғылымдарының докторы, ветеринарлық медицина кафедрасының профессоры, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Маяковский көш, 99/1, тел.: 87142558568, e-mail: tegza.4@mail.ru.

Папуша Наталья Владимировна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай Өңірлік университеті», КЕАҚ, «Азық-түлік қауіпсіздігі және биотехнология кафедрасының» қауымдастырылған профессоры м.а., Қазақстан Республикасы, Қостанай қ., Маяковский көш 99/1. тел.: 87054115171, e-mail: natali.p82@inbox.ru

Хасанова Мадина Асылхановна – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасы қауымдастырылған профессоры, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Маяковский көш, 99/1, тел.: 87082968802, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz.

Нуржанова Светлана Анатольевна – 8D09101-ветеринариялық медицина білім беру бағдарламасының 1 курс докторанты, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті,

Қостанай, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Маяковский көш, 99/1, тел.: 87058306206, e-mail: sveta.kz89@mail.ru.

Tegza Alexandra Alekseyevna – Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Veterinary, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, 110000, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str., tel.: 87142558568, e-mail: tegza.4@mail.ru.*

Papusha Natalya Vladimirovna – Candidate of Agricultural Sciences, acting Associate Professor of the Department of food safety and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str. tel.: 87054115171, e-mail: natali.p82@inbox.ru.

Khassanova Madina Assylkhanovna – PhD, Associate Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, 110000, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str., tel.: 87082968802, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz.

Nurzhanova Svetlana Anatolyevna – 1st year Doctoral student, "8D09101-Veterinary medicine" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, Kostanay, 110000 Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str., tel.: 87058306206, e-mail: sveta.kz89@mail.ru.

IRSTI 68.41.65.33.15

UDC 616-07:619.:161.9

<https://doi.org/10.52269/KGTD253184>

TUBERCULIN FOR ALLERGIC DIAGNOSTIC OF ANIMAL TUBERCULOSIS

Turgenbayev K.A. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher, BioVet Research and Production Center LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.*

Ozatbekuly A. – Master of Veterinary Sciences, Junior Researcher, BioVet Research and Production Center LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Borsynbayeva A.M. – PhD, Senior Researcher, BioVet Research and Production Center LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Mikniene Z. – Associate Professor, PhD, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania.

The article addresses the challenges of allergic diagnosis of tuberculosis in cattle, focusing on nonspecific reactions in animals from tuberculosis-free farms and the insufficient detection of infected individual animals in tuberculosis-affected areas. The authors propose an improved and more affordable method for producing tuberculin based on alcohol precipitation of specific proteins from Mycobacterium bovis(BCG) culture fluid. The culture was grown on a Sauton's fluid medium, and the biomass was treated with Triton X-100, followed by ultrafiltration with a 15 kDa protein cutoff and subsequent ethanol precipitation at 4°C. The resulting precipitate was homogeneous, with a predominant protein of approximately 35 kDa. The final preparation contained protein at a concentration of 1 mg/cm³.

The biological activity and specificity of the obtained preparation were evaluated in a comparative test on guinea pigs sensitized with live cultures of M. bovis and M. Tuberculosis (BCG). Tuberculin was administered intradermally in the groin area at a dose of 25 IU, concurrently with commercial PPD tuberculin. In the first group of animals sensitized with M. bovis, the response to the experimental preparation was comparable to that elicited by PPD, followed by attenuation within 48 hours. In the second group, sensitized with M. tuberculosis, the reaction to the tested tuberculin was less pronounced, indicating a higher species-specificity of the preparation.

Thus, the proposed technology enables to obtain a more specific and standardized tuberculin, which makes it promising for improving the accuracy of allergic diagnosis of tuberculosis in farm animals.

Key words: bovine tuberculosis, PPD tuberculin, specific proteins, allergic diagnosis, species specificity, homogeneous tuberculin.

ЖАНУАРЛАРДЫҢ ТУБЕРКУЛЕЗІН АНЫҚТАУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН АЛЛЕРГИЯЛЫҚ ДИАГНОСТИКАЛАУҒА АРНАЛҒАН ТУБЕРКУЛИН ТУРАЛЫ

Тургенбаев К.А. – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, бас ғылыми қызметкер, "БиоВет" Ғылыми өндірістік орталығы ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.*

Озатбекұлы А. – ветеринария ғылымдарының магистрі, кіші ғылыми қызметкер, "БиоВет" Ғылыми өндірістік орталығы ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Борсынбаева А.М. – PhD, аға ғылыми қызметкер, "БиоВет" Ғылыми өндірістік орталығы ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Микниене З. – PhD докторы, доцент, Литва денсаулық ғылымдары университеті, Литва.

Мақалада ірі қара малдағы туберкулезді аллергиялық диагностикалау мәселелері қарастырылады. Атап айтқанда, туберкулезден сау шаруашылықтарда жануарларда пайда болатын спецификалық емес реакциялар және туберкулез бойынша қолайсыз аймақтарда ауру малдарды жеткілікті деңгейде анықтай алмау мәселелері талқыланады. Авторлар *Mycobacterium bovis* (BCG) культуралық сұйықтығынан арнайы ақуыздарды алкогольдік тұндыру негізінде туберкулинді алудың жетілдірілген және қолжетімді әдісін ұсынады. Мәдени өсімдіктер Сотон ортасында өсірілді, биомасса Triton X-100 реагентінің көмегімен өңделді, содан кейін молекулалық массасы 15 кДа-ға дейінгі ақуыздарды бөлу үшін ультрасұзу жүргізілді және соңында 4 °C температурада этанолмен тұндыру әдісі қолданылды. Соңғы препараттағы ақуыз концентрациясы 1 мг / см³ болды.

Алынған Препараттың биологиялық белсенділігі мен ерекшелігі *M. bovis* және *M. Tuberculosis* (BCG) тірі дақылдарымен сенсбилизацияланған теңіз шошқаларындағы салыстырмалы сынақта бағаланды. Туберкулин шап аймағында тері ішіне 25 ХБ дозада, коммерциялық ППД-туберкулинмен қатар енгізілді. *M. bovis*(BCG) сезімтал жануарлардың бірінші тобында авторлық препаратқа реакция PPD реакциясымен салыстырылды, содан кейін 48 сағаттан кейін әлсіреді. Екінші топта Сенсбилизацияланған *M. tuberculosis*(BCG), зерттелетін туберкулинге реакция аз байқалды, бұл препараттың түрге жоғары ерекшелігін көрсетеді.

Осылайша, ұсынылған технология нақтырақ және стандартталған туберкулинді алуға мүмкіндік береді, бұл оны ауылшаруашылық жануарларындағы туберкулездің аллергиялық диагностикасының дәлдігін жақсартуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: ірі қара мал туберкулезі, ППД-туберкулин, арнайы ақуыздар, аллергиялық диагностика, түрге тән, біртекті туберкулин.

ТУБЕРКУЛИН ДЛЯ АЛЛЕРГОДИАГНОСТИКИ ТУБЕРКУЛЕЗА ЖИВОТНЫХ

Тургенбаев К.А.* – доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Озатбекулы А. – магистр ветеринарных наук, младший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Борсынбаева А.М. – PhD, старший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Микниене З. – ассоциированный профессор, доктор PhD, Литовский университет наук здоровья, г. Каунас, Литва.

В статье рассматриваются проблемы аллергической диагностики туберкулеза у крупного рогатого скота, связанные с неспецифическими реакциями у животных в благополучных хозяйствах и недостаточной выявляемостью больных особей в неблагополучных по туберкулезу зонах. Авторы предлагают усовершенствованный и более доступный метод получения туберкулина на основе спиртового осаждения специфических белков из культуральной жидкости *Mycobacterium bovis* (BCG). Культура выращивалась на среде Сотона, биомасса обрабатывалась с использованием тритона X-100, после чего проводилась ультрафильтрация с отсечкой белков до 15 кДа и последующее осаждение этанолом при 4 °C. Полученный осадок был однородным, с преобладающим белком массой около 35 кДа. Концентрация белка в конечном препарате составляла 1 мг/см³.

Биологическая активность и специфичность полученного препарата оценивалась в сравнительном тесте на морских свинках, сенсбилизированных живыми культурами *M. bovis* и *M. Tuberculosis*. Туберкулин вводился внутрикожно в области паха в дозе 25 МЕ, параллельно с коммерческим ППД-туберкулином. В первой группе животных, сенсбилизированных *M. bovis*, реакция на авторский препарат была сопоставима с реакцией на ППД, с последующим ослаблением через 48 часов. Во второй группе, сенсбилизированной *M. tuberculosis*, реакция на исследуемый туберкулин была менее выраженной, что свидетельствует о более высокой видоспецифичности препарата.

Таким образом, предложенная технология позволяет получить более специфичный и стандартизованный туберкулин, что делает её перспективной для повышения точности аллергической диагностики туберкулеза у сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: туберкулез крупного рогатого скота, ППД-туберкулин, специфические белки, аллергическая диагностика, видоспецифичность, гомогенный туберкулин.

Introduction

Two main challenges arise in the allergic diagnosis of bovine tuberculosis: (i) nonspecific reactions in animals from tuberculosis-free herds and (ii) the incomplete detection of infected animals in herds with confirmed cases of the disease. The diagnostic efficiency of PPD tuberculin for mammals produced by the Kursk Biofactory reaches 80% or higher in herds with active tuberculosis. However, in herds undergoing recovery, and in some tuberculosis-free herds, animals exhibited para-allergic reactions to PPD tuberculin. These findings have prompted numerous researchers to investigate factors such as the site of injection [1, pp.

87–101], the number of tuberculin injections [2, p. 304], routes of allergen administration [3, pp. 70–73], injection dose [4, pp. 36–37], and, finally, improvements in both the composition of tuberculin [5, p. 20] and methods of allergen production.

It is established that culture filtrates are the primary material for the preparation of PPD tuberculin, containing up to 23 antigens. Many of these antigens are common across all *Mycobacterium* species; some are shared by several species, while others are species-specific [7, pp. 74–76]. In the production of PPD tuberculin from culture fluid, proteins are precipitated using trichloroacetic acid followed by reprecipitation with ammonium sulfate. However, this procedure does not separate common antigens from species-specific ones.

According to T.G. Baitubaev et al. [8, pp. 4–9], electrophoresis of PPD tuberculin reveals eight protein fractions, including three proteins above 94 kDa, one at 94 kDa, one at 67 kDa, two at 30 kDa, and one below 14 kDa. Various purification techniques have been applied to isolate type-specific antigens. For example, A.P. Lysenko [7, pp. 74–76] employed gel filtration on Sephadex G-150 to extract three allergenic fractions from PPD tuberculin with higher specificity than commercial preparations. A more specific component of tuberculin (SCT) for mammals was obtained through double gel filtration of PPD tuberculin using Sephadex G-50 and G-150 [5, p. 20].

Although these methods aim to improve the purification of commercial PPD tuberculin, they rely on multi-step procedures in which heterogeneous tuberculin is first produced and homogeneous fractions are subsequently extracted. Such approaches remain inefficient and technically demanding.

Research purpose

To develop an improved method for obtaining tuberculin based on ethanol precipitation of specific proteins from *Mycobacterium bovis* and to evaluate its diagnostic efficacy and species specificity in comparison with commercial PPD tuberculin [22–25].

Research objectives

1. To obtain tuberculin from the culture fluid of *M. bovis* using ultrafiltration and ethanol precipitation of proteins [6].
2. To determine the protein composition and homogeneity of the obtained preparation [7, pp. 74–76; 8, pp. 4–9].
3. To evaluate the biological activity and species specificity of the new tuberculin in laboratory animals sensitized with different *Mycobacterium* species [12, pp. 537–544; 13, 17].
4. To compare the diagnostic efficiency of the experimental tuberculin with commercial PPD tuberculin in tuberculosis-affected and tuberculosis-free herds [22–25, 28].

Material and methods

We developed a simplified and accessible method for producing tuberculin by ethanol precipitation of specific proteins from the culture fluid [6]. For this purpose, *M. bovis* strain No. 8 was cultivated for 8 weeks at 38.5° on Sauton's medium in 3-liter biocarboys sterilized by autoclaving at 120 °C for 1.5–2 h. After cultivation, the bacterial biomass was separated from the culture fluid. The biomass was homogenized at 1,000 rpm for 5 min using a laboratory homogenizer in the presence of the surfactant Triton X-100. The centrifuged culture fluid was subsequently concentrated by ultrafiltration using an AP-2.0 unit equipped with a hollow-fiber membrane (VPU-15PA) housed in an acrylic chamber. Filtration was carried out under a pressure of up to 0.2 MPa, retaining proteins with a molecular weight above 15 kDa.

The culture fluid was concentrated 3–5 fold, chilled to 4 °C, and mixed with cold rectified ethanol at a ratio of 1:3. The mixture was kept under constant stirring at 4 °C for 18 h. The resulting precipitate was collected by continuous centrifugation (C-44 centrifuge) at 24,000 rpm. Protein concentration (mg/cm³) was determined by the Lowry method [12] (1951), and protein properties were analyzed by disk electrophoresis [8] (G. Maurer, 1971). The resulting protein preparation was homogeneous in structure, with a molecular mass of approximately 35 kDa. The precipitate was resuspended in 10% glycerol-saline solution to achieve a final protein concentration of 1 mg/cm³.

Results and discussions

The biological activity and specificity of the preparation were evaluated in a comparative trial with commercial PPD tuberculin for mammals [12, 13], conducted at the Kazakh Research Veterinary Institute. Twenty guinea pigs, aged two months and weighing no less than 350–400 g, were divided into four groups of five animals each. Animals were sensitized with live cultures at a dose of 1 mg per animal. Thirty days after sensitization, guinea pigs were tested with tuberculin derived from the culture fluid of *M. bovis*. The experimental tuberculin was administered intradermally into the groin area at a dose of 0.0001 mg of protein (equivalent to 25 IU). Commercial PPD tuberculin, administered at 25 IU into the opposite groin, served as the control. Reactions were assessed at 24 and 48 h by measuring the diameter of the resulting papule.

As shown in Figure 1, guinea pigs sensitized with *M. bovis* exhibited reactions of comparable intensity to both the experimental tuberculin and PPD tuberculin at 24 h. However, by 48 h the responses had declined. In the second group, sensitized with *M. tuberculosis*, the mean reaction at 24 h was 7.2 mm for the experimental tuberculin and 8.6 mm for PPD tuberculin; by 48 h, the corresponding reactions decreased to 5.4 mm and 4.4 mm, respectively [18, 19].

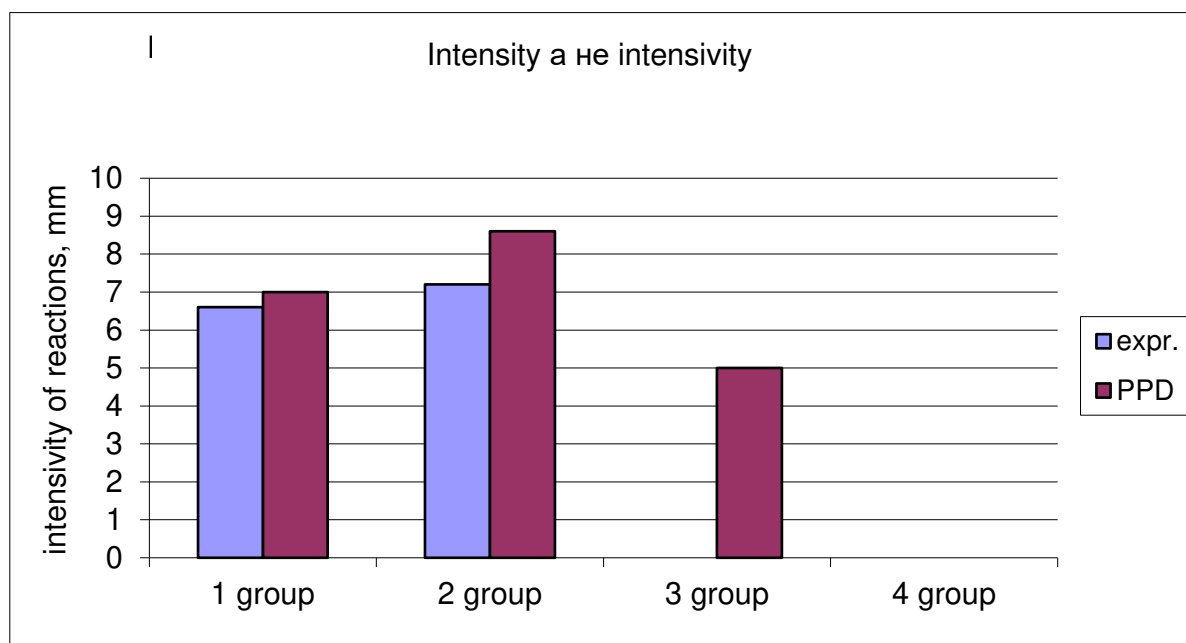


Figure 1. In the third group of Guinea pigs sensitized with *M. avium*, within 24 hours reactions were observed only to PPD tuberculin. In the fourth group of Guinea pigs sensitized with *M. kansasii*, no hyperaemia reactions to the tested allergens were recorded in any of the animals

As a result of the conducted research, it was established that the experimental tuberculin demonstrated activity and specificity comparable to commercial PPD tuberculin in Guinea pigs sensitized with *M. bovis* and *M. tuberculosis*. At the same time, the experimental tuberculin was inert in Guinea pigs sensitized with *M. avium* and *M. kansasii*, whereas PPD tuberculin also elicited responses in animals sensitized with *M. avium* [13, 17].

Thus, the experimental tuberculin is suitable for intravital diagnosis of tuberculosis in animals, similarly to PPD tuberculin, and allows differentiation of para-allergic reactions caused by sensitization with *M. avium* and *M. kansasii*.

We further conducted a qualification test to evaluate the diagnostic value, activity, and specificity of the experimental tuberculin in comparison with PPD tuberculin, using rabbits sensitized with different species of mycobacteria. For this purpose, 40 rabbits weighing 2.5–3.0 kg were divided into 9 groups and immunized with different mycobacterial species. Rabbits in groups 1–7 were immunized by subcutaneous injection of 1 cm³ of a suspension of killed mycobacterial cultures in paraffin oil at a dose equivalent to 0.2 mg of dry bacterial mass per animal. Rabbits of group 8 received 0.5 cm³ of paraffin oil only. Rabbits in group 9 served as intact, non-immunized controls [22–25].

Thirty days after immunization, the rabbits were injected intradermally on a shaved area of the back. They were treated with rectified 70% ethyl alcohol and tested with prototype allergens at a dose of 40 IU in 0.1 cm³ of sterile saline solution, administered in the following order on each animal: experimental tuberculin, commercial PPD tuberculin (PPD), as well as other allergens developed in the tuberculosis department—SCT allergen [25, 26, 28], KJ allergen, and others.

At 24 and 48 hours, the reactions were evaluated by measuring the areas of hyperaemia on the skin in millimeters. The results are presented in Figure 2 and Table 1.

Table 1. Intensity of rabbits' skin reactions to allergen injection (mm) at 24 and 48 hours

Group No.	Number of animals	expr.		PPD		BA		expr.		KJ	
		24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>M. bovis</i>	71	13	11,5	14	14,5	16	16	9	11	14	16
	52	13	13,5	15	13,5	18	14,5	9	6	15,5	16
	82	10,5	17	10	13,5	10	8,5	11	-	11	9
	122	12	11	12	12	15	11	10,5	7	-	11,5
	M=	12,1	13,3	12,8	13,4	14,8	12,5	9,9	6	10,1	13,1
	mM±	0,59	0,68	1,1	0,52	0,56	1,69	0,51	2,27	3,5	1,73
	P≥,<	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	<0,95	>0,95	>0,99

Continuation of Table 1

2	<i>M. tuberculosis</i>	99	9	6	10	-	8	-	11	-	12,5	-
		64	12,5	5	11,5	7	-	-	-	-	8,5	-
		51	8,5	-	6,5	-	5,5	-	10	-	5	-
		61	11	-	10,5	-	10	-	10	5	11,5	5,5
		M=	10,3	2,75	9,63	1,8	5,88	-	7,75	1,25	9,4	1,4
		mM±	0,92	1,6	1,1	-	2,16	-	2,59	-	0,92	-
		P _{≥, <}	>0,99	<0,95	>0,99	-	>0,95	-	>0,99	-	>0,99	-
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	<i>M. avium</i>	110	6,5	-	6,5	-	7	-	-	-	6	-
		119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		114	7	-	-	-	6	-	-	-	6	7
		115	-	5	7	-	12	-	8	-	14	-
		127	12	5	10	-	9	-	-	-	9,5	-
		M=	5,1	2	4,7	-	6,8	-	1,6	-	7,1	1,4
		mM±	2,29	-	2	-	1,98	-	-	-	2,3	-
		P _{≥, <}	<0,95	-	<0,95	-	>0,95	-	-	-	-	<0,95
4	<i>M. kansasii</i>	112	-	-	-	-	13	-	5	3	-	-
		113	13	12	13,5	5	15	8	13,5	5	16,5	8
		124	-	-	7	-	11,5	-	11	-	9,5	-
		126	7	-	7	-	9	-	-	-	-	-
		M=	5	3	6,88	1,25	12,1	2	7,4	2	6,5	2
		mM±	-	-	2,76	-	1,9	-	3	-	-	-
		P _{≥, <}	-	-	<0,95	-	>0,99	-	>0,99	-	-	-
5	<i>M. phley</i>	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		107	7,5	-	-	-	-	-	-	-	8,5	-
		120	-	-	-	-	5,5	-	-	-	-	-
		123	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5	-
		125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		M=	1,5	-	-	-	1,1	-	-	-	3	-
		mM±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	<i>M. scrofulaceum</i>	108	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-
		109	8	-	-	-	8,5	-	-	-	9	6
		111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
		116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		M=	1,6	-	-	-	1,7	-	-	-	3,6	2,4
7	<i>M. xenopi</i>	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Paraffin oil	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Control	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

In a comparative evaluation of the diagnostic efficiency of allergens, it was established that all rabbits of the first group, immunized with *M. bovis* cultures, reacted to almost all types of allergens 24 hours after injection. This observation is explained by the fact that *M. bovis* served as the basis for the production of all allergens. The mean hyperemia response of the skin to tuberculin in this group was 12.1 mm, while the response to PPD tuberculin was 12.8 mm. At 48 hours after injection, the mean skin hyperemia measured

13.3 mm for tuberculin and 13.4 mm for PPD tuberculin. The results were statistically processed and found to be significant.

In the second group of rabbits, immunized with *M. tuberculosis*, the mean skin hyperemia at 24 hours was 10.3 mm for tuberculin and 9.63 mm for PPD tuberculin, demonstrating the clear superiority of tuberculin (10.3 mm) over other allergens. Statistical analysis confirmed the significance of these findings. At 48 hours, skin hyperemia persisted in 2 of 4 rabbits (50%) in response to tuberculin, as well as to PPD tuberculin.

In the third group of rabbits, immunized with *M. avium*, three out of five animals (60%) reacted to tuberculin after 24 hours, with a mean hyperemia of 5.1 mm. Similarly, three rabbits (60%) reacted to PPD tuberculin, with a mean hyperemia of 4.7 mm. In both cases, statistical analysis did not confirm significance. At 48 hours, most rabbits showed no response to either allergen, and the data were not suitable for statistical analysis. These results demonstrate that neither tuberculin nor PPD tuberculin elicited reliable allergic responses in rabbits immunized with *M. avium*, which was expected [22, 27, 29–31].

In the fourth group of rabbits, immunized with *M. kansasii*, two out of four animals (50%) responded to tuberculin at 24 hours, with a mean hyperemia of 5.0 mm, while three rabbits (75%) reacted to PPD tuberculin with a mean hyperemia of 6.9 mm. By 48 hours, most rabbits no longer exhibited reactions to either allergen.

In the fifth group of rabbits, immunized with *M. phlei*, only one out of five animals (20%) responded to tuberculin at 24 hours, with a hyperemia of 7.5 mm.

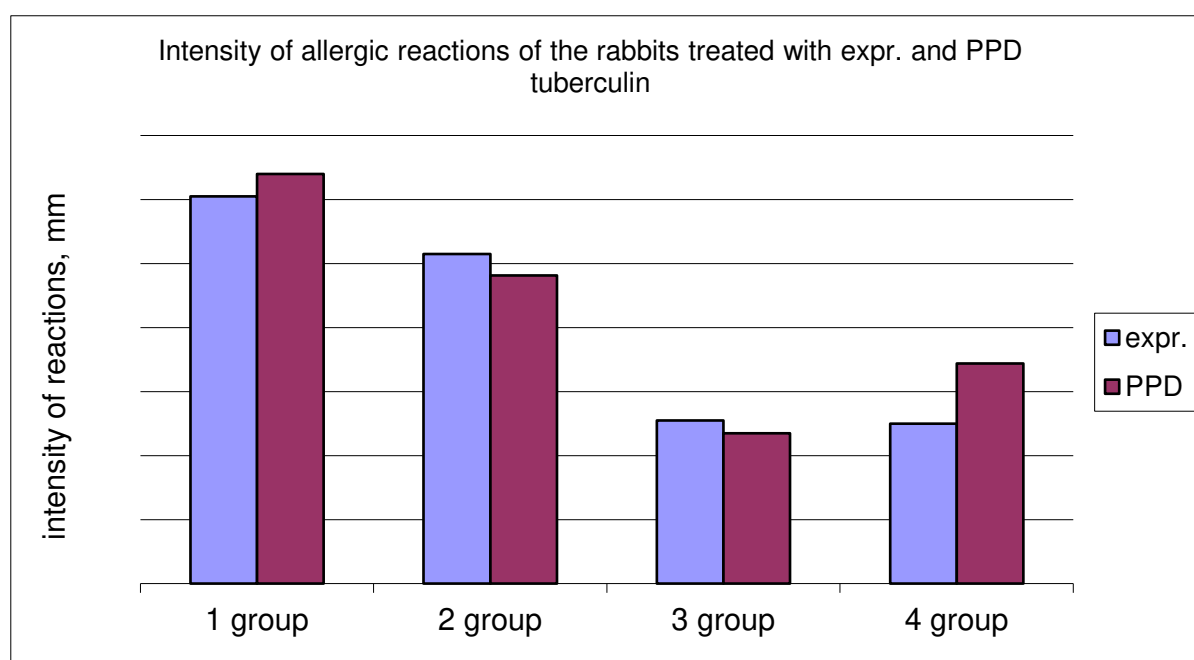


Figure 2

In the sixth group of rabbits immunized with *M. scrofulaceum*, one out of five animals responded to the experimental tuberculin, showing a weak hyperaemia reaction.

In the seventh group of rabbits immunized with *M. xenopi*, almost none of the animals reacted to the tested allergens, which indicates the specificity of the preparation with respect to this species of mycobacteria.

In the control eighth group of rabbits, no animals showed any reactions to the injected allergens, confirming the absence of allergenic properties of paraffin oil used in the immunization procedure.

In the ninth, intact group of rabbits, no allergic responses to any of the tested allergens were observed, which indicates the satisfactory sanitary conditions and proper isolation of all animals throughout the experiment.

The experimental tuberculin demonstrated the highest allergic activity in Groups 1 and 2, immunized with *M. bovis* and *M. tuberculosis*. In other groups of rabbits immunized with *M. avium* and atypical mycobacteria, it showed little to no activity, thereby confirming its species specificity.

Based on the presented experimental results, it can be concluded that the newly obtained tuberculin is not inferior in terms of specificity and activity to commercial PPD tuberculin for mammals, while showing reduced para-allergic responses.

The production-line testing of the experimental tuberculin was carried out through a qualification trial in comparison with PPD tuberculin on 233 cows from tuberculosis-free farms and 100 cows from chronically tuberculosis-affected farms in the Kostanay oblast (region).

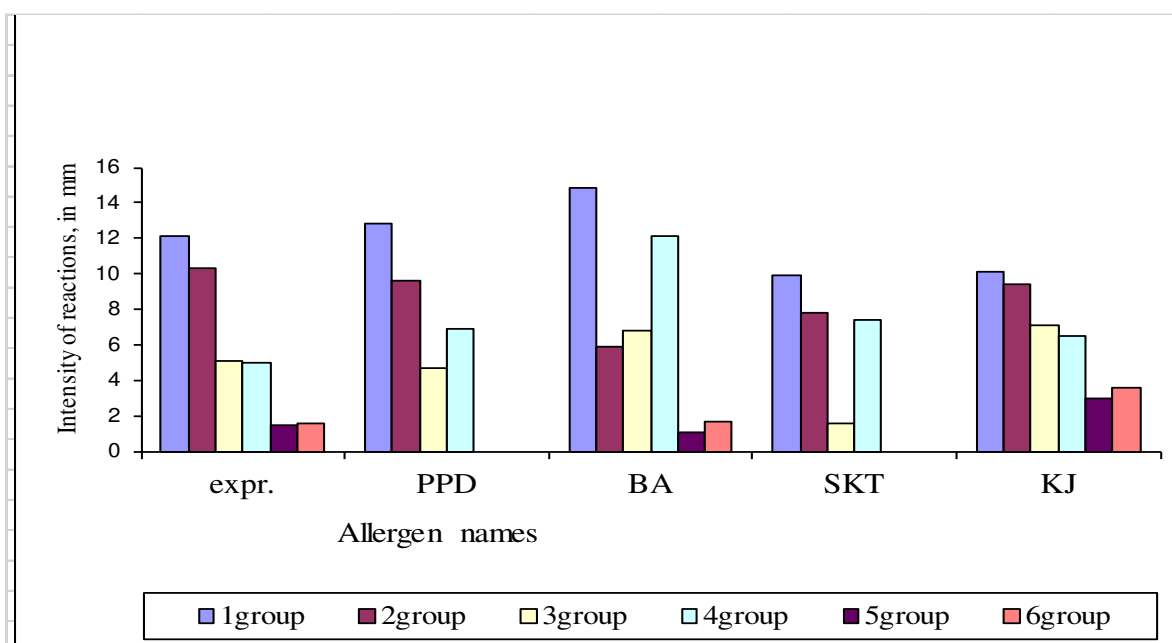


Figure 3

Allergic tests were performed simultaneously with both tuberculin. Each animal received an injection of the standard solution of PPD tuberculin for mammals, produced by the Kursk biofactory, on the right side, and the experimental tuberculin developed in our laboratory on the left side. Both preparations were administered into the upper third of the neck using a needleless injector at a dose of 0.2 cm³ (10,000 IU). The injection sites were shaved and disinfected with 70% ethyl alcohol prior to administration.

The evaluation of allergic reactions was conducted 72 hours after injection. Measurements included the thickness of the skin fold at the injection site using a cutometer (in mm) and the size of the inflammatory oedema.

Table 2 – Intensity of allergic reactions in cattle from Division №5 of CF “Peshkovskoe” following allergen injection

Number of animals	Intensity of allergic reactions in mm, on tuberculin injection		Reaction «+», «-», or «=»	Number of animals	Intensity of allergic reactions in mm, on tuberculin injection		Reaction «+», «-», or «=»
	PPD	expr.			PPD	expr.	
1	21	6	-	55	10	14	+
5	6	5	-	56	10	9	-
348	14	6	-	58	43	8	-
12	4	-	-	60	35	4	-
13	10	10	=	1984	5	-	-
1716	14	8	-	65	17	11	-
15	20	9	-	66	10	9	-
21	6	-	-	67	18	8	-
22	42	16	+	68	18	11	-
23	11	10	-	71	12	7	-
1121	14	-	-	74	10	7	-
25	22	12	-	75	10	6	-
28	24	15	-	76	9	7	-
31	11	8	-	78	17	8	-
33	17	8	-	80	9	9	=
34	6	4	-	83	10	12	+
36	9	9	=	85	9	9	=
38	8	8	=	86	18	10	-
40	9	13	+	87	10	8	-
41	14	9	-	88	11	9	-
42	7	5	-	89	42	15	-
1713	3	7	+	92	43	19	-

Continuation of Table 2

44	17	8	-	93	8	7	-
45	27	13	-	96	9	7	-
46	10	3	-	98	14	9	-
47	18	13	-	99	8	-	
50	17	10	-	100	6	-	
51	9	5	-				
Total					55	49	«-»-38, «+»-5

Table 3 – Results of controlling and diagnostic slaughter of animals, reacting on tuberculin

№	Number of animal	Intensity of allergic reaction in mm, after injection of		Results of pathological study of bulk
		PPD	expr.	
1	1	21	6	Tuberculosis of pneumomediastinum lymph nodes
2	3513	6	4	Tuberculosis of pneumomediastinum lymph nodes
3	5	6	4	Tuberculosis of pneumomediastinum lymph nodes
4	12	4	-	Tuberculosis of pneumomediastinum lymph nodes
5	21	6	-	Tuberculosis of retropharyngeal, portal lymph nodes
6	22	42	16	Tuberculosis of prescapular lymph nodes
7	112	14	-	Tuberculosis of submaxillary pneumomediastinum lymph nodes
8	1713	3	7	Tuberculosis of bronchial and pneumomediastinum lymph nodes
9	55	10	14	Tuberculosis of pneumomediastinum lymph nodes
10	2	-	-	-

Based on conducted tests, it was established that on tuberculosis-free farms no cows responded to the injection of either the experimental tuberculin or PPD tuberculin. In contrast, on a tuberculosis-affected farm, 55 out of 100 cows (55%) reacted to PPD tuberculin, while 49 animals (49%) reacted to the experimental tuberculin. Among them, 49 cows showed coinciding allergic reactions to both allergens, and only 6 animals developed diagnostic-level responses exclusively to PPD tuberculin.

During control diagnostic slaughter of 10 cows, pathological and anatomical examinations revealed characteristic tubercular lesions of varying severity in 9 animals that had reacted to either tuberculin or PPD tuberculin. In one cow, which had not reacted to either allergen, no visible tubercular changes were identified (Table 2).

Analysis of the obtained allergic test results using the experimental tuberculin, in comparison with the commercial PPD tuberculin, and the outcomes of pathological examinations confirmed the diagnostic reliability of the new preparation. Based on the findings, the expert commission recommended the tuberculin for broad production line testing.

Currently, large-scale production line testing of the experimental tuberculin is being conducted in the Kostanay region of the Republic of Kazakhstan. 2,000,000 doses of the preparation have been produced, and 776,200 animals have already been examined. Upon completion of these trials and based on their results, an official resolution regarding the approval and application of the new tuberculin in the Republic of Kazakhstan will be issued.

Conclusion

This study demonstrated that tuberculin obtained by alcohol precipitation of specific proteins from the culture fluid of *Mycobacterium bovis* represents a homogeneous preparation, with a predominant protein fraction of approximately 35 kDa, standardized to a protein concentration of 1 mg/cm³. Electrophoretic analysis confirmed the reproducibility and purity of the protein composition, which is an essential prerequisite for the stability of diagnostic reagents [7, p.74–76; 8, p.4–9].

Experimental evaluation in guinea pigs sensitized with different mycobacterial species showed that the new tuberculin has biological activity comparable to that of commercial PPD tuberculin when tested against *M. bovis*. Moreover, the experimental preparation demonstrated a clear advantage in species specificity, producing weaker or absent reactions in animals sensitized with atypical mycobacteria, such as *M. avium* and *M. kansasii*. These findings confirm that the alcohol precipitation method preserves species-specific antigens while minimizing non-specific components that commonly cause cross-reactivity [12, 13, 17–19].

Further testing in rabbits and large-scale field trials in cattle herds demonstrated that the diagnostic efficiency of the experimental tuberculin was equivalent to that of commercial PPD tuberculin under natural infection conditions. In tuberculosis-affected herds, the new tuberculin identified diseased animals with the

same sensitivity as PPD, while in tuberculosis-free herds it produced no false-positive responses. Notably, the number of para-allergic reactions was lower compared with the commercial preparation, thereby improving the reliability of the diagnostic process [22–25, 28].

Overall, these results indicate that the developed method effectively addresses the long-standing challenge of improving the specificity of allergic diagnostics for bovine tuberculosis. The combination of ultrafiltration and alcohol precipitation makes it possible to obtain a standardized, safe, and reproducible diagnostic reagent that retains high biological activity while reducing cross-reactivity. Such properties fully meet the objective of this study and demonstrate the feasibility of using this approach to produce advanced tuberculin preparations.

The findings provide a solid basis for recommending the developed tuberculin for further validation in large-scale veterinary practice. Its application has the potential to improve the accuracy of tuberculosis detection in cattle, reduce diagnostic errors in tuberculosis-free herds, and strengthen epidemiological surveillance programs. Future research should focus on long-term stability studies, comparative evaluation across different livestock populations, and integration of this preparation into national tuberculosis control strategies [26–31].

Acknowledgments This study was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant numbers IRN AP23489505) «Improvement of tuberculin for the diagnosis of tuberculosis of animals».

REFERENCES:

1. Shishkov V.P., Urban V.P. *Tuberkulez sel'skokhozyajstvenny'h zhivotny'h* [Tuberculosis of agricultural animals]. Moscow, Agropromizdat, 1991, pp. 87-101. (In Russian).
2. Kassich U.I., Borziak A.T., Kochmarskiy A.F., et al. *Tuberkulez zhivotny'h i profilakticheskie mery* [Animal tuberculosis and preventive measures]. Kiev, Urozhaj, 1990, 304 p. (In Russian).
3. Zhumashev A.S. *Vnutrivennaya tuberkulinizaciya krupnogo rogatogo skota* [Intravenous tuberculinization of cattle]. *Vestnik selskohozyajstvennoj nauki Kazahstana*, 1973, no. 7, pp. 70-73. (In Russian).
4. Radchuk I.F., Luzhnyj M.P. *Bolezni zhivotny'h i ih profilaktika* [Animal diseases and their prevention]. *Proceedings of the III Scientific-Production Conference*, Vladivostok, March 1985. Vladivostok, 1987, pp. 36-37. (In Russian).
5. Shakenov B.N. *Sovershenstvovanie allergena dlya diagnostiki tuberkuleza u krupnogo rogatogo skota* [Improvement of allergen for tuberculosis diagnosis in cattle]. Abstract of PhD thesis, Alma-Ata, 1993, 20 p. (In Russian).
6. Turgenbaev K.A., Kadyrov S.O., Dzhusakinov Z.N. *Sposob polucheniya tuberkulina* [Method of obtaining tuberculin]. Patent No. 9801, National Patent Office of the Republic of Kazakhstan, July 17, 1993. (In Russian).
7. Bajtubaev T.G., Ospanov S.G., Najmanov A.H. *Biohimicheskij sostav tuberkulinov i ih antigen-aktivny'e frakcii* [Biochemical composition of tuberculins and their antigen-active fractions]. *Vestnik selskohozyajstvennoj nauki Kazahstana*, 1990, pp. 74-76. (In Russian).
8. Lysenko A.P. *Obshhie i specificheskie antigeny'e frakcii ochishhennogo tuberkulina dlya mlekopitayushhih* [General and specific antigens of purified tuberculin for mammals]. *Veterinarnaya nauka-proizvodstvu*, 1982, no. 19, pp. 4-9. (In Russian).
9. Kulakov A.A., Usenko I.A. *Razrabotka i standartizaciya allergenov dlya diagnostiki tuberkuleza u zhivotny'h* [Development and standardization of allergens for tuberculosis diagnostics in animals]. *Veterinariya*, 2010, no. 6, pp. 28-30. (In Russian).
10. Grigoriev A.I., Kravchenko N.P. *Sovremennyye podhody' k proizvodstvu tuberkulina i kontrolyu kachestva* [Modern approaches to tuberculin production and quality control]. *Veterinarnaya medicina Rossii*, 2012, no. 3, pp. 45-48. (In Russian).
11. World Organisation for Animal Health (WOAH). *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. Chapter: Bovine Tuberculosis*. Paris, WOAH, 2021, available at: <https://www.woah.org> (accessed 10 August 2025).
12. Waters W.R., Palmer M.V., Thacker, T.C., et al. *Tuberculosis Immunity: Opportunities from Studies with Cattle*. *Journal of Immunology Research*, 2011, vol. 2011, art. 768542. <https://doi.org/10.1155/2011/768542>.
13. Whelan A.O., Clifford D., Upadhyay B., et al. *Development of a skin test for bovine tuberculosis for differentiating infected from vaccinated animals*. *J Clin Microbiol.*, 2010, vol. 48, no. 9, pp. 3176-3181. <https://doi.org/10.1128/JCM.00420-10>.
14. Pollock J.M., Neill S.D. *Mycobacterium bovis infection and tuberculosis in cattle*. *Vet J.*, 2002, vol. 163, no. 2, pp. 115-127. <https://doi.org/10.1053/tvj.2001.0655>.
15. Buddle B.M., Vordermeier H.M., Chambers M.A., de Klerk-Lorist L.M. *Efficacy and safety of BCG vaccination for control of tuberculosis in domestic livestock and wildlife*. *Frontiers in Veterinary Science*, 2018, vol. 5, 259 p. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00259>.

16. Kuznecov A.N., Kruglov S.N. Problemy' diagnostiki tuberkuleza u sel'skohozyajstvenny'h zhivotny'h i puti ih resheniya [Problems of tuberculosis diagnostics in farm animals and solutions]. *Veterinariya Kubani*, 2015, no. 4, pp. 18-22. (In Russian).
17. Sweetline A.N., Ronald B.S., Kumar T.M., et al. Molecular identification of *Mycobacterium tuberculosis* in cattle. *Vet Microbiol.*, 2017, vol. 198, pp. 81-87. DOI: 10.1016/j.vetmic.2016.12.013. PMID: 28062011.
18. Biet F., Boschirolu M.L., Thorel M.F., Guilloteau L.A. Zoonotic aspects of *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium-intracellulare* complex (MAC). *Veterinary Research*, 2005, vol. 36, no. 3, pp. 411-436. <https://doi.org/10.1051/vetres:2005001>.
19. Menzies FD, Neill SD. Cattle-to-cattle transmission of bovine tuberculosis. *Vet J.*, 2000 vol. 160, iss. 2, pp. 92-106. <https://doi.org/10.1053/tvj.2000.0482>.
20. Amanfu W. The situation of tuberculosis and tuberculosis control in animals of economic interest. *Tuberculosis*, 2006, vol. 86, no. 3-4, pp. 330-335. <https://doi.org/10.1016/j.tube.2006.01.007>.
21. Kuleshov N.V., Artemieva O.A. Himiko-biologicheskie osnovy' proizvodstva i standartizacii tuberkulina [Chemical-biological basis of tuberculin production and standardization]. *Veterinariya segodnya*, 2017, no. 3, pp. 22-27. (In Russian).
22. Lakew M., Conlan A.J.K., Tadesse B., et al. Comparative performance and age dependence of tuberculin and defined antigen bovine tuberculosis skin tests assessed with Bayesian latent class analysis. *Scientific Reports*, 2025, vol. 15, no. 1, art. 19728. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-05223-6>.
23. Haque M.Z., Guha C., Mukherjee A., et al. Challenges in diagnosing bovine tuberculosis through ante-mortem diagnostic techniques in eastern India. *BMC Veterinary Research*, 2024, vol. 20, 172 p.
24. Echeverría, G., Zumárraga M.J., Proaño-Pérez F., et al. Assessing the impact of various tuberculin PPD brands on test interpretation. *Scientific Reports*, 2024, vol. 14, art. 52089.
25. Kumar M., Kumar T., Jangir B.L., et al. Evaluation of diagnostic performance of tuberculin tests in naturally infected cattle herds using Bayesian latent class models. *BMC Veterinary Research*, 2024, vol. 20.
26. Borham M., Oreiby A., El-Gedawy A., et al. Review on bovine tuberculosis: an emerging disease associated with multidrug-resistant *Mycobacterium* species. *Pathogens*, 2022, vol. 11, no. 7, art. 715. <https://doi.org/10.3390/pathogens11070715>.
27. Zahran M., El-Shabasy R.M., Elrashedy A., et al. Recent progress in the genotyping of bovine tuberculosis and its rapid diagnosis via nanoparticle-based electrochemical biosensors. *RSC Advances*, 2023, vol. 13, no. 45, pp. 31795–31810. <https://doi.org/10.1039/D3RA05606F>.
28. Blanco F.C., Queval C.J., Araujo F.R., et al. Recent advances in bovine tuberculosis. *Frontiers in Veterinary Science*, 2022, vol. 9, art. 907353. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.907353>.
29. Banks C.J., Sanchez A., Stewart V., et al. Machine learning augmented diagnostic testing to identify sources of variability in test performance. *Scientific Reports*, 2023, vol. 13, art. 10245. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.03678>.
30. Ereqat S., Nasereddin A., Levine H., et al. First-Time Detection of *Mycobacterium bovis* in Livestock Tissues and Milk in the West Bank, Palestinian Territories. *PLoS Negl Trop Dis*, vol. 7, no. 9, art.2417. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002417>.
31. Turgenbayev K.A., Borsynbayeva A.M., Plazun A.A., et al. Tuberculosis prevalence in animals and humans in the Republic of Kazakhstan. *Vet World*, 2021, vol.14, no. 9, pp. 2362-2370. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.2362-2370>.

Information about the authors:

Turgenbayev Kairat Altynbekovich* – Doctor of Veterinary Science, Professor, Chief Researcher, BioVet Research and Production Center LLP, Republic of Kazakhstan, 050008, Almaty, 191-A Karasay batyr Str., e-mail: biovet.kaz@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0982-1863>.

Ozatbekuly Amanbek – Master of Veterinary Sciences, Junior Researcher, BioVet Research and Production Center LLP, Republic of Kazakhstan, 050008, Almaty, 191-A Karasay batyr Str., e-mail: ozatbekamanbek@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0006-0627-5680>.

Borsynbayeva Assiya Madenovna – PhD, Senior Researcher, BioVet Research and Production Center LLP, Republic of Kazakhstan, 050008, Almaty, 191-A Karasay batyr Str., e-mail: asiayan@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-2722-2020>.

Mikniene Zoja – Associate Professor, PhD, Lithuanian University of Health Sciences, Lithuania, 03154, Kaunas, 18 Tilžės Str., tel.: +37061029223, e-mail: zoja.mikniene@ismuni.lt. <https://orcid.org/0000-0001-5165-837X>.

Тургенбаев Қайрат Алтынбекұлы* – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, бас ғылыми қызметкер, Ғылыми өндірістік орталығы "БиоВет" ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050008, Алматы қ, Қарасай батыр көш 191 пұмп А, e-mail: biovet.kaz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0982-1863>.

Озатбекұлы Аманбек — ветеринария ғылымдарының магистрі, кіші ғылыми қызметкер, "БиоВет" ғылыми өндірістік орталығы ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050008, Алматы қ, Қарасай батыр көш 191 литер А, e-mail: ozatbekamanbek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0627-5680>.

Борсынбаева Асия Маденовна — PhD, аға ғылыми қызметкер, Ғылыми өндірістік орталығы "БиоВет" ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050008, Алматы қ, Қарасай батыр көш 191 литер А, e-mail: asiajan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2722-2020>.

Микниене Зоя — PhD докторы, доцент, Литва денсаулық ғылымдары университеті, LT44001, Каунас, Тильзес көш, 18, тел.: +37061029223, e-mail: zoja.mikniene@ismuni.lt, <https://orcid.org/0000-0001-5165-837X>.

Тургенбаев Кайрат Алтынбекович* — доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», Республика Казахстан, 050008, Алматы, ул. Карасай Батыра 191 литер А, e-mail: biovet.kaz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0982-1863>.

Озатбекулы Аманбек — магистр ветеринарных наук, младший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», Республика Казахстан, 050008, Алматы, ул. Карасай Батыра 191 литер А, e-mail: ozatbekamanbek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0627-5680>.

Борсынбаева Асия Маденовна — PhD, старший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», Республика Казахстан, 050008, Алматы, ул. Карасай Батыра 191 литер А, e-mail: asiajan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2722-2020>.

Микниене Зоя — ассоциированный профессор, доктор PhD, Литовский университет наук здоровья, Литва, LT44001, г. Каунас, ул. Тилзеса 18, тел.: +37061029223, e-mail: zoja.mikniene@ismuni.lt, <https://orcid.org/0000-0001-5165-837X>.

XFTAP 68.41.35

ӨОЖ 637.075

<https://doi.org/10.52269/KGTD253194>

ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫ БОЙЫНША ЖАНУАР ӨНІМДЕРІНЕН БӨЛІНІП АЛЫНҒАН S.AUREUS ИЗОЛЯТТАРЫНЫҢ ТОКСИГЕНДІЛІГІН ЖӘНЕ АНТИБИОТИККЕ ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Чужебаева Г.Д. — ветеринария ғылымдарының кандидаты, қауымдастарылған профессор, ҚБ ҒЗИ ғылыми қызметкері, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» ҚЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мәлікзада Қ.М.* — ветеринария ғылымдарының магистрі, ветеринарлық медицина бағыты бойынша 1 курс докторанты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» ҚЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Байменов Б.М. — ветеринария ғылымдарының магистрі, ҚБ ҒЗИ молекулалық-генетикалық зерттеулер зертханасының меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» ҚЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Досова А.Д. — техника және технологиялар магистрі, ҚБ ҒЗИ кіші ғылыми қызметкері, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» ҚЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада Қостанай облысы бойынша жануарлар өнімдерінен бөлініп алынған *S. aureus*-тың токсигенділігін және антибиотикке төзімділігін зерттеу бойынша нәтижелер көрсетілген.

Тағамдық токсикоинфекциялар патогенді тірі микроорганизмдердің және олардың токсиндерінің әсерінен дамиды. Бұл токсиндер микроағзалардың өздері арқылы өндіріледі немесе олардың жойылуы кезінде бөлінеді. Тағам арқылы таралатын ең қауіпті патогенді бактериялардың бірі — *S. aureus*, өйткені олар барлық елдер мен өңірлерде жоғары өлім-жітім деңгейіне әкелуге бейім екені көптеген еңбектер мен ғылыми зерттеулерде анықталған.

Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты Қостанай облысы аумағында жануарлардан алынатын өнімдерден бөлініп алынған *S. aureus*-тың токсигенді штаммдарына мониторинг жүргізу, энтеро-токсиндерді иммунды-ферменттік талдау (ИФТ) әдісімен анықтау, биоқабықша түзілу қабілетін және антибиотиктерге төзімділік деңгейін зерттеу болып табылады.

Жүргізілген зерттеу нәтижелерінде жануарлар өнімдерінен таңдалған 178 сынамадан, *S. aureus*-тың 40 штаммы бөлініп алынды. Оқшауланған изоляттарды энтеротоксиндерге зерттеу барысында анықталған токсиндердің ең көп саны А және Д типтері болып табылады. А типті токсин 16 үлгіде (72,7%), Д типі 11 сынамада (50%) анықталды. БҚП тексеру барысында *S. aureus*-

тің изоляттары β - лактамдық антибиотиктерге және аминогликозидтерге ең жоғарғы төзімділікті көрсетті. Сонымен қатар азықтан оқшауланған *S.aureus* изоляттарында биоқабықшаларды қалыптастыру қабілеті шамамен 45,5 % құрады.

Түйінді сөздер: жануар өнімдері, энтеротоксиндер, *Staphylococcus aureus*, антибиотикке төзімділік.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИГЕННОСТИ И АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ ИЗОЛЯТОВ *S. AUREUS*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Чужебаева Г.Д. – кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор, научный сотрудник НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Мәлікзада Қ.М.* – докторант 1 курса по направлению ветеринарная медицина, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Байменов Б.М. – заведующий лабораторией молекулярно-генетических исследований НИИ ПБ, магистр ветеринарных наук, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы» г. Костанай, Республика Казахстан.

Досова А.Д. – магистр техники и технологий, младший научный сотрудник НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье представлены результаты исследования токсигенности и антибиотикорезистентности *S.aureus*, выделенных из продуктов животного происхождения в Костанайской области. Пищевые токсикоинфекции развиваются под действием патогенных живых микроорганизмов и их токсинов, которые продуцируются самими микроорганизмами или выделяются при их разрушении. Одним из наиболее опасных патогенных бактерий, передающихся через пищу, является *S. aureus*, так как, согласно многочисленным исследованиям, они способны вызывать высокий уровень смертности во всех странах и регионах.

Основной целью данной работы является мониторинг токсигенных штаммов *Staphylococcus aureus*, выделенных из продуктов животного происхождения на территории Костанайской области, определение энтеротоксинов методом иммуноферментного анализа (ИФА), а также исследование способности к биопленкообразованию и уровня устойчивости к антибиотикам.

По результатам проведенного исследования из 178 отобранных проб продуктов животного происхождения было выделено 40 штаммов *S. aureus*. При исследовании выделенных изолятов на наличие продукции энтеротоксинов наибольшее количество токсинов приходилось на типы А и D. Токсин типа А был обнаружен в 16 образцах (72,7%), а тип D – в 11 (50 %). При проверке антибиотикорезистентности установлено, что изоляты *S. aureus* проявляли наивысшую устойчивость к бета-лактамам антибиотикам и аминогликозидам. Кроме того, способность к формированию биопленок у изолятов *S. aureus*, выделенных из пищи, составила примерно 45,5%.

Ключевые слова: продукты животного происхождения, энтеротоксины, *Staphylococcus aureus*, антибиотикорезистентность.

STUDY ON TOXIGENICITY AND ANTIBIOTIC RESISTANCE OF *S. AUREUS* ISOLATES FROM ANIMAL PRODUCTS IN THE KOSTANAY REGION

Chuzhebayeva G.D. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Researcher of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Malikzada K.M.* – 1st-year doctoral student majoring in veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Baimenov B.M. – Head of the Molecular Genetic Research Laboratory of the Research Institute of Applied Biotechnology, Master of Veterinary Sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Dossova A.D. – Master of Engineering and Technology, Junior Researcher of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

This article presents the results of a study on the toxigenicity and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from animal products in the Kostanay region. Foodborne toxicoinfections develop as a result of the influence of pathogenic microorganisms and their toxins, which are either produced by the microorganisms themselves or released upon their destruction. *S. aureus* is deemed as one of the most

dangerous foodborne pathogens due to its association with high mortality rates worldwide, as evidenced by numerous studies.

The main objective of this study is to monitor toxigenic Staphylococcus aureus strains isolated from animal-derived food products in the Kostanay region, to identify enterotoxins using the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) method, and to investigate their biofilm-forming ability and antibiotic resistance profiles.

As a result of the conducted research, 40 strains of S. aureus were isolated from 178 samples of animal products. The enterotoxin testing revealed that the most frequently detected toxins were of types A and D. Type A toxin was found in 16 samples (72.5%) and type D - in 11 samples (50%). Antibiotic resistance testing showed the highest resistance to β -lactam antibiotics and aminoglycosides. Additionally, the ability to form biofilms among the S. aureus isolates from food products was approximately 45.5 %.

Key words: animal products, enterotoxins, Staphylococcus aureus, antibiotic resistance.

Кіріспе. *S.aureus* адамдарда тағамдық улану тудыратын кең таралған қоздырғышы болып табылады. *S. aureus* токсикалық шок синдромы (TSST-1), энтеротоксиндер және лейкоцитоксиндер сияқты әртүрлі вирулентті факторларға ие [1,1 б]. Стафилококкты тағамдық улану құрамында стафилококк энтеротоксиндері бар тағамды тұтынудан туындайды. Стафилококкты тамақтан улану- бүкіл әлемдегі қоғамдық денсаулық сақтау бағдарламаларында елеулі алаңдаушылық туғызады [2,3 б]. Стафилококкты интоксикацияны көбінесе ет және ет өнімдері, құс және жұмыртқа өнімдері, сүт және сүт өнімдері, салаттар тудырады. Уланудың алғашқы белгілеріне жүрек айнуы, құсу, іштің құрысу және диарея жатады [3,2 б].

Стафилококкты тағамдық улану – бұл алдын ала түзілген энтеротоксиндердің (бір немесе бірнеше) жеткілікті мөлшерін қамтитын ластанған тағамдарды тұтыну нәтижесінде дамидын интоксикациялық ауру. Стафилококкты улану – тағам арқылы берілетін аурулардың кең таралған түрлерінің бірі. Алайда оның шынайы таралу деңгейі нақты бағаланбайды. Бұл көбіне дұрыс қойылмаған диагноздарға, жеңіл формаларының тіркелмей қалуына, зерттеу үшін алынған үлгілердің сапасыздығына және зертханалық талдау мүмкіндіктерінің шектеулігіне байланысты болады.

Стафилококкты тағамдық улану – алдын ала түзілген бір немесе бірнеше энтеротоксиндердің жеткілікті мөлшерін қамтитын азық-түлікті тұтыну нәтижесінде пайда болатын интоксикация. Бұл кең таралған аурулардың бірі болып табылады, алайда оның нақты таралу деңгейі бірнеше себепке байланысты, соның ішінде қате диагноз қою, тіркелмеген жеңіл өршулер, үлгілерді дұрыс алмау және зертханалық тексерудің жеткіліксіздігі себепті төмен бағалануы мүмкін [4,2 б].

Қазіргі уақытта шамамен стафилококкты энтеротоксиндердің 25 түрі анықталған және олардың бес энтеротоксиндері, атап айтқанда SEA, SEB, SEC, SED және SEE классикалық энтеротоксиндер болып саналады. Бес стафилококк энтеротоксиндері сәйкесінше sea, seb, sec, sed және see сияқты арнайы энтеротоксин гендерімен кодталады [5,3 б].

Антибактериалды препараттарға (БҚП) төзімділіктің артуы тұрғысынан жаһандық деңгейде ерекше қауіп төндіретін микроорганизмдердің қатарына ESKAPE тобының өкілдері жатады, олардың құрамына *S.aureus* та енеді [6,10 б]. Антибиотиктерге төзімді штаммдардың азық-түлік өндірісі тізбегінде пайда болуы *S.aureus*-ты мониторингтеудің қажеттілігін білдіреді. Бұл антимикробтық препараттарға сезімталдықтың заңдылықтарын анықтауға және антибиотиктерге төзімділіктің азық-түлік тізбегі арқылы берілу жолдарын зерттеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, *S.aureus* құрамында энтеротоксин гендерінің болуы тұтынушылардың денсаулығына қауіп төндіруі мүмкін.

Патогенділіктің маңызды факторларының бірі – биоқабықшаның түзілуі. *Staphylococcus* және басқа да стафилококк түрлері адам мен жануарлар ағзасында белсенді түрде биоқабықша қалыптастырады [7,2 б]. Оның құрамындағы бактериялар микробқа қарсы препараттардың әсеріне және адамның иммундық жүйесінің шабуылына төзімді болып келеді [7,8 б,8,1 б]. Сол себепті стафилококкты биоқабықша инфекциялары созылмалы түрде өтеді, қайталануға бейім болады және дәстүрлі антимикробтық терапия әдістеріне төзімділік танытады.

Зерттеудің мақсаты: Қостанай облысының жергілікті сауда нүктелерінен және жеке фермалардан алынған әр түрлі жануарлар өнімдерінен бөлініп алынған *S.aureus* изоляттарының энтеротоксигенділігін және антибиотикке төзімділігін, сонымен қатар бөлінген изоляттардың биоқабықша түзу қабілетін зерттеу.

Зерттеудің міндеті: Қостанай өңіріндегі түрлі сауда орындары мен жеке фермалардан ет және сүт өнімдерінен сынама алып, *S.aureus* изоляттарын бөліп алу және сәйкестендіру. Бөлінген штаммдардың энтеротоксигендік қасиеттерін зерттеу; изоляттардың антибиотикке төзімділігін анықтау; биоқабықша түзу қабілетін бағалау және алынған нәтижелерді талдау.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Жұмыс 2024-2025 жылдар аралығында А.Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ Қолданбалы биотехнологиялық ғылыми-зерттеу институтында жүргізілді. Токсигенді *S. aureus* штаммдарын анықтау мақсатында сынақ объектісі ретінде жануарлардан алынған әртүрлі өнімдердің 178 сынамасын таңдадық: жергілікті фермалар мен фермерлік базарлардан алынған сүт және сүт өнімдері; қаладағы сауда нүктелерінде және базарларда сатылатын ет өнімдері: тартылған ет,

еттен жасалған жартылай фабрикаттар (тұшпара, котлеттер), холодец, жергілікті өндірушілердің шұжықтары.

S.aureus бактерияларын оқшаулау МемСТ 31746-2012 бойынша CHROMagar Staph. aureus хромогенді ортасын (CHROMagar, Франция) және сарыуыз-тұзды агар, маннитол-тұзды агар және тұзды сорпа ортасын (ФМБФ, Ресей) қолдану арқылы жүргізілді [9].

Сүттен сынама алу МемСТ 26809.1-2014 стандартына сәйкес асептикалық жолмен, өнімнің қоршаған ортадан микробтық ластануын болдырмау мақсатында жүргізілді. Сынамалар зерттеу жүргізуге жеткілікті мөлшерде стерильді ыдысқа алынды. Сынамалар зертханаға салқындатылған күйде жеткізілді [9,10].

Зерттелетін үлгілерді селективті ортаға (тұзды сорпа) себілді және 37°C температурада 18-24 сағат бойы инкубацияланды. Оқшауланған колонияларды алу үшін тұзды сорпадан тығыз орталарға (жұмыртқа-тұзды агар, маннит-тұзды агар) қайта себу жүргізілді және 37°C температурада 24 сағат бойы инкубацияланып, типтік колониялардың өсуі белгіленді.

Коагулазаға оң стафилококктардың *S. aureus* тобына жататынын растау үшін типтік колониялар жұмыртқа-тұзды агарға қайта себіліп, МемСТ 30425 стандарты бойынша, 3% сутегі асқын тотығымен каталазаға тест жүргізілді, сондай-ақ қоян плазмасының коагуляциясына сынақ жасалды. Тәуліктік дақылдар 500 мкл плазмаға себіліп, 37° С температурада инкубацияланды және нәтиже 4 сағаттан кейін бағаланды [11].



1-Сурет – Ет пептонды агарына және маннит – тұзды агарына себілген *S. aureus* үлгілері

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде *S. aureus*-тың 40 штаммы бөліп алынды. *S.aureus* жинақтайтын энтеротоксиндерді ИФТ (иммуноферменттік талдау) әдісімен анықтау мақсатында Himedia (Үндістан) компаниясының BHI Broth (жүрек-ми экстракты бар сорпа) арнайы ортасы қолданылды.

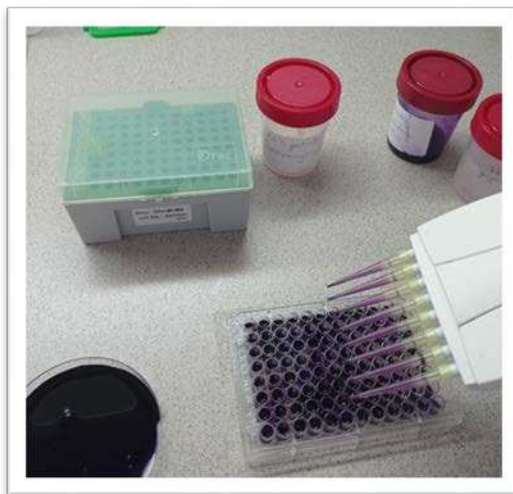
S. aureus өндіретін энтеротоксиндерді анықтау үшін «R-Biopharm AG» (Германия) компаниясының «Ridascreen Set A, B, C, D, E» арнайы ИФТ жинағы пайдаланылды. Бұл жинақ иммуноферменттік сэндвич-талдау әдісіне негізделген және сұйық, органикалық тағам өнімдерінде, сондай-ақ бактериялық дақылдарда стафилококк энтеротоксиндері (A, B, C, D және E) бар-жоғын анықтауға арналған.

Зерттеулерге сәйкес, тағамдық интоксикацияның туындауы үшін энтеротоксин өндіретін *S. aureus* штамдарының 5×10^5 жасушасы/г мөлшерінде болуы қажет. Алайда, басқа зерттеулердің нәтижелері бойынша, бар болғаны 100–200 нг стафилококкты энтеротоксиндер тағамнан улану белгілерін тудыруы мүмкін. Иммуноферментті талдауы өндіруші нұсқаулығы бойынша жүргізілді.

Бактерияға қарсы препараттарға төзімділікті зерттеу Мюллер-Хинтон ортасында диско-диффузды әдіспен зерттелді. Интерпретация EUCAST нұсқаулығына (9.0 нұсқасы), сондай-ақ МУК 4.2.1890–04 МУ «Микроорганизмдердің антибактериалды препараттарға сезімталдығын анықтау» бойынша нұсқаулығына сәйкес жүргізілді [12]. *S.aureus* үшін келесі антибиотикалық дискілер қолданылды: ампициллин (10 мкг), амоксициллин (25 мкг), бензилпенициллин (10 Б), стрептомицин (10 мкг), цефоперазон (75 мкг), цефокситин (30 мкг), канамицин (30 мкг), неомицин (30 мкг), гентамицин (120 мкг), гентамицин (130 мкг), мкг), ципрофлоксацин (5 мкг), норфлоксацин (10 мкг), эритромицин (15 мкг), тилозин (15 мкг) триметоприммен сульфаметоксазол (1,25/23,75).

Оқшауланған стафилококк изоляттарының биоқабықша түзу қабілеті полистирол планшетінде индикация әдісі арқылы зерттелді. Биоқабықша түзілуін анықтау және сандық бағалау үшін кристалды күлгін бояуы қолданылды. Зерттеу үшін микроорганизмдердің $1,5 \times 10^8$ КОЭ/мл (0,5 Макфарланд) стандартты концентрациядағы суспензиясы дайындалып, ет-пептонды сорпаға егілді. Суспензиядан 150 мкл көлемі планшеттің әр ойығына енгізіліп, 24 сағат бойы +37°C температурада инкубацияланды.

Әр изолят үшін сенімді нәтиже алу мақсатында 12 ойық пайдаланылды. Инкубация аяқталған соң, планктондық жасушалар жойылып, 2-суреттегідей планшет әр ойыққа 150 мкл тазартылған сумен төрт рет жуылды. Биоқабықшалар 2,5% глутар альдегид ерітіндісінің 160 мкл көлемін қосу арқылы бекітілді. 5 минуттық экспозициядан кейін планшет тағы да әр ойыққа 200 мкл тазартылған сумен төрт рет жуылды. Биоқабықшаларды бояу үшін 0,25% кристалды күлгін ерітіндісінің 180 мкл мөлшері енгізіліп, 5 минуттан кейін қайтадан жуылды. Планшет бөлме температурасында 10 минут кептірілді.



2 сурет – Биоқабықшаларды кристалды күлгін ерітіндімен бояу

Инкубация аяқталған соң, планктондық жасушалар жойылып, 2-суреттегідей планшет әр ойыққа 150 мкл тазартылған сумен төрт рет жуылды. Биоқабықшалар 2,5% глутар альдегид ерітіндісінің 160 мкл көлемін қосу арқылы бекітілді. 5 минуттық экспозициядан кейін планшет тағы да әр ойыққа 200 мкл тазартылған сумен төрт рет жуылды. Биоқабықшаларды бояу үшін 0,25% кристалды күлгін ерітіндісінің 180 мкл мөлшері енгізіліп, 5 минуттан кейін қайтадан жуылды. Планшет бөлме температурасында 10 минут кептірілді.

Жасушалардан бояғышты алу үшін әр ойыққа 200 мкл 33% мұзды сірке қышқылы қосылып, бөлме температурасында 10 минут ұсталынды. Алынған ерітіндінің оптикалық тығыздығы 620 нм толқын ұзындығында Multiskan көп арналы спектрофотометрде өлшенді [13,74-75 б]. Әрбір изолят үшін 12 ойықтың оптикалық тығыздығының орташа арифметикалық мәні 1-кестеде келтірілген формула бойынша есептелді.

1 кесте – Биоқабықша түзу қабілетін есептеуге арналған формула

Биоқабықша түзу қабілеті	Формула
жоғары	$4 \times OT_6 < OT_7$
орташа	$2 \times OT_6 < OT_7 \leq 4 \times OT_6$
төмен	$OT_6 < OT_7 \leq 2 \times OT_6$
жоқ	$OT_7 \leq OT_6$

Нәтижелер мен талқылаулар. Жүргізілген микробиологиялық зерттеулер нәтижесінде *S. aureus* изоляттары сарыуыз-тұзды агарда кремді немесе алтын түстес, шеттері тегіс, жалпақ колониялар түрінде өсіп, лецитиназа түзді. Ал маннит-тұзды агарда сары-лимон түстес диск тәрізді колониялар түзді. Бөлінген *S. aureus* изоляттары каталаза және коагулаза оң (+) реакция көрсетті.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде *S. aureus*-тың 40 штаммы бөлініп, идентификацияланып имуноферменттік талдау әдісімен зерттелді. Зерттелген 40 *S. aureus* штаммның 18-і (45%) токсин түзбеді. Ал қалған, 22 штамм (55%) әр түрлі типтегі токсиндердің продуценттері болып шықты. Соның ішінде, 4 штамм-тек 1 түрлі токсин, 12 штамм-2 түрлі токсин, 3 штамм-3 түрлі токсин өндірді (2 кесте).

2 кесте – ИФТ әдісімен *S. aureus* штаммдарын зерттеу нәтижелері

<i>S. aureus</i>	A	B	C	D	E	<i>S. aureus</i>	A	B	C	D	E
1	+	-	-	+	-	21	-	-	-	-	-
2	+	-	-	+	+	22	+	+	-	-	-
3	-	-	-	-	-	23	+	-	-	+	-
4	-	+	-	+	+	24	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	25	+	-	+	-	-

2-кестенің жалғасы

6	-	-	-	-	-	26	-	-	-	-	-
7	-	-	+	-	-	27	+	-	-	+	-
8	-	-	-	-	-	28	-	-	-	+	-
9	+	-	-	+	-	29	+	-	-	-	+
10	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-
11	-	-	+	-	-	31	+	-	-	+	-
12	+	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-
14	+	-	+	-	-	34	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	35	+	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	36	+	+	-	+	-
17	+	-	-	+	-	37	-	-	+	-	+
18	-	-	-	-	-	38	-	-	-	-	+
19	+	-	+	+	-	39	+	-	+	-	-
20	-	-	-	-	-	40	-	+	+	-	-

Анықталған токсиндердің ең көп саны А және Д типтері болып табылады. 2 кестеде көрсетілгендей А типті токсин 16 үлгіде (72,7%), Д түрі үлгіде (50%) анықталды.

Біздің зерттеу нәтижелеріміз басқа да шетелдік ғалымдардың зерттеу ақпараттарымен сәйкес келді, себебі олар да олар SEB, SEC және SED-ге қарағанда тағамнан улану жағдайында SEA ең жиі кездесетін энтеротоксин екенін айтады [14,7-9 б].

S. aureus-тың В типті токсин өндіретін штаммдарының ең аз мөлшері 4 (18,1%) штаммды құрады. Бұл көрсеткіш, аталмыш өнімдерде В типті токсинді синтездейтін энтеротоксингенді стафилококктардың тіршілік етуі мен көбеюіне қолайлы жағдайлардың болмауымен түсіндіріледі.

Антибиотиктерге төзімділікті сынау нәтижелері бойынша *S. aureus*-тың 40 штаммы бактерияға қарсы кемінде бір препаратқа төзімді болды. Резистентті 40 изоляттың 25-і β-лактамық тобынан бензилпенициллинге, 13-і макролидтер тобындағы тилозинге, 17-сі сульфаниламидтік топқа, 11-і тетрациклиндерге, 24-і аминогликозидтерге және 5-і фторхинолондарға төзімділік көрсетті (2-кесте).

3 кесте – *S. aureus* штамдарының антибиотикограммасы

Изолят атауы	БҚП атауы	Резистентті штаммдар саны	Жалпы изоляттардың %
<i>S. aureus</i>	ампициллин	8	20
	амоксациллин	19	47,5
	бензилпенициллин	25	62,5
	цефоперазон	10	25
	цефокситин	12	30
	стрептомицин	24	60
	канамицин	7	17,5
	неомицин	8	20
	гентамицин	8	20
	тетрациклин	11	27,5
	доксициклин	10	25
	эритромицин	13	32,5
	тилозин	5	12,5
	сульфаметоксазол/ триметоприм	17	42,5
	ципрофлоксацин	5	12,5
	норфлоксацин	6	15

3 кестеден көріп отырғанымыздай, *S. aureus* изоляттарының ең көп саны бензилпенициллин – 62,5 %, стрептомицинге – 60 %, амоксициллинге – 47,5%, сульфаметоксазол/ триметопримға – 42,5 % изолят төзімді болды.

S. aureus изоляттарының антибиотиктерге сезімталдықтың ең жоғары көрсеткіштері β-лактамық препараттарға – 62,5%-ға дейін, аминогликозидтерге 60 %, сульфаниламидтерге 53,1 %-ға дейін, макролидтерге 41%-ға дейін көрсетті. Төзімді штаммдардың ең аз саны фторхинолондарға тиесілі екені – 12,5 % анықталды.

Биоқабықша түзілу қабілеті стафилококктардың әртүрлі ортада тіршілік етуін қамтамасыз ететін маңызды факторлардың бірі болып табылады. Осыған байланысты, жануарлардан алынған азық өнімдерінен бөлініп алынған *S. aureus* штаммдарының биоқабықша түзу қабілеті зерттелді (3 кесте).

4-кесте – Азық өнімдерінен оқшауланған *S. aureus* штаммдарының биоқабықша қалыптастыру қабілетіне арналған тестілеу нәтижелері

№	Штамм	ОТ орташа арифметикалық мәні	Сынама ОТ мен бақылау ОТ арасындағы айырмашылық	Биоқабықша массасының орташа мәні мкг/ойыққа	Нәтиже
1	<i>S. aureus</i>	0,445832324	0,2356	29	жоғары
2		0,2122333333	0,1560833333	26	жоғары
3		0,35683008	0,210	28	жоғары
4		0,228	0,15875	0,09	төмен
5		1,68013	0,333014	29,6	жоғары
6		1,65803	0,32935	28,1	жоғары
7		0,23233333	0,1630833333	0,098	төмен
8		0,1315	0,05376	0,02	жоқ
9		0,1504333355	0,0415	4,9	төмен
10		1,63215	0,290025	31,03	жоғары
11		0,132168567	0,14416697	6,75	орташа
12		1,482012	0,154012	29,6	жоғары
13		1,372831	0,11002	29,6	жоғары
14		0,19456233	0,0966	9,99	орташа
15		1,65507	0,223562	32,05	жоғары
16		1,239512	0,103156	28,5	жоғары
17		0,18326	0,1286	15,64	орташа
18		0,143587333	0,0857833333	10	орташа
19		0,1723516657	0,112866667	15,1	орташа
20		0,195	0,134236	17,44	орташа
21		0,16	0,052166667	3,85	төмен
22		0,14258355	0,2509025	0,01	жоқ

Биоқабықша түзілуінің белгілі қасиеті бар *S. aureus* анықтамалық штаммы оң бақылау ретінде пайдаланылды. Неғұрлым сенімді нәтиже үшін әр изоляттың оптикалық тығыздығы 12 қайталануда зерттелді (планшеттің 12 ойығы) және орташа арифметикалық мәні есептелді.

«Азық-түлік өнімдерінен бөлініп алынған *Staphylococcus aureus* изоляттарын зерттеу нәтижесінде олардың биоқабықша түзу қабілетінің әртүрлі деңгейде екені анықталды. Жалпы 22 изоляттың ішінде 10 (45,5%) изолят жоғары деңгейде, 7 (31,8%) – орташа деңгейде, ал 3 (13,6%) изолят төмен деңгейде биоқабықша түзу қабілетін көрсетті. Сонымен қатар, 2 (9,0%) изолятта биоқабықша түзу қабілеті байқалмады.

Зерттеу нәтижелерінде изоляттардың биоқабықша түзу қабілеті, *S. aureus*-тің токсигенділік қасиеттеріне байланысы жоқ екені анықталды.

Қорытынды. Осылайша, зерттеу барысында жануарлардан алынған әртүрлі өнімдердің 178 сынамасы талданып, олардың ішінен *S. aureus*-тың 40 (22,5%) штаммы бөлініп алынды.

Токсигенділік қасиеттерін зерттеу барысында 40 *S. aureus* штаммының 18-і (45%) токсин түзбеді, ал қалған, 22 штамм (55%) әр түрлі типтегі токсиндердің продуценттері болып шықты. Токсин түзу бойынша ең көп саны А типті токсин 16 үлгіде (72,7%), Д типі 11 үлгіде (50%) анықталды.

Антибиотикке сезімталдылықты зерттеу нәтижесінде барлық *S. aureus* изоляттары антибиотиктерге төзімділікті әр түрлі дәрежеде: монорезистенттіліктен полирезистенттілікке дейін, жоғары төзімділіктен жоғары сезімталдыққа дейін көрсетті. *S. aureus* изоляттары β-лактамы антибиотиктер тобына жататын бензилпенициллинге – 62,5 % ең жоғары төзімділікті көрсетті.

Сонымен қатар азықтан оқшауланған *S. aureus* изоляттарында биоқабықша қалыптастыру қабілеті шамамен 45,5 % құрады, ал 9,0% изолятта биоқабықша түзу қабілеті байқалмады.

Жануарлар өнімдерінде энтеротоксигенді *S. aureus* штаммдарының болуы азық-түлік қауіпсіздігіне елеулі қауіп болып табылады. Зерттелген штаммдардың бактерияға қарсы препараттарға төзімділігінің жоғары болуы, бұл *S. aureus* энтеротоксигенді штаммдарының адам мен ауыл шаруашылығы жануарларының денсаулығына қауіптілігін арттырады және өз кезегінде тиісті мамандардың тұрақты бақылауын талап етеді.

Қаржыландыру туралы ақпарат. Зерттеу жұмыстары Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігі 2024-2026 жылдар кезеңіне қаржыландырған "Қостанай облысының агроөнеркәсіптік кешенінің орнықты дамуын қамтамасыз ету бойынша кешенді зерттеулерді ұйымдастыру және жүргізу" BR24992785 ЖРН бағдарламасы шеңберінде жүргізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Jung H.R., Lee Y.J. Characterization of virulence factors in enterotoxin-producing *Staphylococcus aureus* from bulk tank milk [Text] / Jung H.R., Lee Y.J. // *Animals*. – 2022. – №1. – p. 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12030301>.
2. Cardozo M.V., Nespolo N., Delfino T.C., et al. Raw milk cheese as a potential infection source of pathogenic and toxigenic foodborne pathogens [Text] / Cardozo M.V., Nespolo N., Delfino T.C. et al // *Food Science and Technology*. – 2021. – pp. 3-5.
3. Cieza M.Y.R., Bonsaglia E.C.R., Rall V.L.M., Santos M.V.d., Silva N.C.C. Staphylococcal Enterotoxins: Description and Importance in Food [Text] / Cieza M.Y.R., Bonsaglia E.C.R., Rall V.L.M., Santos M.V.d., Silva N.C.C. // *Pathogens*. – 2024. – 13(8):676. – p. 3. DOI:10.3390/pathogens13080676.
4. Minutillo R., Pirard B., Fatihi A et al. The enterotoxin gene profiles and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* strains isolated from artisanal cheeses in Belgium [Text] / Minutillo R., Pirard B., Fatihi A et al // *Foods*. – 2023. – 12:4019. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12214019>.
5. Omwenga I., Aboge G.O., Mitema E.S et al. Staphylococcus aureus enterotoxin genes detected in milk from various livestock species in northern pastoral region of Kenya [Text] / Omwenga I., Aboge G.O., Mitema E.S et al. // *Food Control*. – 2019. – pp.128. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.04.005>.
6. Venkateswaran P., Vasudevan S., David H et al. Revisiting ESKAPE pathogens: virulence, resistance, and combating strategies focusing on quorum sensing [Text] / Venkateswaran P., Vasudevan S., David H et al. // *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. – 2023. – Article 1159798. – pp. 9-10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1159798>.
7. Peng Q., Tang X., Dong W., Sun N., Yuan W. A review of biofilm formation of *Staphylococcus aureus* and its regulation mechanism [Text] / Peng Q., Tang X., Dong W., Sun N., Yuan W. // *Antibiotics (Basel)*. – 2022. – 12(1):12. DOI: 10.3390/antibiotics12010012.
8. Vandana, Das S. Genetic regulation, biosynthesis and applications of extracellular polysaccharides of the biofilm matrix of bacteria [Text] / Vandana, Das S. // *Carbohydrate Polymers*. – 2022. – 291:119536. DOI: 10.1016/j.carbpol.2022.119536.
9. ГОСТ 31746-2012 Методы выявления и определения количества коагулазо положительных стафилококков и *Staphylococcus aureus* [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2013. – 46 с.
10. ГОСТ 31904-2012 Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2012. – с. 3-4.
11. ГОСТ 30425-97 Консервы. Метод определения промышленной стерильности [Текст]. – М.:Стандартинформ, 2013. – с. 3.
12. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 9.0, 2019. Режим доступа: <https://iacmac.ru/ru/info/eucast.shtml>.
13. Kim J., Hong J., Lim J.A., Heu S., Roh E. Improved multiplex PCR primers for rapid identification of coagulase-negative staphylococci [Text] / Kim J., Hong J., Lim J.A., Heu S., Roh E. // *Archives of Microbiology*. – 2018. – 200: pp73–83.
14. Pérez-Boto D., D'Arrigo M., Garcia-Lafuente A et al. Staphylococcus aureus in the processing environment of cured meat products [Text] / Pérez-Boto D., D'Arrigo M., Garcia-Lafuente A et al.// *Foods*. – 2023. – Vol. 12, Article 2161. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12112161>.

REFERENCES:

1. Jung H.R., Lee Y.J. Characterization of virulence factors in enterotoxin-producing *Staphylococcus aureus* from bulk tank milk. *Animals*, 2022, no. 1, p. 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12030301>.
2. Cardozo M.V., Nespolo N., Delfino T.C., et al. Raw milk cheese as a potential infection source of pathogenic and toxigenic foodborne pathogens. *Food Science and Technology*, 2021, pp. 3–5.
3. Cieza M.Y.R., Bonsaglia E.C.R., Rall V.L.M., Santos M.V.d., Silva N.C.C. Staphylococcal enterotoxins: description and importance in food. *Pathogens*, 2024, 13(8):676, p. 3. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens13080676>.
4. Minutillo R., Pirard B., Fatihi A., et al. The enterotoxin gene profiles and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* strains isolated from artisanal cheeses in Belgium. *Foods*, 2023, 12:4019. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12214019>.
5. Omwenga I., Aboge G.O., Mitema E.S., et al. Staphylococcus aureus enterotoxin genes detected in milk from various livestock species in northern pastoral region of Kenya. *Food Control*, 2019, p. 128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.04.005>.

6. Venkateswaran P., Vasudevan S., David H., et al. Revisiting ESKAPE pathogens: virulence, resistance, and combating strategies focusing on quorum sensing. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 2023, art. 1159798, pp. 9-10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1159798>.
7. Peng Q., Tang X., Dong W., Sun N., Yuan W. A review of biofilm formation of *Staphylococcus aureus* and its regulation mechanism. *Antibiotics (Basel)*, 2022, 12(1):12. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics12010012>.
8. Vandana Das S. Genetic regulation, biosynthesis and applications of extracellular polysaccharides of the biofilm matrix of bacteria. *Carbohydrate Polymers*, 2022, 291:119536. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119536>.
9. GOST 31746-2012. Metody' vy'yavleniya i opredeleniya kolichestva koagulazо polozhitel'ny'kh stafilokokkov i *Staphylococcus aureus* [Methods for detection and quantification of coagulase-positive staphylococci and *Staphylococcus aureus*]. Moscow, Standartinform, 2013, 46 p. (In Russian).
10. GOST 31904-2012. Produkty' pishhevy'e. Metody' otbora prob dlya mikrobiologicheskikh ispy'tanii [Food products. Methods for sampling for microbiological testing]. Moscow, Standartinform, 2012, pp. 3-4. (In Russian).
11. GOST 30425-97. Konservy'. Metod opredeleniya promy'shlennoj steril'nosti [Canned foods. Method for determination of industrial sterility]. Moscow, Standartinform, 2013, p. 3. (In Russian).
12. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 9.0, 2019. Available at: <https://iacmac.ru/ru/info/eucast.shtml> (accessed 25 August 2025).
13. Kim J., Hong J., Lim J.A., Heu S., Roh E. Improved multiplex PCR primers for rapid identification of coagulase-negative staphylococci. *Archives of Microbiology*, 2018, vol. 200, pp. 73-83.
14. Pérez-Boto D., D'Arrigo M., Garcia-Lafuente A., et al. *Staphylococcus aureus* in the processing environment of cured meat products. *Foods*, 2023, vol. 12, art. 2161. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12112161>.

Авторлар туралы мәліметтер:

Чужебаева Гульжаган Джамбуловна – ветеринария ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, ҚБ ҒЗИ ғылыми қызметкері, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» ҚЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110005, Қостанай қ, Маяковский көш 99/1, тел.: 87057992930., e-mail: gulzhandoc@mail.ru.

Мәлікзада Қаламқас Мәлікзадақызы* – ветеринария ғылымдарының магистрі, ветеринарлық медицина бағыты бойынша 1 курс докторанты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» ҚЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110005, Қостанай қ, Маяковский көш 99/1, тел.: 87475206149., e-mail: kalamkas.malikzada@mail.ru.

Байменов Бахыт Муратович – ветеринария ғылымдарының магистрі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» ҚЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110005, Қостанай қ, Маяковский көш 99/1, тел.: 87776162244, e-mail: baimenov.bm@ksu.edu.kz.

Досова Алма Даулетжановна – техника және технологиялар магистрі, ҚБ ҒЗИ кіші ғылыми қызметкері, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» ҚЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110005, Қостанай қ., Маяковский көш 99/1, тел.: 87472325114, e-mail: dosova_alma@mail.ru.

Чужебаева Гульжаган Джамбуловна – кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор, научный сотрудник НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 11005, г.Костанай, ул. Маяковского 99/1., тел.: 87057929-30, e-mail: gulzhandoc@mail.ru.

Маликзада Каламкас Маликзадақызы* – магистр ветеринарных наук, докторант 1 курса по направлению ветеринарная медицина, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 11005, г.Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: 87475206149., e-mail: kalamkas.malikzada@mail.ru.

Байменов Бахыт Муратович – заведующий лабораторией молекулярно-генетических исследований НИИ ПБ, магистр ветеринарных наук, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 11005, г.Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: 87776162244, e-mail: baimenov.bm@ksu.edu.kz.

Досова Алма Даулетжановна – магистр техники и технологий, младший научный сотрудник НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 11005, г.Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: 87472325114, e-mail: dosova_alma@mail.ru.

Chuzhebaeva Gulzhagan Dzhambulovna – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Researcher of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional

University NLC, Republic of Kazakhstan, 11005, Kostanay, 99/1 Mayakovsky Str., tel.: 87057992930, email: gulzhandoc@mail.ru.

Malikzada Kalamkas Malikzadakyzy* – 1st-year doctoral student majoring in veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 11005, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str., tel.: 87475206149, email: kalamkas.malikzada@mail.ru.

Baymenov Bakhyt Muratovich – Head of the Molecular Genetic Research Laboratory of the Research Institute of Applied Biotechnology, Master of Veterinary Sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 11005, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str., tel.: 87776162244, email: baimenov.bm@ksu.edu.kz.

Dosova Alma Dauletzhanovna – Master of Engineering and Technology, Junior Researcher of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 11005, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str., tel.: 87472325114, email: dosova_alma@mail.ru.

XFTAP 68.41.33

ӨОЖ 619:616.61-008.64:636.8

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531103>

АНАЛЫҚ БЕЗДЕРДІҢ Фолликулярлық-кисталық ауруы КЕЗІНДЕГІ СИЫРЛАРДЫҢ ҚАНЫНЫҢ ЭРИТРОЦИТТІК ҚҰРАМЫ

Янич Ф.А.* – жаратылыстану пәндері кафедрасының күндізгі аспиранты, "Оңтүстік Орал мемлекеттік аграрлық университеті" ФМББЖ ЖМ, Троицк қ., Ресей Федерациясы.

Папуша Н.В. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Азық-түлік қауіпсіздігі және биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Янич Т.В. – ветеринария ғылымдарының кандидаты, PhD докторы, «Янич ТВ» ЖК ветеринар дәрігері, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Хасанова М.А. – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Мақалада гинекологиялық диспансерлеу нәтижесінде клиникалық-ректалды және ультрадыбыстық зерттеулер қорытындысы бойынша фолликулярлық-кистозды синдром диагнозы қойылған голштинизацияланған қара-ала сиырлардың қанының эритроциттік құрамының ерекшеліктеріне баға берілді. Зерттеудің жалпы бөлігі болып табылатын гематологиялық талдаулар ірі қара малдың қаны мен денсаулығын бағалау үшін қолданылады. Фолликулярлық-кистозды ауру диагнозы қойылған сиырларда келесі ерекшеліктер анықталды. Сүйек кемігіндегі гемопозтикалықдің жасушаларынан түзілетін эритроциттер эритропозтин гормонының ықпалымен жетілудің бірізді кезеңдерінен өтеді. Толық пісіп-жетілгеннен кейін эритроциттер ядросын жоғалтып, қан айналымына өтеді. Қан ағынында олар шағын мөлшерімен және икемді биконкавты пішінімен ерекшеленеді. Құрамындағы гемоглобин өкпеден перифериялық тіндерге оттегін жеткізіп, көмірқышқыл газын кері тасымалдауды қамтамасыз етеді. Эритроциттерге байланысты ең кең таралған аурулардың бірі – анемия. Зерттеу нәтижесінде қанның эритроциттік пулы физиологиялық деңгейдегі қызыл қан жасушаларымен ($6,10 \pm 0,11 \times 10^{12}/л$, $Cv=1,23\%$) және олардың орташа оңтайлы көлемімен ($43,08 \pm 1,12$ фл., $Cv=8,20\%$) сипатталатыны анықталды. Жасушалардың көлемдік сипаттамалары RDW-SD және RDW-Cv көрсеткіштері бойынша нормативтік шектен асып, сәйкесінше 9,19 және 14,00% құрады. Сонымен қатар гематокрит деңгейінің төмендеуі ($26,26 \pm 0,30\%$) және эритроциттердің гемоглобинмен қанығу тығыздығының төмендеуі анықталды, бұл анемия белгілеріне сәйкес келеді.

Түйінді сөздер: қанның, сиырдың жасушалық құрамы, фолликулярлық-цистикалық ауру, эритроциттер, гемоглобин.

ЭРИТРОЦИТАРНЫЙ СОСТАВ КРОВИ КОРОВ ПРИ ФОЛЛИКУЛЯРНО-КИСТОЗНОЙ БОЛЕЗНИ ЯИЧНИКОВ

Янич Ф.А.* – очный аспирант кафедры естественнонаучных дисциплин, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», г. Троицк, Российская Федерация.

Папуша Н.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Янич Т.В. – кандидат ветеринарных наук, PhD, ветеринарный врач, ТОО «Янич ТВ», г.Костанай, Республика Казахстан.

Хасанова М.А. – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье дана оценка особенностей эритроцитарного состава крови коров голштинизированной черно-пестрой породы, у которых в результате гинекологической диспансеризации по результатам клинических ректальных и ультразвуковых исследований поставлен диагноз фолликулярно-кистозная болезнь. Общей частью исследования являются гематологические анализы, которые применяются для оценки крови и состояния здоровья крупного рогатого скота. У коров с диагнозом фолликулярно-кистозное заболевание выявлены следующие особенности. Красные клетки крови, образующиеся из гемопоэтических стволовых клеток в костном мозге, преобразуются в результате последовательных стадий созревания, которые в приоритете контролируются гормоном эритропоэтином. После полного развития эритроциты теряют ядро и затем попадают в кровеносную систему. В кровотоке красные клетки, в отличие от остальных маленького размера, гибкие двояковогнутые. Содержат в себе гемоглобин, переносят кислород из лёгких на периферию и углекислый газ обратно. Наиболее распространёнными заболеваниями, связанными с эритроцитами, являются анемии. Установлено, что эритроцитарный пул крови характеризуется физиологическим уровнем эритроцитов ($6,10 \pm 0,11 \times 10^{12}/л$, $Cv=1,23\%$), имеющих в среднем оптимальный объем ($43,08 \pm 1,12$ фл., $Cv=8,20\%$). Объемные свойства клеток, оцениваемые по значениям RDW-SD и RDW-Cv, превышают нормативный предел на 9,19 и 14,00% соответственно, определяя величину гематокрита на уровне $26,26 \pm 0,30\%$ и пониженную плотность насыщения красных клеток гемоглобином, что соответствует признакам анемии.

Ключевые слова: клеточный состав крови, коровы, фолликулярно-кистозная болезнь, эритроциты, гемоглобин.

ERYTHROCYTE PROFILE IN COWS WITH FOLLICULAR CYSTIC OVARY DISEASE

Yanich F.A.* – Full-time postgraduate student, the Department of natural sciences, South Ural State Agrarian University FSBEI HE, Troitsk, Russian Federation.

Papusha N.V. – Candidate of Agricultural Sciences, acting Associate Professor of the Department of food safety and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Yanich T.V. – Candidate of Veterinary Sciences, PhD, Veterinarian of Yanich TV LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Khassanova M.A. – PhD, Associate Professor, Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

This article assessed the erythrocyte profile of Holsteinized Black-and-White cows diagnosed with follicular-cystic disease diagnosed during gynecological examination based on clinical rectal and ultrasound findings. Hematological analysis, a common method for evaluating blood and cattle health, revealed specific features in affected cows. Red blood cells, derived from hematopoietic stem cells in the bone marrow, undergo a series of successive maturation stages primarily regulated by the erythropoietin.

Once fully developed, they lose their nucleus and enter circulation as small, flexible, biconcave cells. Containing hemoglobin, RBCs transport oxygen from the lungs to peripheral tissues and return carbon dioxide. Disorders associated with them, particularly anemia, are widespread. The study found that the erythrocyte pool was characterized by a physiological level of RBCs ($6.10 \pm 0.11 \times 10^{12}/L$, $Cv=1.23\%$) with an average optimal cell volume (43.08 ± 1.12 fl., $Cv=8.20\%$). The volumetric properties of the cells, as assessed by RDW-SD and RDW-CV values, exceed the reference limits by 9.19% and 14.00%, respectively, determining a hematocrit level of $26.26 \pm 0.30\%$ and a reduced hemoglobin saturation of red blood cells, which is indicative of anemia.

Key words: blood cell composition, cows, follicular cystic disease, red blood cells, hemoglobin.

Кіріспе

Босанғаннан кейінгі аналық без аурулары – бұл негізінен лютеальды және фолликулярлық кисталармен, аналық бездердің гипофункциясымен және тұрақты сары денемен ұсынылған сиыр ағзасындағы репродуктивті бұзылулардың негізгі себептерінің бірі [1, 8 б., 2, 106 б.]. Олар қызмет көрсету мерзімінің ұзаруын, қолдан ұрықтандыру тиімділігінің төмендеуін, ветеринариялық қызмет көрсету шығындарының жоғарылауын және сиырларды мерзімінен бұрын жоюдан болатын шығындарды анықтайды [3, 38 б.].

Аналық бездің кисталық ауруларының ішінде фолликулярлық кисталар жиі кездеседі, олар диаметрі 25 мм-ден асатын ановуляторлық фолликуланың болуымен сипатталады. Олардың жұқа

қабырғасы бар (3 мм-ден аз) және эстрадиолды синтездейді [4, 182 б.]. Сиырлардың фолликулярлық-кисталық ауруының патогенезінің жалпы қабылданған гипотезасы лютеиндеуші гормонның деңгейін анықтайтын гипоталамус-гипофиз-аналық без осіндегі оң кері байланыс механизмдерінде дисфункциялардың қалыптасуына негізделген, оның пульсациялық сигналдары кисталық өсуді қамтамасыз етеді [5, 105 б., 6, 2 б.]. Гормоналды себептерден басқа, ановуляторлық фолликулалардың өсуіне жергілікті внутривариальды факторлар ықпал етеді.

Фолликулогенез процесі және басым фолликуланың өсуіндегі бұзылулар гипоталамус-гипофиз-аналық без осі гормондарының биологиялық әсерлерімен ғана емес, сонымен қатар жасушалық гомеостазды, соның ішінде аналық бездерді сақтау мүмкіндігін анықтайтын ағзаның клиникалық және метаболикалық күйімен де байланысты. Жұмыста [7, 74 б.] босанғаннан кейінгі қабыну процестері фолликулярлық кисталардың этиологиялық себебі ғана емес, сонымен қатар жоғары өнімді сиырларда асқазан-ішек жолдарындағы, сүт бездеріндегі және кетоздардағы патологиялық өзгерістер бар екендігі атап өтілді.

Клиникалық тәжірибеде перифериялық қанның жасушалық құрамының күйін көрсететін сипаттамалардың (сапалық, сандық) жиынтығын қамтитын жалпы қан анализі маңызды рөл атқарады [8, 129 б.]. Сонымен қатар, бұл талдау ең қол жетімді және ақпараттық болып табылады, бұл оның жануарларды диспансерлеу алгоритміне енуін анықтайды.

Осыған байланысты жануарлар қанының зерттелуі диагноз қою кезіндегі зерттеулердің қажетті бөлігі болып табылады. Қан талдауы клиникалық тұрғыда байқалмайтын жасырын өзгерістерді ағзалар мен тіндерден анықтауға, яғни аурудың субклиникалық түрін диагностикалауға мүмкіндік береді. Қан талдау арқылы ауырған жануардағы асқынуларды анықтауға, емдеудің тиімділігін бақылауға, ұқсас клиникалық ауруларды ажыратуға, дерттің ауырлығына, ағзалар мен жүйелердің функционалдық жағдайына баға беруге, аурудың болжамын жасауға, ал кейбір ауруларда (анемия, лейкоздар, қан паразиттік аурулары, кетоздар және т.б.) нақты диагноз қоюға болады. Әрине, гематологиялық көрсеткіштер клиникалық зерттеулермен ұштасқанда одан да үлкен маңызға ие болады [9, 5 б.].

Жұмыстың **мақсаты** гинекологиялық диспансерлеу нәтижесінде фолликулярлық-кистикалық ауру диагнозы қойылған сиырлардың қанының жасушалық құрамының ерекшеліктерін бағалауды көздеді.

Зерттеудің міндеті:

1. Сиырларда фолликулярлық-кистоздық ауру белгілері бар жануарларды анықтау мақсатында гинекологиялық диспансерлік тексеру жүргізу.

2. Перифериялық қанның гематологиялық көрсеткіштерін (сапалық және сандық сипаттамаларын) анықтау.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Жұмыстың зерттеу бөлігі 2012 жылы пайдалануға берілген қазіргі заманғы сүт кешені жағдайында "Сарыағаш" ЖШС (Қазақстан Республикасы, Қостанай облысы, Перелески кенті) базасында орындалды. Кешеннің өндірістік құрылымына перзентхана, бұзау өсіру цехы, жас малды өсіру цехы, сауу-сүт блогына қосылған лактация цехы кіреді. Кешеннің сауу залы сиырларды автоматты түрде сәйкестендіру жүйесімен және сүт есептегіштерімен, сондай-ақ 36 орындық "ішкі карусель" типті сауу қондырғысымен (Gea Westfalia autorotor Magnum 40 моделі) жабдықталған.

Сиырлардың сүт өнімділігін арттыру үшін кешенде 2012 жылдан бастап АҚШ-тан Гольштейн тұқымын өндіруші бұқалар әкелінген қара және түрлі-түсті тұқымды гольштейнизациялау жұмыстары жүргізілуде. Қара және түрлі-түсті тұқымның аналық сызығы аймақтың жағдайына бейімделген жергілікті малдардан шыққан. Бүгінгі таңда голштейн түріндегі сиырлардың қан үлесі 75%-дан асады.

Лактация цехында сиырларды ұстау төсегінде еркін жүреді. Үй-жайларда жануарлардың ыңғайлы жатуына арналған резеңке төсеніштер бар. Жануарларды азықтандыру ені 4 м жемшөп үстелінен жүзеге асырылады, оған жақындау еркін. Диетаның жемшөп құрамы жоғары сүт өндіруге бағытталған және житняк пішенімен, арпа дәні, дәнді шөп пішенімен, жүгері сүрлемімен, рапс тортымен, ұсақталған жүгері дәндерімен және сыра ұнтағымен ұсынылған. Сиырларды суару үшін су айналымы бар науа түріндегі ішетіндер пайдаланылды, бұл тіпті қыста оның температурасын 15°C-тан төмен емес ұстауға мүмкіндік береді.

Лактация цехында сиырларды топтық және жеке өңдеуге арналған учаскелері бар санитарлық аймақ жабдықталған, бұл жануарларға зооветеринарлық қызмет көрсетуді жеңілдетеді.

Малды молайту үшін жасанды ұрықтандыру қолданылады: сиырларды екі жынысты тұқыммен (екі есе), қашарларды – бір жынысты (бір рет), тірі массасы 380 кг жеткенде тұқымды ауыстыру 2-3 тиімсіз әрекеттен кейін жүзеге асырылады.

2024 жылы сиырлардың жалпы саны орта есеппен 727 басты құрады, бұл лактация цехының толымдылығын 60% деңгейінде анықтады. Сондықтан үй-жайлардағы микроклимат параметрлері өнеркәсіптік жағдайда жануарларды жайлы ұстау талаптарын қанағаттандырды.

Сиырлардағы қызмет көрсету кезеңінің орташа ұзақтығы 2023 жылы 131 күнді, 2024 жылы – 175 күнді (ұсынылатын норма 60-95 күн) құрады, бұл жануарларды гинекологиялық диспансерлеуді жүргізуді анықтады.

Гинекологиялық диспансерлеу процесіне 58 сиыр 2-3 лактациядан өтті, олардың қызмет ету мерзімі 130-дан 170 күнге дейін болды. Жануарлардың анамнезінде көптеген өнімсіз ұрықтандыру және анафродизия белгілері болған. Диспансерлеу кезінде жануарлардың клиникалық жағдайы бағаланды; жыныс мүшелерін бағалауға ерекше назар аударылды. Таңдалған топтағы сиырларда жыныс саңылауының ағуы болмады, вульваның тұтастығы бұзылмады және қынаптың вестибуласының шырышты қабаты физиологиялық түске ие болды, ісіну белгілері жоқ және тұтастығы бұзылған. ESG Lite Linear (Шотландия) ветеринариялық ультрадыбыстық сканерінің көмегімен ректалды пальпация (per rectum) және ультрадыбыстық зерттеу нәтижелерінің жиынтығы бойынша фолликулярлық-кисталық ауру диагнозы 30 сиырға қойылды.

Венепункция арқылы расталған диагнозы бар сиырдан вакуумдық әдісті қолданып, таңертең тамақтандырмас бұрын қан алынды. Әр сиырдан гемостаз жүйесі үшін натрий цитраты бар "премиум" және "ЕЛАМЕД" гематологиясы үшін КЗ ЭДТА бар бір реттік "VACUETTE" полипропилен түтіктеріне екі қан үлгісі алынды. Қан үлгілері 3 сағат ішінде Қостанай қаласының зертханасына ("ИВ Смолин зертханасы" ЖШС) термोकонтейнерде жеткізілді. Жасушалық құрамы, сондай-ақ шеткергі қан жасушаларының сапалық және сандық сипаттамалары ірі қара малға арналған орнатылған параметрлері бар "Sysmex, XS-500i" (Жапония) Автоматты гематологиялық анализаторында анықталған.

Зертханалық зерттеу деректері Statistica 6.0 бағдарламалық пакетін пайдалану кезінде статистикалық түрде өңделеді. Бірінші кезеңде Шапиро-Уилкстің W-критерийі арқылы статистикалық үлгідегі белгілердің таралуының қалыптылығы бағаланды. Екінші кезеңде сипаттамалық талдау әдісімен орташа мән (M), стандартты ауытқу (m), минималды (Min) және максималды (Max) мән, вариация ауқымы және вариация коэффициенті анықталды.

Зерттеу нәтижелері. Перифериялық қанның жасушалық құрамындағы өзгерістер физиологиялық және патологиялық процестердің нәтижесі болып табылады; ағзаның ішкі және сыртқы орта факторларының әсеріне реакциясын көрсетеді, сондай-ақ патологиялық процестердің дамуындағы қорғаныс және өтемақы механизмдерін қалыптастыруға гемопоэтический жүйенің қатысуын растайды [8, 130 б., 10, 1252 б.].

Мәліметтерге сәйкес [11, 592 б.] гематологиялық талдау жануарлардың жағдайын бағалау және аурудың дамуы мен нәтижесін болжау үшін құнды ақпаратты ұсынады. Соңғы жылдары жалпы қан анализін жүргізу үшін әртүрлі гематологиялық анализаторлар белсенді қолданылады, бұл жасушалардың морфологиялық ерекшеліктерін сипаттамаса да, қан құрамындағы сандық және сапалық өзгерістерді бағалауға мүмкіндік береді.

Қанның жасушалық құрамын зерттеу деректері бақылау тобының зертханалық зерттеулерінің нәтижелерімен емес, популяция нормасының шекараларымен салыстырылды, өйткені гинекологиялық аурулары жоқ ұқсас жастағы және лактация кезеңіндегі сиырларда 1 немесе 2 триместр деңгейінде жүктілік болған. Фолликулярлық-кисталық ауруы бар және гинекологиялық аурулары жоқ сиырлардың сүт өнімділігі салыстырмалы болғанымен, жүктіліктің дамуы мен өршуі перифериялық қандағы жасушалық құрамның өзгеруімен қатар жүрді.

Фолликулярлық-цистикалық ауру диагнозы қойылған сиырлардың қанының эритроциттік құрамын бағалау кезінде эритроциттердің құрамы және олардың орташа көлемі норма шекараларының орталық бөлігінде болғандығы анықталды. Бұл жағдайда көрсеткіштер CV=1,23 және 8,20% деңгейіндегі вариациямен сипатталды, бұл статистикалық үлгідегі шамалардың жеткілікті біртектілігін көрсетті. Бұл берілген гематологиялық параметрлерді берілген патологияға тән және ерекше деп бағалауға мүмкіндік береді (1 кесте).

1 кесте-фолликулярлық-кисталық ауруы бар сиырлардың қанының Эритрограммасы (n=30)

Қан көрсеткіштері	Норма	M±m	Max	Min	R	C _v
Эритроциттер, $\times 10^{12}/л$	5,0-7,5*	6,10±0,11	6,38	5,63	0,75	1,23
Гемоглобин, г/л	90,0-120,0*	93,30±2,01	102,00	87,00	15,00	6,80
Гематокрит, %	24,0-48,0*	26,26±0,34	27,70	25,10	2,60	4,11
Эритроциттердің орташа көлемі, фл.	36,0-50,0**	43,08±1,12	47,58	37,75	9,83	8,20
Эритроциттегі гемоглобиннің орташа мөлшері, апг	14,0-19,0**	15,30±0,25	16,19	14,30	1,93	5,20
Эритроциттегі гемоглобиннің орташа концентрациясы, г/дл	38,0-43,0**	35,51±0,30	36,82	34,66	2,16	2,67
Эритроциттердің таралу ені – RDW-SD, фл	23,40-29,70***	32,43±0,38	33,80	30,90	2,90	3,67
Эритроциттердің таралу ені – RDW-C _v , %	16,0-20,0**	22,80±0,05	23,00	22,60	0,40	0,72

Бұл ретте сиырлардың қанында RDW-SD және RDW-Cv мәндерінің көмегімен бағаланатын көлем бойынша эритроциттердің таралуы ең кіші және ең үлкен қызыл жасуша көлемінің арасындағы айырмашылық сәйкесінше нормативтік шектен 9,19 және 14,00% жоғары екенін көрсетті. Демек, жануарлардың денесінде гемопоэз органдары қалыпты эритроциттердің жеткілікті мөлшерін шығармады. Сондықтан гематокрит мөлшері бойынша бағаланған қызыл жасушалардың үлесі норманың төменгі шекарасына жақындаған кезде $26,26 \pm 0,30\%$ құрады. Диагноз қойылған сиырлар үшін параметрдің мәні фолликулярлық киста ауруы өкілдік деп санауға болады, өйткені вариация коэффициенті $Cv=4,11\%$ болды [12, 1515 б., 13, 678 б.]. Гематокриттің мөлшері мен "шартты түрде қалыпты көлемдегі" эритроциттердің саны биологиялық тұрғыдан бір-бірімен байланысты емес екенін атап өткім келеді, бұл гинекологиялық ауру сиырлардың денесінде анемия белгілерінің көрінісі болуы мүмкін.

Бұл қызыл жасушалардың гемоглобинмен қанығу тығыздығының төмендеуінің нәтижесі ретінде шеткері қан ағымындағы сиырлардағы эритроциттегі гемоглобин деңгейінің және гемоглобиннің орташа мөлшерінің ауытқуымен расталды. Демек, эритрограмма параметрлерінің жиынтығы анемия белгілерінің фолликулярлық-кисталық ауруы бар сиырлардың денесінде болуын көрсетті. Ұқсас деректер [14, 227 б.] аналық бездің фолликулярлық кистасы диагнозы қойылған жоғары өнімді сиырлардан алынды. Эритрограммдан басқа жалпы қан анализіне лейкоциттердің қан пулының сипаттамасы кіреді.

Қорытынды. Жалпы бөлігі болып табылатын гематологиялық талдаулар қан анализі және ірі қара малдың денсаулығын бағалау үшін қолданылады, фолликулярлық-кисталық ауру диагнозы қойылған сиырларда келесі ерекшеліктер бар: 1. Эритроциттік қан пулы орташа оңтайлы көлемі ($43,08 \pm 1,12$ фл.) бар эритроциттердің физиологиялық деңгейімен ($6,10 \pm 0,11 \times 10^{12}/л$, $Cv=1,23\%$) сипатталады., $Cv= 8,20\%$). Алайда, RDW-SD және RDW-Cv мәндері бойынша бағаланатын жасушалардың көлемдік қасиеттері сәйкесінше 9,19 және 14,00% нормативтік шектен асып, гематокриттің мөлшерін $26,26 \pm 0,30\%$ деңгейінде және қызыл жасушалардың гемоглобинмен қанығу тығыздығының төмендеуін анықтайды, бұл анемия белгілеріне сәйкес келеді.

Жұмыс ҚР АШМ қаржыландыратын BR22886157 «Селекциялық-технологиялық және молекулалық-генетикалық әдістер арқылы сүтті ірі қара малдың генетикалық ресурстарын басқару, сақтау және ұтымды пайдалану» жобасы шеңберінде орындалды

ӘДЕБИЕТТЕР:

- 1 Седлецкая, Е.С. Частота распространения и клинико-эхографическая диагностика гипофункции и кист яичников у высокопродуктивных коров [Text] / Е.С. Седлецкая, Г.П. Дюльгер// Российский ветеринарный журнал, 2012. №3. – 8-10 б.
- 2 Середа, Т.И. Особенности гормон-метаболических связей в организме коров при лютеиновых кистах [Text] / Т.И. Середа, М.А. Дерхо, Н.В. Крайнова// Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2017. № 2 (64). – 105-107 б.
- 3 Yáñez, J. Relationships between milk production, ovarian function and fertility in high-producing dairy herds in north-eastern Spain [Text] / J. Yáñez, F. López-Gatius, G. Bech-Sàbat// Reprod Domest Anim. 2008. – Vol. 4. P. 38-43. doi: 10.1111/j.1439-0531.2008.01227. x.
- 4 Lapp, R. Induction of cystic ovarian follicles (COFs) in cattle by using an intrafollicular injection of indomethacin [Text] / R. Lapp, V. Röttgen, T. Viergutz [et al.] // J Reprod Dev. 2020. Vol. 66(2). – P. 181-188. doi: 10.1262/jrd.2019-107.
- 5 Vanholder, T., Aetiology and pathogenesis of cystic ovarian follicles in dairy cattle: a review [Text] / G. Opsomer, A. Kruif Aetiology // Reprod Nutr Dev. 2006. – Vol. 46(2). – P. 105-119. doi: 10.1051/rnd:2006003.
- 6 Todoroki, J. Formation of follicular cysts in cattle and therapeutic effects of controlled internal drug release [Text] / H. Kaneko // J Reprod Dev. 2006. – Vol. 52(1). – P. 1–11. doi: 10.1262/jrd.17081.
- 7 Рогожина, Н.В. Динамика изменения гематологических показателей крови коров при дисфункции яичников [Text] / Н.В. Рогожина, В.Н. Масанов. – Вестник Орел ГАУ. 2012. – №6(12). – 74-75 б.
- 8 Бондарчук, С.В. Клеточный состав крови: показатели гемограммы здоровых лиц Санкт-Петербурга [Text] / В.В. Тыренко, М.А. Михалева [и др.] // Гены и клетки. 2016. – № 3. – 129-134 б.
- 9 Амиров, Д.Р. Клиническая гематология животных [Text] / Б.Ф.Тамимдаров, А.Р. Шагеева // Учебное пособие.-Казань: Центр информационных технологий КГАВМ. – 2020. – 134 б.
- 10 Yanich, T.V. The Hemostatic system and its variability during pregnancy of Holstein breed animals [Text] / M.A. Derkho, A.A. Tegza // WSEAS Transactions on Environment and Development. 2022. – Vol. 18. – P. 1252-1258.
- 11 Roland, L. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine [Text] / M. Drillich, M. Iwersen// J Vet Diagn Invest. 2014. – Vol. 26(5). – P. 592-598. doi: 10.1177/1040638714546490.
- 12 Borş, S.I. Ovarian cysts, an anovulatory condition in dairy cattle [Text] / A. J. Borş //Vet Med Sci. 2020. – Vol. 82(10). – P. 1515-1522. doi: 10.1292/jvms.20-0381.

13 Herman, N. Hematology reference intervals for adult cows in France using the Sysmex XT-2000iV analyzer [Text] / N. Herman, C. Trumel, A. Geffré // J Vet Diagn Invest. 2018. – Vol. 30(5). – P. 678-687. doi: 10.1177/1040638718790310.

14 Хохлов, А.В. Метаболический синдром и его роль в возникновении фолликулярных кист яичника у коров [Text]/П.В. Роменский, Н.В. Роменская// Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2014. – Т. 220. – № 4. – 227-231 б.

REFERENCES:

1 Sedleckaya E.S., Dyulger G.P. Chastota rasprostraneniya i kliniko-e'hograficheskaya diagnostika gipofunkcii i kist yaichnikov u vy'sokoproduktivny'h korov [Prevalence and clinical and echographic diagnosis of hypofunction and ovarian cysts in highly productive cows]. *Rossiyskiy veterinarny' zhurnal*, 2012, no. 3, pp.8-10. (In Russian).

2 Sereda T.I., Derho M.A., Krajnova N.V. Osobennosti gormon-metabolitny'h svyazej v organizme korov pri lyuteinovy'h kistah [Features of hormone-metabolic links in the body of cows with luteal cysts]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 2 (64), pp.105-107. (In Russian).

3 Yániz J., López-Gatius F., Bech-Sàbat G. Relationships between milk production, ovarian function and fertility in high-producing dairy herds in north-eastern Spain. *Reprod Domest Anim.*, 2008, vol. 4, pp. 38-43. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2008.01227.x.

4 Lapp R., Röttgen V., Viergutz T. Induction of cystic ovarian follicles (COFs) in cattle by using an intrafollicular injection of indomethacin. *J Reprod Dev.*, 2020, vol. 66(2), pp. 181-188. DOI: 10.1262/jrd.2019-107.

5 Vanholder T., Opsomer G., Kruif A. Aetiology and pathogenesis of cystic ovarian follicles in dairy cattle: a review. *Reprod Nutr Dev.*, 2006, vol. 46(2), pp. 105-119. DOI: 10.1051/rnd:2006003.

6 Todoroki J., Kaneko H. Formation of follicular cysts in cattle and therapeutic effects of controlled internal drug release. *J Reprod Dev.*, 2006, vol. 52(1), pp. 1-11. DOI: 10.1262/jrd.17081.

7 Rogozhina N.V., Masapov V.N. Dinamika izmeneniya gematologicheskikh pokazatelej krovi korov pri disfunkcii yaichnikov [Dynamics of changes in hematological parameters in cows with ovarian dysfunction]. *Vestnik Orel GAU*, 2012, no. 6(12), pp.74-75. (In Russian).

8 Bondarchuk S.V., Tyrenko V.V., Mihaleva M.A. Kletochny'j sostav krovi: pokazateli gemoqrammy' zdorovy'h lic Sankt-Peterburga [Cellular composition of blood: hemogram parameters of healthy individuals in Saint Petersburg]. *Geny' i kletki*, 2016, no. 3, pp.129-134. (In Russian).

9 Amirov D.R., Tamimdarov B.F., Shageeva A.R. Klinicheskaya gematologiya zhivotny'h [Clinical hematology of animals]. Kazan, Centr informacionny'h tehnologij KGAVM, 2020, 134 p. (In Russian).

10 Yanich T.V., Derkho M.A., Tegza A.A. The Hemostatic system and its varianility during pregnancy of Holstein nreed animals. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 2022, vol. 18, pp. 1252-1258.

11 Roland L., Drillich M., Iwersen M. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *J Vet Diagn Invest.*, 2014, vol. 26(5), pp. 592-598. DOI: 10.1177/1040638714546490.

12 Borş S.I., Borş A.J. Ovarian cysts, an anovulatory condition in dairy cattle. *Vet Med Sci.*, 2020, vol. 82(10), pp. 1515-1522. DOI: 10.1292/jvms.20-0381.

13 Herman N., Trumel C., Geffré A. Hematology reference intervals for adult cows in France using the Sysmex XT-2000iV analyzer. *J Vet Diagn Invest.*, 2018, vol. 30(5), pp. 678-687. DOI: 10.1177/1040638718790310.

14 Hohlov A.V., Romenskij R.V., Romenskaya N.V. Metabolicheskij sindrom i ego rol' v vozniknovenii follikulyarny'h kist yaichnika u korov [Metabolic syndrome and its role in the development of ovarian follicular cysts in cows]. *Ucheny'e zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny' im. N.E. Bauman*, 2014, vol. 220, no. 4, pp. 227-231. (In Russian).

Авторлар туралы мәліметтер:

Янич Федор Анатольевич* – жаратылыстану пәндері кафедрасының күндізгі аспиранты, "Оңтүстік Орал мемлекеттік аграрлық университеті", ФМБЖ ЖМ, Қазақстан Республикасы, 110000, Тобыл қ., Қалабаев көш., 51, 1-ші пәтер, тел.: 87011093116, e-mail: x-yanich-x@mail.ru <https://orcid.org/0009-0004-7339-7923>.

Папуша Наталья Владимировна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Азық-түлік қауіпсіздігі және биотехнология кафедрасының» қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай Өңірлік университеті», КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, Қостанай қ., Маяковский көш 99/1. тел.: 87054115171, e-mail: natali.p82@inbox.ru.

Янич Татьяна Валерьевна – ветеринария ғылымдарының кандидаты, PhD докторы, «Янич ТВ» ЖК ветеринар дәрігері, Қазақстан Республикасы 110000, Тобыл қ., Калабаев көш., 51, 1-ші пәтер, тел.: 87051991255, e-mail: x-yanich-x@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4484-5674>.

Хасанова Мадина Асылхановна – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110005, Қостанай қ., Юбилейный ш/а 28, 37-ші пәтер, тел.: 8708-2968802, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz., <https://orcid.org/0000-0003-3213-6458>.

Янич Федор Анатольевич* – аспирант кафедры естественнонаучных дисциплин, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Республика Казахстан, 110000, г.Тобыл, ул. Калабаева, д.51 кв.1, тел.: 87011093116, e-mail: x-yanich-x@mail.ru <https://orcid.org/0009-0004-7339-7923>.

Папуша Наталья Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, г. Костанай, ул. Маяковского 99/1. тел.: 87054115171, e-mail: natali.p82@inbox.ru.

Янич Татьяна Валерьевна – кандидат ветеринарных наук, PhD, ветеринарный врач, ТОО «Янич ТВ», Республика Казахстан, 110000, г.Тобыл, ул. Калабаева, д.51 кв.1, тел.: 870751991255, e-mail: x-yanich-x@mail.ru <https://orcid.org/0009-0009-4484-5674>.

Хасанова Мадина Асылхановна – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110005, г. Костанай, мкрн. Юбилейный 28, кв.37, тел.: 87082968802, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3213-6458>.

Yanich Fyodor Anatolyevich* – Full-time postgraduate student, Department of natural sciences, South Ural State Agrarian University FSBEI HE, Republic of Kazakhstan, 110000, Tobyl, 51 Kalabayev Str., apt. 1, tel.: 8701109-3116, e-mail: x-yanich-x@mail.ru <https://orcid.org/0009-0004-7339-7923>.

Papusha Natalya Vladimirovna – Candidate of Agricultural Sciences, scting Associate Professor of the Department of food safety and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str. tel.: 87054115171, e-mail: natali.p82@inbox.ru.

Yanich Tatyana Valeriyevna – Candidate of Veterinary Sciences, PhD, Veterinarian of Yanich TV LLP, Republic of Kazakhstan, 110000, Tobyl, 51 Kalabayev Str., apt. 1, tel.: 87051991255, e-mail: x-yanich-x@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4484-5674>.

Khassanova Madina Assylkhanovna – PhD, Associate Professor of the Department of veterinary medicine, Faculty of agricultural sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110005, Kostanay, Yubilenyi micro district, bld. 28, apt. 37, tel.: 87082968802, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3213-6458>.

МРНТИ 68.35.03

УДК 631.52

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531110>

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕНОВ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Абдуллоев Ф.М.* – докторант 2 курса ОП «Генетика и селекция сельскохозяйственных культур», НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Савин Т.В. – кандидат биологических наук, Председатель правления, ТОО «НПЦЗХ им. А.И.Бараева», п.Научный, Республика Казахстан.

Зотова Л.П. – доктор PhD, старший преподаватель кафедры земледелия и растениеводства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Дюсибаева Э.Н. – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры земледелия и растениеводства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

В работе представлена информация о детекции комбинаций генов, влияющих на повышение качества зерна мягкой яровой пшеницы казахстанской селекции. Были идентифицированы аллели генов *Glu-D1 x2-x5*, *Glu-D1 y10-y12*, *Glu-A1*, *Glu-B1-x7* (glutenin) *Wx-A1*, *Wx-D1*, *Wx-B1* (*waxy*), отвечающие за повышение или понижение качества зерна пшеницы. Аллельные варианты генов *Glu*, осуществляют генетический контроль компонентного состава глютеинов, среди них особое значение имеет локус *Glu-1*, отвечающий за биосинтез высокомолекулярных (HMW-GS) глютеинов. Крахмал пшеницы, в основном, формируется за счёт двух типов полисахаридов – амилозы и амилопектина. Синтез амилозы осуществляется в амилопластах при участии фермента гранулосвязанной крахмалсинтазы (GBSS, *granule-bound starch synthase*), также известного как вакси-белок.

Работа проводилась с 37 образцами пшеницы казахстанской селекции, такими как 347/11, 233/10, 342/08, 199/14-1, 249/14-2, 215/14, 242/15, 204/14-1, 274/13, , 241/14, 182/14, 216/12, 169/15, 224/14, 52/15, 285/16, 166/14, 194/14, 322/14, 210/14, 73/15, 132/15, 48/14, 143/09, 241/14-2, 83/05, 204/14-2, 307/14, 326/16-1, 86/15, 129/14, 326/16-1, 249/14-4, в качестве стандартов выступали такие сорта как: Асыл Сапа st, Астана, Акмола 2, Целинная Юбилейная. (ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева»). По результатам исследования были выявлены образцы доноры, с лучшей комбинацией генов качества, такие как Асыл Сапа st, Астана, 169/15, 73/15, 204/14-2, 86/15, 166/14, 347/11, 241/14, 132/15, 129/14, которые могут быть рекомендованы для дальнейшего использования в селекционных программах при создании высококачественных сортов яровой мягкой пшеницы.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, глютеины, *waxy*, качество, молекулярные маркеры.

ЖАЗДЫҚ ЖҰМСАҚ БИДАЙДЫҢ АСТЫҚ САПАСЫНЫҢ ГЕНДЕРІНІҢ МОЛЕКУЛАЛЫҚ-ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТАЛДАУЫ

Абдуллоев Ф.М.* – "Ауыл шаруашылығы дақылдарының генетикасы және селекциясы" 2 курс докторанты, "С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті" КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Савин Т.В. – биология ғылымдарының кандидаты, «А.И.Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС басқарма төрағасы, Научный к, Қазақстан Республикасы.

Зотова Л.П. – PhD докторы, "Егіншілік және өсімдік шаруашылығы" кафедрасының аға оқытушысы, "С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті" КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Дюсибаева Э.Н. – PhD докторы, "Егіншілік және өсімдік шаруашылығы" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, "С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті" КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Жұмыста қазақстандық селекцияның жұмсақ жаздық бидай дәнінің сапасын арттыруға әсер ететін гендер комбинацияларын анықтау туралы ақпарат берілген. Бидай дәнінің сапасын арттыруға немесе төмендетуге жауапты *Glu-D1 x2-x5*, *Glu-D1 y10-y12*, *Glu-A1*, *Glu-B1-x7*, *Wx-A1*, *Wx-D1*, *Wx-B1* гендік аллельдері анықталды. *Glu* гендерінің аллельді нұсқалары глютеиндердің компоненттік құрамын генетикалық бақылауды жүзеге асырады, олардың ішінде жоғары молекулалық (HMW-GS) глютеиндердің биосинтезіне жауап беретін *Glu-1* локусы ерекше маңызға ие.

Бидай крахмалы негізінен полисахаридтердің екі түрі – амилоза және амилопектин арқылы түзіледі. Амилоза синтезі амилопласттарда вакси ақуызы деп те аталатын түйіршікпен байланысқан крахмал синтаза ферментінің (GBSS, granule-bound starch synthase), қатысуымен жүзеге асырылады.

Жұмыс Қазақстандық селекциядағы бидайдың 37 үлгісімен жүргізілді, мысалы 347/11, 233/10, 342/08, 199/14-1, 249/14-2, 215/14, 242/15, 204/14-1, 274/13, , 241/14, 182/14, 216/12, 169/15, 224/14, 52/15, 285/16, 166/14, 194/14, 322/14, 210/14, 73/15, 132/15, 48/14, 143/09, 241/14-2, 83/05, 204/14-2, 307/14, 326/16-1, 86/15, 129/14, 326/16-1, 249/14-4, стандарт ретінде Асыл Сапа st, Астана, Ақмола 2, st тың мерейтойлық st сияқты сорттар болды. ("А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығының ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС.). Зерттеу нәтижелері бойынша Асыл Сапа st, Астана сияқты сапалы гендердің үздік комбинациясы бар донорлар үлгілері анықталды, 169/15, 73/15, 204/14-2, 86/15, 166/14, 347/11, 241/14, 132/15, 129/14, жаздық жұмсақ бидайдың жоғары сапалы сорттарын жасау кезінде селекциялық бағдарламаларда одан әрі пайдалану ұсынылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: жаздық жұмсақ бидай, глютеніндер, ваху, сапа, молекулалық маркерлер.

MOLECULAR GENETIC ANALYSIS OF GENES OF GRAIN QUALITY OF SPRING SOFT WHEAT

Abdulloyev F.M.* – 2nd year PhD student, "Genetics and crop breeding" educational program, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Savin T.V. – Candidate of Biological Sciences, Chairman of the Management Board of A.I.Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, Nauchnyi, Republic of Kazakhstan.

Zotova L.P. – PhD, Senior Lecturer of the Department of agriculture and crop production, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Dyussibayeva E.N. – PhD, Associate Professor of the Department of agriculture and crop production, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Astana, Republic of Kazakhstan.

The article presents information on the detection of gene combinations that affect the improvement of the quality of soft spring wheat grain of Kazakhstani breeding. Alleles of genes Glu-D1 x2-x5, Glu-D1 y10-y12, Glu-A1, Glu-B1-x7 (glutenin) Wx-A1, Wx-D1, Wx-B1 (waxy), responsible for increasing or decreasing the quality of wheat grain have been identified. Allelic variants of Glu genes carry out genetic control of the component composition of glutenins, among them the Glu-1 locus, responsible for the biosynthesis of high molecular weight (HMW-GS) glutenins, is of particular importance. Wheat starch is mainly formed by two types of polysaccharides – amylose and amylopectin. Amylose synthesis is carried out in amyloplasts with the participation of the enzyme granule-bound starch synthase (GBSS), also known as waxy protein.

The work was carried out with 37 samples of Kazakhstani wheat breeding, such as 347/11, 233/10, 342/08, 199/14-1, 249/14-2, 215/14, 242/15, 204/14-1, 274/13, 241/14, 182/14, 169/15, 224/14, 52/15, 285/16, 166/14, 194/14, 322/14, 210/14, 73/15, 132/15, 48/14, 143/09, 241/14-2, 83/05, 204/14-2, 307/14, 326/16-1, 86/15, 129/14, 326/16-1, 249/14-4. The standards were such varieties as: Asyl Sapa, Astana, Akmola 2, Tselinnaya Yubileinaya (A.I. Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP). According to the research results, donor samples with the best combination of quality genes were identified, such as Asyl Sapa, Astana, 169/15, 73/15, 204/14-2, 86/15, 166/14, 347/11, 241/14, 132/15, 129/14, which are recommended for further use in breeding programs when creating high-quality varieties of spring soft wheat.

Key words: spring soft wheat, gluten, waxy, quality, molecular markers.

Введение.

Пшеница является одной из ведущих и самой востребованной культурой из всех зерновых в сельском хозяйстве. Основной объём выработанного зерна используется для производства хлебопечных и макаронных изделий [1, с. 379].

Качество зерна пшеницы является одним из важнейших факторов, который определяет его пригодность для различных целей, таких как производство муки, кормов для животных, биотоплива и других продуктов. Хлебопечное качество продукции, получаемой из зерна пшеницы в большей степени обусловлено как содержанием клейковины, так и её реологическими характеристиками [2, с. 10].

Качество зерна определяется тремя основными генетическими системами, функция которых заключается в контроле биосинтеза конкретных белков клейковины и других белков зерна. Гены Glu, контролируют компонентный состав глютеинов, гены Gli, отвечающие за синтез глиадинов, и локус Ha, регулирующие консистенцию эндосперма, играют важную роль в формировании качества пшеницы. Среди них особое значение имеет локус Glu-1, отвечающий за биосинтез высокомолекулярных (HMW-GS) глютеинов*. А с учетом положительного влияния аллельных вариантов Glu-D1d (5+10) и Glu-A1b (Ax2*) HMW-GS на повышение мукомольно-хлебопечных качеств, конкурентного преимущества Glu-A1b над Glu-A1a (Ax1), и отрицательного влияния аллелей Glu-D1a (2+12) и Glu-A1c (Axnull), приводящих к снижению хлебопечных свойств пшеницы, одной из наиболее хозяйственно-ценных

комбинаций HMW субъединиц глютеенинов, ассоциированных с высокими качествами зерна, является желаемая для селекции комбинация Ax2*5+10 [3, с. 361].

Крахмальные гранулы пшеницы формируются преимущественно за счёт двух типов полисахаридов – амилозы и амилопектина. Отсутствие амилозы приводит к существенным изменениям как в молекулярной структуре крахмала, так и в его функционально-технологических характеристиках. Крахмал, получаемый из зерна восковой (*waxy*) пшеницы, т.е., содержащей в своем составе нуль-аллели генов *Wx-A1*, *Wx-B1* и *Wx-D1* практически полностью состоит из амилопектина в связи с инактивацией фермента гранулсвязанной крахмало-синтазы (GBSS), ответственного за синтез амилозы. Синтез амилозы происходит в амилопластах при участии фермента гранулосвязанной крахмалсинтазы (GBSS, granule-bound starch synthase), также известного как вакси-белок. Генетический контроль синтеза данного фермента осуществляется семейством генов *Wx* (*waxy*). У мягкой пшеницы, являющейся аллогексаплоидом (геномный состав AABBDD), присутствуют три гомеологичных локуса: *Wx-A1*, *Wx-B1* и *Wx-D1*.

Согласно проведенным исследованиям, известно, что нефункциональные нуль-аллели локусов *Wx-A1*, *Wx-B1* и *Wx-D1* *Waxy*-генов пшеницы имеют прямое влияние на образование крахмала амилопектинового типа, где наиболее существенное снижение содержания амилозы оказывает хозяйственно-ценный нулевой аллель *Wx-B1*-локуса – *Wx-B1b*, идентификация которого диагностически значима [4, с. 751].

Амилопектиновый крахмал способствует формированию более мягкой, эластичной текстуры продуктов, снижает их склонность к черствению и улучшает устойчивость к механическим и температурным воздействиям в процессе хранения. Однако при этом наблюдается снижение способности к гелеобразованию и ухудшение хлебопекарных качеств, особенно при производстве традиционного хлеба, где амилоза играет ключевую роль в формировании структуры мякиша [5, с. 130].

Разработка высококачественных сортов пшеницы является сложной задачей для селекционеров, которая осложняется недостатком изученности молекулярно-генетических основ, лежащих в основе качества зерна.

Использование молекулярно-генетических методов и маркерной селекции способствует ускорению идентификации генотипов с благоприятными показателями качества зерна пшеницы. Важным направлением исследований является детальная характеристика аллельного состава генов, ответственных за формирование качественных свойств муки у перспективных сортов.

Цель исследования: обнаружение аллельных комбинаций генов *Glu-D1 x2-x5*, *Glu-D1 y10-y12*, *Glu-A1*, *Glu-B1-x7*, *Wx-A1*, *Wx-D1*, *Wx-B1*, отвечающих за повышение или понижение качества зерна пшеницы и их влияние на показатели процентного содержания белка, количества и качества клейковины в зерне пшеницы.

Задачи исследования:

1. Идентифицирование аллельных комбинаций генов *Glu-D1* (*x2-x5*, *y10-y12*), *Glu-A1*, *Glu-B1-x7*, *Wx-A1*, *Wx-D1*, *Wx-B1*, ассоциированных с высоким содержанием белка и клейковины в зерне пшеницы.
2. Оценка влияния различных комбинаций аллелей генов *Glu* и *Wx* на снижение качества зерна.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на базе лаборатории ТОО «НПЦЗХ им.А.И.Бараева».

Растительный материал представлен 37 образцами КСИ яровой мягкой пшеницы, ТОО «НПЦЗХ им.А.И.Бараева»: 347/11, 233/10, 342/08, 199/14-1, 249/14-2, 215/14, 242/15, 204/14-1, 274/13, , 241/14, 182/14, 216/12, 169/15, 224/14, 52/15, 285/16, 166/14, 194/14, 322/14, 210/14, 73/15, 132/15, 48/14, 143/09, 241/14-2, 83/05, 204/14-2, 307/14, 326/16-1, 86/15, 129/14, 326/16-1, 249/14-4, Астана, Акмола 2, Целинная Юбилейная, в качестве стандарта выступил сорт сильной пшеницы Асыл Сапа st.

Выделение ДНК из растительного материала осуществлялось из 10-дневных проростков пшеницы с помощью СТАВ-метода [6, с. 19].

Чистоту и концентрацию выделенных ДНК изучали с помощью спектрофотометра NanoDrop 2000 (Thermo Fisher Scientific, USA).

Были подобраны молекулярные маркеры (праймеры) к генам *Glu-D1 x2-x5*, *Glu-D1 y10-y12*, *Glu-A1*, *Glu-B1 x7*, *Wx-A1*, *Wx-D1*. Праймеры синтезированы в лаборатории органического синтеза, ТОО «Национальный центр биотехнологии».

Таблица 1 – Прямые и обратные праймеры, комплиментарные генам качества пшеницы

№	Наименование праймеров	Primer sequences (5' to 3')	Ссылки на источник
1	<i>UMN 19 – GluA1 Ax1-Ax2</i> (362, 344 п.н.)	Forward: CGAGACAATATGAGCAGCAAG	Liu S et al. (2008) [7, с. 177]
		Reverse: CTGCCATGGAGAAGTTGGA	
2	<i>UMN25 – GluD1 x2-x5</i> (299, 281 п.н.)	Forward: GGGACAATACGAGCAGCAAA	Liu S et al. (2008) [7, с. 177]
		Reverse: CTTGTTCCGGTTGTTGCCA	

Продолжение таблицы 1

3	UMN 26 – <i>GluD1 y10-y12</i> (397, 415 п.н.)	Forward: CGCAAGACAATATGAGCAAAC	Liu S et al. (2008) [7, с. 177]
		Reverse: TTGCCTTTGTCCTGTGTGC	
4	<i>Glu Bx 7</i> (477 п.н.)	Forward: ACGTGTCCAAGCTTTGGTTC	Ragupathy R et al. (2008) [8, с. 116]
		Reverse: GATTGGTGGGTGGATACAGG	
		Reverse: TCGTACCCGTCGATGAAGTCGA	
5	<i>Wx-A1</i>	Forward: CGCTCCCTGAAGAGAGAAAGAA	Shariflou, M.R et al. (1999) [9, с. 1439]
		Reverse: ATAGGCACAACCCCTAAC	
6	<i>Wx-D1</i>	Forward: ACAGGATCTCTCCTGGAAG	Shariflou, M.R et al. (2001) [10, с. 121]
		Reverse: GCAAGGAAAATAGTGAAGC	

Амплификацию маркерных генов проводили в конечном объеме реакции 15 мкл, который включал: 1,5 мМ *Se*-буфер, 2 мМ *dNTP*, 50 мМ *MgCl₂*, 10 пмоль прямого и обратного праймеров, 1 *U Taq DNA* полимеразы и ДНК с концентрацией 100 нг/мкл. Для проведения ПЦР использовался амплификатор *SimpliAmp Thermal Cycler (Thermo Fisher Scientific, США)*. В качестве отрицательного контроля использовали реакционную смесь без добавления ДНК.

Полимеразная цепная реакция проводилась со следующими условиями термоциклирования:

Таблица 2 – Условия термоциклирования ПЦР

Локусы	Праймеры	Условия термоциклирования ПЦР		
		Денатурация	Отжиг праймера	Элонгация
<i>Glu-D1 x2-x5</i>	<i>Glu-D1 x2-x5</i>	95 °C/5м	58 °C/30с	72 °C/1м
<i>Glu-D1 y10-y12</i>	<i>Glu-D1 y10-y12</i>	95 °C/5м	60 °C/30с	72 °C/1м
<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-A1 1-2</i>	95 °C/5м	58 °C/30с	72 °C/1м
<i>Glu-B1 x7</i>	<i>Glu-B1 x7</i>	95 °C/5м	58 °C/30с	72 °C/1м
<i>Wx-A1</i>	<i>Wx-A1</i>	95 °C/5м	56 °C/30с	72 °C/1м
<i>Wx-D1</i>	<i>Wx-D1</i>	95 °C/5м	56 °C/30с	72 °C/1м

Разделение продуктов амплификации осуществляли на 1,5% агарозном геле с добавлением бромистого этидия. В качестве электродного буфера использовали 1× TBE-буфер.

Документирование полученных результатов проводили с помощью системы для документирования гелей *GelDoc (VilberLourmat, Франция)*. В качестве маркера молекулярных масс применяли ДНК маркер 1 kb *Generuler (Thermo Fisher Scientific, США)*.

Результаты и обсуждения.

В статье представлены результаты исследования 37 образцов мягкой яровой пшеницы на наличие высокомолекулярных глютеинов, локусов *Glu-D*, *Glu-A* и *Glu-B* и генов семейства *Wx* методом полимеразной цепной реакции (рисунок 1-4) проведен статистический и корреляционный анализ их влияния на показатели процентного содержания белка, количества и качества клейковины в зерне пшеницы.

После проведения ПЦР-анализа и последующего электрофореза, с целью детекции аллелей генов *GluD1 x2-x5* и *GluD1 y10-y12* аллели, отвечающих за выработку высокомолекулярных глютеинов, размером 299, 281, 397, 415 п.н. соответственно были получены следующие результаты, рисунок 1.

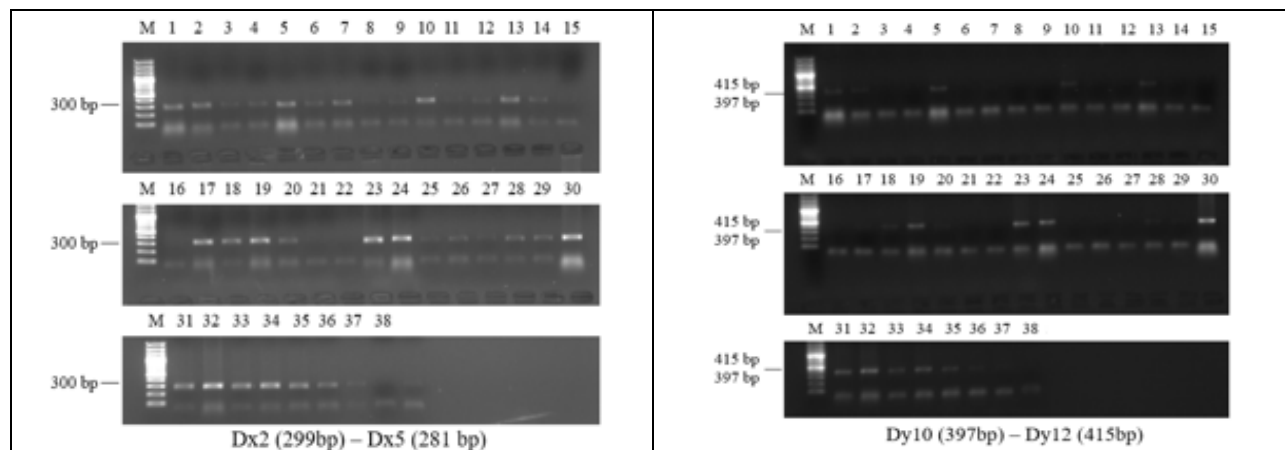


Рисунок 1 – Электрофорез продуктов ПЦР сортообразцов, полученных для генов *GluD1 x2-x5* и *GluD1 y10-y12*

М – маркер *DNA Ladder 1kb*, 1 образец – Асыл Сапа st, 2 образец – Астана, 3 образец – 347/11, 4 образец – 233/10, 5 образец – 342/08, 6 образец – 199/14-1, 7 образец – 249/14-2, 8 образец – 215/14, 9 образец – 242/15, 10 образец – 204/14-1, 11 образец – 274/13, 12 образец – Акмола 2, 13 образец – 241/14, 14 образец – 182/14, 15 образец – 216/12, 16 образец – 169/15, 17 образец – 224/14, 18 образец – 52/15, 19 образец – 285/16, 20 образец – 166/14, 21 образец – 194/14, 22 образец – 322/14, 23 образец – 210/14, 24 образец – 73/15, 25 образец – 132/15, 26 образец – 48/14, 27 образец – Целинная Юбилейная, 28 образец – 143/09, 29 образец – 241/14-2, 30 образец – 83/05, 31 образец – 204/14-2, 32 образец – 307/14, 33 образец – 326/16-1, 34 образец – 86/15, 35 образец – 129/14, 36 образец – 326/16-1, 37 образец – 249/14-4, 38 образец – отрицательный контроль

В образце Асыл Сапа st, являющимся стандартом была детектирована совокупность аллелей *GluD1 x5-y10*, повышающая качество получаемого зерна. В образцах Акмола 2 и Целинная юбилейная был идентифицирован аллельный вариант *GluD1 x5*, аллели *GluD1 y10* детектировано не было. Среди гибридов пшеницы можно выделить следующие образцы, несущие полезные варианты аллелей, как: 342/08, 166/14, 143/09, 204/14-2, 326/16-1, 129/14, 241/14. Необходимо отметить, что совокупность аллелей генов *x2-y12* в свою очередь снижает качество пшеницы, но знание наличия данных аллелей в образцах является необходимой задачей, так как может помочь в селекции зерновых. В рамках исследования был проведен анализ на идентификацию аллелей гена *Glu A1/A2*, наличие данных аллелей в исследуемых образцах в совокупности с генами *GluD1*, комбинацией (*x5+y10*) повышает выработку высокомолекулярных глютеинов, что в свою очередь положительно сказывается на качестве производимой из зерна муки, рисунок 2.

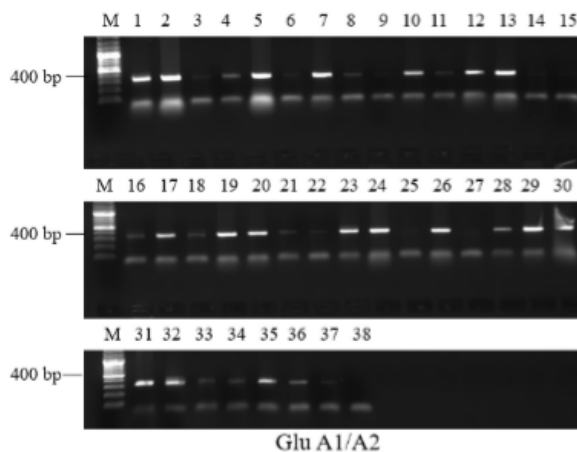


Рисунок 2 – Электрофорез продуктов ПЦР сортобразцов, полученных для гена *GluA1 Ax1-Ax2*

На рисунке 2 представлен результат проведения ПЦР-анализа с целью детекции искомого участка гена *GluA1 Ax1-Ax2*, отвечающего за повышения качества зерна пшеницы. По результатам анализа можно сделать вывод о наличии данных аллелей гена во всех образцах, кроме: 182/14, 216/12, 132/15, Целинная Юбилейная.

Следующая аллель, оказывающая положительное влияние на повышение качества зерна пшеницы – *Glu Bx7*, наличие данной аллели оказывает положительный эффект, независимо от наличия или отсутствия других генов, оказывающих воздействие на качество зерна, рисунок 3.

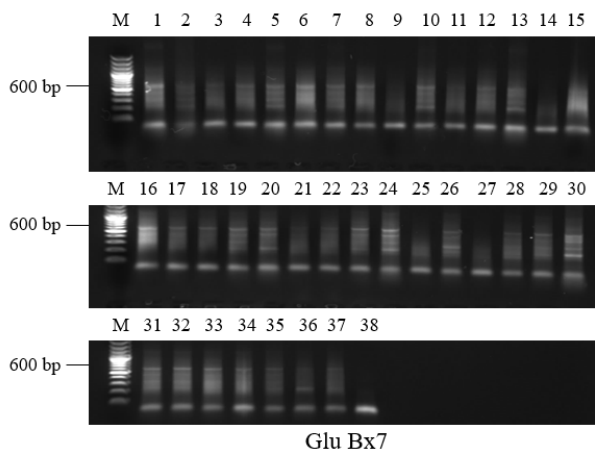


Рисунок 3 – Электрофорез продуктов ПЦР сортобразцов, полученных для гена *Glu-Bx7*

Аллель гена *Glu Bx7* не была идентифицирована в образцах 242/15, 182/14, 132/15. Во всех остальных изученных образцах данная аллель была идентифицирована, что является положительным результатом.

В данной работе было проанализировано наличие аллелей генов *Wx-A1* (300 п.н.), *Wx-D1* (800 п.н.), улучшающих качество пшеницы за счет увеличения амилозы, а также было рассмотрено наличие нуль-аллелей генов *Wx-D1*, размер которых составляет 279 п.н., приводящее к увеличению амилопектина, относительно амилозы (рисунок 4).

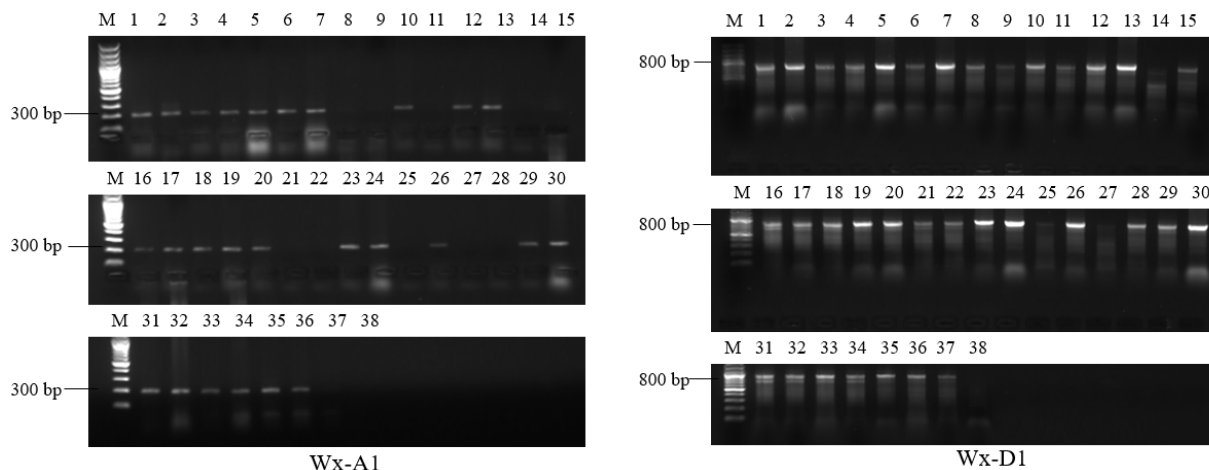


Рисунок 4 – Электрофорез продуктов ПЦР сортообразцов, полученных для генов *Wx-A1* и *Wx-D1*

После проведения ПЦР и электрофоретического анализа ген *Wx-A1* был обнаружен во всех образцах, кроме 215/14, 242/15, 274/13, 182/14, 216/12, 194/14, 322/14, 132/15, Целинная Юбилейная, 143/09. Наличие данного гена оказывает положительный эффект на выработку амилозы, второго основного компонента крахмала, и соответственно прямо влияет на улучшение хлебопекарных качеств, получаемого из зерна пшеницы продукта. Схожий эффект оказывает наличие гена *Wx-D1*, который был идентифицирован во всех образцах, кроме: 182/14, Целинная Юбилейная. Также был проведен анализ на идентификацию нуль-аллеля гена *Wx-D1* (279 п.н.), приводящий к снижению синтеза фермента амилозы и увеличивающий выработку амилопектина. Данный нуль-аллель не был идентифицирован ни в одном исследуемом образце.

По результатам ПЦР-анализа были идентифицированы изучаемые гены в 37 образцах и был сделан вывод о наличии или отсутствии генов качества пшеницы. Следует выделить образец Асыл Сапа st, являющийся стандартом и несущем комплекс полезных генов качества, таких как: *GluD1 x5*, *Glu D1 y10*, *Glu A1-A2*, *Glu Bx7*, *Wx-A1*, *Wx-D1*, и на основе данного сорта анализировать изученные образцы. По результатам проведенного скрининга в сорте Астана были идентифицированы эффективные гены *GluD1 x5*, *Glu D1 y10*, *Glu A1-A2*, *Glu Bx7*, *Wx-A1*, *Wx-D1*, отвечающие за повышение качества зерна пшеницы, путем повышения содержания глютеинов и амилозы соответственно. Были детектированы эффективные гены, повышающие качество зерна в гибридах: 342/08, 166/14, 143/09, 204/14-2, 326/16-1, 129/14, 73/15, 86/15, а именно аллели генов *Glu*, отвечающих за повышение качества пшеницы, за счет генетического контроля синтеза высокомолекулярных глютеинов, а также генов семейства *Waxy*, отвечающих за выработку амилозы.

Обсуждение.

В настоящее время в мире на всех зерносеющих хозяйствах ежегодно производится около 250 миллионов тонн зерна мягкой пшеницы. Проблемой является тот факт, что более половины сортов, из которой получают конечный продукт, а именно зерно, является по своим характеристикам слабой пшеницей, в то же время сортов со средним качеством зерна в два раза меньше (25-30%), а зерно сортов сильной пшеницы составляет всего лишь 15-20%. Как показывает опыт в неблагоприятных условиях высокий генетический потенциал зерна пшеницы не реализуется. Данные обстоятельства требуют проведения научных исследований с целью повышения качества зерна яровой мягкой пшеницы.

В решении проблем повышения урожая и качества зерна значительная роль отводится селекции. Для повышения эффективности селекционного процесса требуется расширение разнообразия генетического материала. На сегодняшний день перед селекцией поставлены важные задачи создания исходного материала с высоким качеством зерна, потенциал которого будет реализован в производстве за счет устойчивости к абиотическим и биотическим факторам. Решение данной задачи возможно посредством использования современных методов селекции, одним из которых является использование маркеров опосредованной селекции.

Исследования по изучению генетических закономерностей влияния генов качества на характеристику зерна носят масштабный характер, затрагивая страны со всего мира. Среди высокомолекулярного глютенина уже известен ряд белковых маркеров, вносящих большой вклад в качество зерна, так Shewry et al., 1992 [11, с. 1750], в своем исследовании изучали действие отдельных генов на повышение качества белка. Также в исследовании Anjum et al., 2007 [12, с. 193] было показано, что хлебопекарное качество мягких сортов пшеницы в основном зависит от генов локуса Glu-1, а качество макаронных изделий из сортов твердой пшеницы – от Glu-3. В работе An et al., 2005 [13, с. 666], указывается, что для решения проблемы с повышением качества зерна могут быть использованы источники на основе новых генетических систем, в частности дальние сородичи рода *Triticum*, у которых аллельное разнообразие локусов Glu-1 несравненно богаче, чем у существующих культурных сортов, что дает возможность использовать их для расширения и улучшения генофонда «слабых» по качеству видов. В исследованиях Hayakawa, K. и Kiribuchi-Otobe, C. [14, с. 72] изучается наличие генов семейства *Waxy* и их влияние на накопление полезных веществ в эндосперме зерна пшеницы.

В данной статье представлена информация о наличии аллельных вариантов генов *GluA1*, *GluB1* и *GluD1*, которые оказывают как положительное, так и негативное воздействие на содержание белка, а также генов *Wx*, оказывающих влияние на выработку амилозы и амилопектина в зернах пшеницы.

Закключение.

По результатам исследования можно сделать вывод, что образцы, показавшие высокий результат качества зерна по белковому составу и качеству клейковины, являются носителями генов качества *GluD1*, а также генов *Wx*. А именно: образцы Асыл Сапа st, Астана, 73/15, 204/14-2, 241/14, 129/14 являются носителями комбинации аллелей генов *GluD1 x5-y10*, *Glu A1-A2*, *Glu Bx7*, повышающих качество зерна пшеницы за счет выработки высокомолекулярного глютенина. Также следует обратить внимание на то, что в данных образцах были идентифицированы гены группы *Wx*, также оказывающих положительное влияние на качество производимой из зерна продукции.

В результате проведенных исследований идентифицированы полезные гены качества представляют интерес для включения в селекционные программы, направленные на выведение высококачественных сортов яровой мягкой пшеницы.

Финансирование. Данное исследование проведено в рамках научно-технической программы BR24892821 "Селекция и первичное семеноводство зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана".

ЛИТЕРАТУРА:

1. Hu X., Dai S., Yan Y., Liu Y., Zhang J., Lu Z., et al. The genetic diversity of group-1 homoeologs and characterization of novel LMW-GS genes from Chinese Xinjiang winter wheat landraces (*Triticum aestivum* L.) [Text] / X. Hu, S. Dai, Y. Yan, et al. // Journal of Applied Genetics. – 2020. – Т. 61. – P. 379-389.
2. Chacón E.A., Vázquez F.J., Giraldo P., Carrillo J.M., Benavente E., Rodríguez-Quirano M. Allelic variation for prolamins in Spanish durum wheat landraces and its relationship with quality traits [Text] / E.A. Chacón, F.J. Vázquez, P. Giraldo, et al. // Agronomy. – 2020. – Т. 10, № 1. – P. 136. – DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10010136>.
3. Zhao Y., Zhao J., Hu M., Sun L., Liu Q., Zhang Y., et al. Transcriptome and proteome analysis revealed the influence of high-molecular-weight glutenin subunits (HMW-GSs) deficiency on expression of storage substances and the potential regulatory mechanism of HMW-GSs [Text] / Y. Zhao, J. Zhao, M. Hu, et al. // Foods. – 2023. – Т. 12. – P. 361. – DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12020361>.
4. Ravel C., Faye A., Ben-Sadoun S., Ranoux M., Dardevet M., Du Puits C., et al. SNP markers for early identification of high molecular weight glutenin subunits (HMW-GSs) in bread wheat [Text] / C. Ravel, A. Faye, S. Ben-Sadoun, et al. // Theoretical and Applied Genetics. – 2020. – Т. 133, № 3. – P. 751–70. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03505-y>.
5. Li S., Liu Y., Tong J., Yu L., Ding M., Zhang Z., et al. The overexpression of high-molecular-weight glutenin subunit Bx7 improves the dough rheological properties by altering secondary and micro-structures of wheat gluten [Text] / S. Li, Y. Liu, J. Tong, et al. // Food Research International. – 2020. – Т. 130. – P. 108914. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108914>.
6. Doyle J.J., Doyle J.L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue [Text] / J.J. Doyle, J.L. Doyle // Phytochemical Bulletin. – 1987. – Т. 19. – P. 11-15.
7. Liu S., Zhao L., Ma Q., et al. New DNA markers for high molecular weight glutenin subunits in wheat [Text] / S. Liu, L. Zhao, Q. Ma, et al. // Theoretical and Applied Genetics. – 2008. – Т. 118. – P. 177-183.
8. Ragupathy R., Cloutier S., et al. Evolutionary origin of the segmental duplication encompassing the wheat GLU-B1 locus encoding the overexpressed Bx7 (Bx7OE) high molecular weight glutenin subunit [Text] / R. Ragupathy, S. Cloutier, et al. // Theoretical and Applied Genetics. – 2008. – Т. 116. – P. 283-296.
9. Shariflou M.R., Sharp P.J. A polymorphic microsatellite in the 3' end of 'waxy' genes of wheat, *Triticum aestivum* [Text] / M.R. Shariflou, P.J. Sharp // Plant Breeding. – 1999. – Т. 118. – P. 275-277. – DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439.1999.118003275.x>.

10. Shariflou M.R., Hassani M.E., Sharp P.J. A PCR-based DNA marker for detection of mutant and normal alleles of the Wx-D1 gene of wheat [Text] / M.R. Shariflou, M.E. Hassani, P.J. Sharp // *Plant Breeding*. – 2001. – T. 120. – P. 121-124. – DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2001.00577.x>.
11. Anjum F.M., Khan M.R., Din A., Saeed M., Pasha I., Arshad M.U. Wheat gluten: high molecular weight glutenin subunits – structure, genetics, and relation to dough elasticity [Text] / F.M. Anjum, M.R. Khan, A. Din, et al. // *Journal of Food Science*. – 2007. – T. 72, № 3. – P. 56-63. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00292.x>.
12. An X., Li Q., Yan Y., Xiao Y., Xsam S.L.K., Zeller F.J. Genetic diversity of European spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L. em. Thell.) revealed by glutenin subunit variations at the Glu-1 and Gli-3 loci [Text] / X. An, Q. Li, Y. Yan, et al. // *Euphytica*. – 2005. – T. 146, № 3. – P. 193-201. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-005-9002-6>.
13. Hayakawa K., Tanaka K., Nakamura T., Endo S., Hoshino T. End use quality of waxy wheat flour in various grain-based foods [Text] / K. Hayakawa, K. Tanaka, T. Nakamura, et al. // *Cereal Chemistry*. – 2004. – T. 81, № 5. – P. 666-672.
14. Kiribuchi-Otobe C., Nagamine T., Yanagisawa T., Phnishi M., Yamaguchi I. Production of hexaploid wheats with waxy endosperm character [Text] / C. Kiribuchi-Otobe, T. Nagamine, T. Yanagisawa, et al. // *Cereal Chemistry*. – 1997. – T. 74. – P. 72-74.

REFERENCES:

1. Hu X., Dai S., Yan Y., Liu Y., Zhang J., Lu Z., et al. The genetic diversity of group-1 homoeologs and characterization of novel LMW-GS genes from Chinese Xinjiang winter wheat landraces (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Applied Genetics*, 2020, vol. 61, pp. 379-389.
2. Chacón E.A., Vázquez F.J., Giraldo P., et al. Allelic variation for prolamins in Spanish durum wheat landraces and its relationship with quality traits. *Agronomy*, 2020, vol. 10, no. 1, art. 136. DOI: [10.3390/agronomy10010136](https://doi.org/10.3390/agronomy10010136).
3. Zhao Y., Zhao J., Hu M., Sun L., Liu Q., Zhang Y., et al. Transcriptome and proteome analysis revealed the influence of high-molecular-weight glutenin subunits (HMW-GSs) deficiency on expression of storage substances and the potential regulatory mechanism of HMW-GSs. *Foods*, 2023, vol. 12, art.361. DOI: [10.3390/foods12020361](https://doi.org/10.3390/foods12020361).
4. Ravel C., Faye A., Ben-Sadoun S., Ranoux M., Dardevet M., Du Puits C., et al. SNP markers for early identification of high molecular weight glutenin subunits (HMW-GSs) in bread wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 2020, vol. 133, no. 3, pp. 751-770. DOI: [10.1007/s00122-019-03505-y](https://doi.org/10.1007/s00122-019-03505-y).
5. Li S., Liu Y., Tong J., Yu L., Ding M., Zhang Z., et al. The overexpression of high-molecular-weight glutenin subunit Bx7 improves the dough rheological properties by altering secondary and micro-structures of wheat gluten. *Food Research International*, 2020, vol. 130, art. 108914. DOI: [10.1016/j.foodres.2019.108914](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108914).
6. Doyle J.J., Doyle J.L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 1987, vol. 19 (1), pp. 11-15.
7. Liu S., et al. New DNA markers for high molecular weight glutenin subunits in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 2008, vol. 118, pp. 177-183.
8. Ragupathy R., et al. Evolutionary origin of the segmental duplication encompassing the wheat GLU-B1 locus encoding the overexpressed Bx7 (Bx7OE) high molecular weight glutenin subunit. *Theoretical and Applied Genetics*, 2008, vol. 116, pp. 283-296.
9. Shariflou M.R., Sharp P.J. A polymorphic microsatellite in the 3' end of 'waxy' genes of wheat, *Triticum aestivum*. *Plant Breeding*, 1999, vol. 118, pp. 275-277. DOI: [10.1046/j.1439.1999.118003275.x](https://doi.org/10.1046/j.1439.1999.118003275.x).
10. Shariflou M.R., Hassani M.E., Sharp P.J. A PCR-based DNA marker for detection of mutant and normal alleles of the Wx-D1 gene of wheat. *Plant Breeding*, 2001, vol. 120, pp. 121-124. DOI: [10.1046/j.1439-0523.2001.00577.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2001.00577.x).
11. Anjum F.M., Khan M.R., Din A., et al. Wheat gluten: high molecular weight glutenin subunits – structure, genetics, and relation to dough elasticity. *Journal of Food Science*, 2007, vol. 72, no. 3, pp. 56-63. DOI: [10.1111/j.1750-3841.2007.00292.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00292.x).
12. An X., Li Q., Yan Y., et al. Genetic diversity of European spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L. em. Thell.) revealed by glutenin subunit variations at the Glu-1 and Gli-3 loci. *Euphytica*, 2005, vol. 146, no. 3, pp. 193-201. DOI: [10.1007/s10681-005-9002-6](https://doi.org/10.1007/s10681-005-9002-6).
13. Hayakawa K., Tanaka K., Nakamura T., Endo S., Hoshino T. End use quality of waxy wheat flour in various grain-based foods. *Cereal Chemistry*, 2004, vol. 81, no. 5, pp. 666-672.
14. Kiribuchi-Otobe C., Nagamine T., Yanagisawa T., Phnishi M., Yamaguchi I. Production of hexaploid wheats with waxy endosperm character. *Cereal Chemistry*, 1997, vol. 74, pp. 72-74.

Сведения об авторах:

Абдуллоев Фируз Махмадсаидович* – докторант 2 курса ОП «Генетика и селекция сельскохозяйственных культур», НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, Астана, ул. Женис 62; тел.: 87077897810, e-mail: firuztj09@inbox.ru.

Савин Тимур Владимирович – кандидат биологических наук, председатель правления, ТОО «НПЦЗХ им.А.И.Бараяева», Республика Казахстан, 021601, Научный, ул. Александра Бараяева 15, тел.: 87017801040, e-mail: savintimur_83@mail.ru.

Зотова Людмила Петровна – PhD, старший преподаватель кафедры земледелия и растениеводства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, Астана, ул. Женис 62, тел.: 87011278698, e-mail: lupezo_83@mail.ru.

Дюсибаева Элмира Наврусбековна – PhD, ассоциированный профессор кафедры земледелия и растениеводства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, Астана, ул. Женис 62, тел.: 87076358233, e-mail: elmira_dyusibaeva@mail.ru.

Абдуллоев Фируз Махмадсаидұлы* – "Ауыл шаруашылығы дақылдарының генетикасы және селекциясы" 2 курс докторанты, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ, Жеңіс көш 62; тел. 87077897810, e-mail: firuztj09@inbox.ru.

Савин Тимур Владимирович – биология ғылымдарының кандидаты, А.И.Бараяев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС басқарма төрағасы, Қазақстан Республикасы, 021601 Научный, Александр Бараяев көш 15; тел. 87017801040, e-mail: savintimur_83@mail.ru.

Зотова Людмила Петровна – PhD, "егіншілік және өсімдік шаруашылығы" кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ, Жеңіс көш 62; тел. 87011278698, e-mail: lupezo_83@mail.ru.

Дюсибаева Элмира Наврусбековна – PhD, "егіншілік және өсімдік шаруашылығы" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ, Жеңіс көш 62; тел. 87076358233, e-mail: elmira_dyusibaeva@mail.ru.

Abdulloyev Firuz Makhmadsaidovich* – 2nd year PhD student, "Genetics and crop breeding" educational program, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Str., tel.: 87077897810, e-mail: firuztj09@inbox.ru.

Savin Timur Vladimirovich– Candidate of Biological Sciences, Chairman of the Management Board of A.I.Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, Republic of Kazakhstan, 021601, Nauchnyi, 15 Alexandr Barayev Str., tel.: 87017801040, e-mail: savintimur_83@mail.ru.

Zotova Lyudmila Petrovna– PhD, Senior Lecturer of the Department of agriculture and crop production, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000 Astana, 62 Zhenis Str., tel.: 87011278698, e-mail: lupezo_83@mail.ru.

Dyussibayeva Elmira Navrusbekovna – PhD, Associate Professor of the Department of agriculture and crop production, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Str., tel.: 87076358233, e-mail: elmira_dyusibaeva@mail.ru.

МРНТИ: 68.39.49

УДК 636.1.082

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531118>

СОЗДАНИЕ ИРТЫШСКОГО ЗАВОДСКОГО ТИПА И ЛИНИЙ МУГАЛЖАРСКОЙ ПОРОДЫ ЛОШАДЕЙ, А ТАКЖЕ ИХ МЯСНАЯ И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Акимбеков А.Р. – доктор сельскохозяйственных наук, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, Республика Казахстан.

Ускенов Р.Б. – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоц. профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г.Астана, Республика Казахстан.

Исхан К.Ж.* – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры физиологии, морфологии и биохимии животных, НАО «Казахский национальный аграрно-исследовательский университет», г.Алматы, Республика Казахстан.

Орыналиев К.А. – PhD докторант, НАО «Казахский национальный аграрно-исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан.

В 1998 году в результате селекционно-племенной работы учёными и специалистами Казахстана была создана мугалжарская порода, полученная на основе чистопородного разведения и совершенствования казахских лошадей типа жабе. Лошади мугалжарской породы отличаются от основной массы казахских лошадей более высокой живой массой и сравнительно крупными промерами. При создании породы учёным коневодом С. Рзабаевым впервые в истории отечественного табунного коневодства и зоотехнической практике были созданы и утверждены в Министерстве СССР высокопродуктивные заводские линии жеребцов Зубра и Бархата, не имеющие аналогов в мире. Эти линии продемонстрировали уникальные характеристики и высокие показатели продуктивности. Лошади мугалжарской породы в сравнении с казахскими лошадьми типа жабе имеют более высокие промеры и живую массу: жеребцы имеют промеры 145-153-185-20,0 см, 520 кг, кобылы соответственно 143-151-182-19,5 см, 490 кг. Массивность, гармоничность сложения, обладание крепкой конституцией, достаточная костистость, нормальное строение конечностей, отличная оброслость – этими экстерьерными достоинствами обладают лошади мугалжарской породы.

В процессе совершенствования породы созданы несколько высокопродуктивных типов и заводских линий, в том числе иртышский заводской тип и линии Замана и Бакай. Мугалжарская порода активно используется в селекционных работах, улучшая качества казахских лошадей.

Ключевые слова: порода, промеры, живая масса, линия, молочность, убойный выход, туша.

МҰҒАЛЖАР ТҰҚЫМЫНЫҢ ЕРТІС ЗАУЫТТЫҚ ТИПІ МЕН АТАЛЫҚ ІЗДЕРІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ЕТ-СҮТ ӨНІМДІЛІГІ

Әкімбеков А.Р. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КЕАҚ, Орал қ, Қазақстан Республикасы.

Өскенов Р.Б. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ, Қазақстан Республикасы.

Исхан Қ.Ж.* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, жануарлардың физиологиясы, морфологиясы және биохимиясы кафедрасының профессоры, «Қазақ ұлттық аграрлық-зерттеу университетінің» КЕАҚ, Алматы қ, Қазақстан Республикасы.

Орыналиев Қ.А. – PhD докторанты, «Қазақ ұлттық аграрлық-зерттеу университеті» КЕАҚ, PhD докторанты, Алматы қ, Қазақстан Республикасы.

1998 жылы Қазақстан ғалымдары мен мамандарының селекциялық-асылдандыру жұмыстары нәтижесінде жабы типіндегі қазақ жылқыларын таза тұқымды әдіспен өсіру және жетілдіру негізінде мұғалжар жылқы тұқымы құрылған болатын. Мұғалжар тұқымды жылқылар негізгі қазақ жылқыларынан тірі салмағының жоғары болуымен және ірі өлшемдерімен ерекшеленеді. Осы тұқымды қалыптастыру барысында алғаш рет отандық табындық жылқы шаруашылығында зоотехникалық тәжірибеде ғалым-көнекөз С. Рзабаев жоғары өнімді Зубр мен Бархат айғырларының зауыттық аталық іздерін құрып, КСРО Министрлігіне бекіткен. Бұл аталық іздердің әлемде баламасы жоқ болып шықты. Мұғалжар тұқымды жылқылар жабы типіндегі қазақ жылқыларымен салыстырғанда ірі дене өлшемдері мен тірі салмаққа ие. Мысалы: айғырларының өлшемдері 145-153-185-20,0 см, салмағы 520 кг болса, биелері тиісінше 143-151-182-19,5 см, салмағы 490 кг болады. Мұғалжар тұқымының экстерьерлік артықшылықтарына келетін болсақ: ірілігі, дене бітімінің үйлесімділігі, мықты конституциясы, сүйектілігі, аяқтарының дұрыс құрылысы және жақсы түктілігі жатады.

Тұқымды жетілдіру барысында бірнеше жоғары өнімді типтер мен зауыттық линиялар құрылды, және олардың ішінде Ертіс зауыт типі мен Заман және Бақай аталық іздері бар.

Түйінді сөздер: тұқым, өлшемдер, тірі салмақ, аталық із, сүттілік, сойыс шығымы, ет ұшасы.

DEVELOPMENT OF THE IRTYSH BREED TYPE AND LINES OF THE MUGALZHAR HORSE BREED AND THEIR MEAT AND MILK PRODUCTIVITY

Akimbekov A.R. – Doctor of Agricultural Sciences, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Uralsk, Republic of Kazakhstan.

Uskenov R.B – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Iskhan K.Zh.* – Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the Department of animal physiology, morphology and biochemistry, Kazakh National Agrarian Research University NPJSC, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Orynaliyev K.A. – PhD student, Kazakh National Agrarian Research University NPJSC, Almaty, Republic of Kazakhstan.

In 1998, through selective breeding conducted by Kazakhstani scientists and specialists, the Mugalzhar horse breed was developed from the purebred breeding and improvement of Kazakh Zhabe-type horses.

Compared to most Kazakh horses, Mugalzhar horses are characterized by greater live weight and larger body measurements. During the creation of the breed, equine specialist S. Rzyabeyev, for the first time in the history of domestic herd breeding and zootechnical practice, established and had officially approved by the Ministry of the USSR the high-performance breed lines of the stallions Zubr and Barkhat, which remain unparalleled worldwide. These lines demonstrated unique traits and high productivity indicators. In comparison with Jabe-type Kazakh horses, Mugalzhar horses display superior measurements and live weight stallions average 145-153-185-20.0 cm and 520 kg, while mares average 143-151-182-19.5 cm and 490 kg. Distinctive exterior qualities of the Mugalzhar breed include massiveness, balanced conformation, strong constitution, adequate bone structure, correct limb formation, and excellent coat density.

Over the course of breed improvement, several high-performance types and breed lines were developed, including the Irtysh type and the Zamana and Bakaya lines. Today, the Mugalzhar breed is actively used in breeding programs aimed at improving the qualities of Kazakh horses.

Key words: breed, measurements, live weight, line, milk productivity, slaughter yield, carcass.

Введение. Коневодство в Казахстане всегда занимало особое место среди других отраслей животноводства. Для местного населения республики Казахстан определённое значение имеет продуктивное коневодство за счёт разведения трёх отечественных пород: кушумской, мугалжарской и казахской пород. Все эти породы весьма ценны по приспособленности к условиям содержания в степной, пустынной и полупустынной зонах Казахстана. Они обладают высокой мясомолочной продуктивностью, очень выносливы в условиях круглогодичного пастбищно-тебеновочного содержания. Только на одном подножном корме в возрасте 2,5 года они достигают живой массы 370-410 кг, что обеспечивает высокорентабельное выращивание их на мясо [1, с. 151-159; 2, с. 143; 3, с.29-36].

15 ноября 2024 года на первом Форуме работников сельскохозяйственных работников Президент Республики Казахстан Касым-Жомарт Кемелович Токаев отметил: «...в нашей стране идет увеличение поголовья лошадей, на сегодняшний день имеется 4 млн. 200 тыс. голов, однако племенных лошадей всего лишь 1 процент. Поэтому ключевыми задачами наряду с увеличением поголовья лошадей является повышение их племенных и продуктивных качеств. В этом году был принят специальный закон по сохранению и воспроизводству отечественных пород лошадей. Поручаю Правительству создать научно-исследовательский институт коневодства...» [4].

Выполнение задач, поставленных президентом Республики Казахстан К. Ж. Токаевым, в значительной мере зависит от повышения эффективности селекционной работы за счет широкого внедрения в практику достижений популяционной генетики, совершенствования методов отбора и подбора, выявления и реализации в производстве генетического потенциала продуктивности и племенных качеств лошадей, дальнейшего совершенствования существующих и выведения новых пород, типов и линий [5, с. 6-11; 6, с. 11-13; 7, с.208].

В настоящее время многие хозяйства стали закупать мугалжарских лошадей для разведения в своих хозяйствах. В этих хозяйствах сложились своеобразные популяции табунных лошадей сходные по экстерьеру и продуктивности, однако нет конкретных рекомендаций по их выведению. В этой связи, разработка научных селекционных основ создания иртышского заводского типа и заводских линий Замана, Бакая, способных в условиях северо-востока Казахстана при круглогодичном пастбищном содержании давать наиболее дешевую, экологически чистую конину и кумыс имеет особую актуальность.

Цель и задачи исследований. Целью исследования являлось разработка методов и приемов селекции при создании иртышского заводского типа мугалжарской породы лошадей и заводских линий Замана, Бакая, обоснования селекционно-генетических параметров отбора и подбора на различных этапах совершенствования породы.

Научной новизной исследований является то, что впервые в условиях северо-востока Казахстана при круглогодичном пастбищном содержании без изменения технологии содержания, доказана возможность значительного повышения мясной продуктивности лошадей за счет выведения желательных генотипов мугалжарской породы и широкого их тиражирования.

Теоретической и практической ценностью исследований является то, что генетический потенциал мугалжарских лошадей был выше всех пород лошадей, разводимых табунным способом. Жёсткий отбор и подбор позволил повысить живую массу лошадей, не снижая приспособленности к табунному содержанию. Ценность работы заключается в создании нового иртышского заводского типа и двух заводских линий Замана и Бакая мугалжарской породы с высокой мясной и молочной продуктивностью.

Материалы и методы исследования. Работа по созданию и совершенствованию иртышского заводского типа мугалжарской породы лошадей велась в племенном хозяйстве СПК «Азамат 2» Абайской области. Важным звеном этой работы является разработка методов создания иртышского заводского типа и линий, которая была начата в 1978 году. В это время совхоз «Семиарский» Бескарагайского района Семипалатинской области из Мугалжарского конного завода Актюбинской области завозились жеребчики и кобылки-потомки жеребцов выдающихся линий Зубра, Бархата, База и Парадного. От завозных жеребцов-производителей были заложены новые заводские линии Замана и Бакая, которые являлись наиболее типичными представителями в породе. На начальном этапе

создания иртышского заводского типа (1978-1989 гг.) практиковался массовый отбор по происхождению и типичности, примерам и живой массе, экстерьеру, приспособленности к табунным условиям содержания и качеству потомства.

В 1992 году на базе бывшего совхоза «Семиарский» организовывается крестьянское хозяйство «Азамат», в которое передаётся 105 голов кобыл и 12 голов жеребцов-производителей казахских лошадей жабе. В этот период научно-исследовательские работы по совершенствованию казахских лошадей жабе продолжаются Жумагуловым А.Е. и уже им ведутся плановые работы по созданию новой мугалжарской породы. Завоз племенных жеребчиков и кобылок из Актюбинской области продолжается, и к 1997 году в хозяйстве «Азамат» имеется около 100 голов 10 жеребцов-производителей.

В 1998 году на основе чистопородного разведения и совершенствования казахских лошадей жабе была создана новая мугалжарская порода лошадей.

В последующей (1999-2008 гг.) работе в хозяйстве уже с мугалжарской породой лошадей стали особое внимание уделять подбору родительских пар с учётом их фенотипа и генотипа. Подбор к жеребцам был направлен на закрепление широкотелого, массивного телосложения, высокой приспособленности к пастбищному содержанию и на развитие таких достоинств, как более высокий рост и живая масса. Для закрепления этих желательных признаков к лучшим жеребцам-производителям назначали лучших кобыл.

С июня 2008 года с уходом из жизни одного из ведущих учёных-коневодов РК Жумагулова А.Е. научно-исследовательские работы в СПК «Азамат 2» продолжил кандидат сельскохозяйственных наук, профессор КАЗНАИУ, Исхан К.Ж.

С целью изучения мясной продуктивности лошадей как линейных, так и неллинейных, проводили контрольный убой 2,5 летних жеребчиков на убойном пункте хозяйства по методике ВНИИКоневодства и в соответствии с технологическими инструкциями, принятыми в мясной промышленности [8, с. 22].

Качество туши оценивали по развитию мышечной ткани, наличию на поверхности жировых отложений (поливу) и толщине жира на брюшной стенке. Кроме того, изучали: соотношение между массой мякоти и костей в тушах и отрубях, соотношение отдельных отрубов в тушах.

Опыты по изучению молочности линейных кобыл проведены на трех группах-аналогов в период 2024 года. Под опытом находились 15 дойных кобыл, по 5 голов из каждой группы.

Доение кобыл в хозяйстве ручное, 5 раз в сутки, с перерывами между дойками в 2-2,5 часа. Товарная молочность кобыл определялась ежемесячно в течение лактации методом контрольных удоев, два раза в месяц по двум смежным дням.

Все экспериментальные данные обрабатывались биометрическим методом [9, с. 467].

Результаты исследований. Одним из распространенных методов разведения мугалжарской породы лошадей является чистопородный, главной задачей которого является сохранение и развитие породных качеств [10, с. 88]. Биологические особенности этого метода разведения состоят в сохранении и усилении наследственности, которые использовались для племенных целей в хозяйстве «Азамат 2». В хозяйстве имеется 21 головы жеребцов-производителей и 184 голов кобыл. Как жеребцы-производители, так и кобылы иртышского заводского типа по промерам и живой массе превосходили животных исходной группы. Так, жеребцы-производители иртышского заводского типа ($n=21$) имели промеры тела 146,4-152,5-185,8-21,2 см и живую массу 526,1 кг, кобылы ($n=184$) соответственно 144,2-151,3-183,6-20,1 см и живую массу 501,4 кг. Они имеют хорошие мясные формы, у них высокий индекс массивности, а коэффициент изменчивости по высоте в холке, косой длине туловища, обхвату груди не высокие. Более высокая изменчивость по обхвату пясти и живой массе 1,34-1,26 у жеребцов, 3,78-3,26 – у кобыл.

Изучение закономерностей изменения промеров и живой массы линейных лошадей и анализ их генеалогии по поколениям показало, что жеребцы-продолжатели каждой линии, несмотря на отдаленность от предков, сохраняют отличительные признаки, свойственные родоначальнику, линии, а продуктивные качества у них прогрессируют в поколениях потомков (табл.1).

Из данных таблицы 1 видно, что основные промеры продолжателей линий Замана и Бакайя по сравнению с сыновьями несколько выше, а живая масса заметно увеличивается и в последнем поколении (праправнуки) она превышает на 69,1 и 68,7 кг. У дочерей продолжателей линий внуков и правнуков по сравнению с дочерьми сыновей линии Замана наблюдается увеличение по высоте в холке на 1,4-1,9 см, косой длине туловища на 1,7-2,0 см, обхвату груди на 1,9-3,1 см, обхвату пясти на 0,5-1,1 см и по живой массе на 30,1-12,7 кг.

Продолжатели линии Бакайя и дочери продолжателей линии в сравнении с лошадьми линии Замана крупнее, массивнее и имеют ярко выраженные мясные формы. Так, правнуки и праправнуки линии Бакайя по обхвату груди имеют превосходство над продолжателями линии Замана на 0,8-0,7 см, а по живой массе 7,1-15,1 кг.

Дочери внуков и правнуков линии Бакайя имеют преимущество по косой длине туловища на 0,5-1,3 см, по обхвату груди на 0,8-1,1 см и по живой массе на 8,5-14,3 кг в сравнении с дочерьми внуков и правнуков линии Замана.

С повышением гомозиготности животных наблюдается снижение живой массы лошадей и есть возможность возникновения инбридинг-депрессии. В связи с этим, мы поддерживали гетерозиготность

при разведении лошадей иртышского заводского типа и линий. Гетерозиготность поддерживалась путем применения аутбредного подбора. При определенных моделях аутбредного подбора, используя кроссы инбредных лошадей, мы достигли лучших результатов при получении животных с высокой живой массой.

Таблица 1 – Изменение промеров и живой массы лошадей по поколениям потомков родоначальников линий

Продолжатели	п	Промеры, см				Живая масса, кг
		высота в холке	косая длина туловища	обхват		
				груди	пясти	
Линия Замана 55-88						
Родоначальник	1	144	149	179	19,5	452
Сыновья	4	144,6 ± 0,12	150,2 ± 0,21	180,3 ± 0,35	19,7 ± 0,21	464,5 ± 4,05
Внуки	5	145,3 ± 0,27	152,1 ± 0,32	181,2 ± 0,38	20,0 ± 0,19	478,4 ± 4,25
Правнуки	5	146,7 ± 0,31	153,8 ± 0,37	182,4 ± 0,41	20,5 ± 0,20	483,7 ± 4,17
Праправнуки	5	147,3 ± 0,35	154,9 ± 0,42	185,6 ± 0,45	21,0 ± 0,19	533,6 ± 4,28
Дочери:						
Сыновей	22	144,2 ± 0,38	150,1 ± 0,42	180,4 ± 0,48	19,0 ± 0,19	471,3 ± 4,32
Внуков	51	145,6 ± 0,41	151,8 ± 0,45	182,3 ± 0,51	19,5 ± 0,21	488,7 ± 3,96
Правнуков	62	146,1 ± 0,43	152,1 ± 0,48	183,5 ± 0,57	20,1 ± 0,19	501,4 ± 5,08
Линия Бакайа 71-89						
Родоначальник	1	143	149	178	19,0	440
Сыновья	3	144,2	150	181	19,5	472
Внуки	5	144,9 ± 0,26	155,4 ± 0,27	181,4 ± 0,31	20,5 ± 0,19	482,2 ± 4,18
Правнуки	5	145,7 ± 0,31	155,9 ± 0,32	183,2 ± 0,41	21,0 ± 0,18	498,8 ± 4,21
Праправнуки	6	146,3 ± 0,27	156,1 ± 0,31	186,3 ± 0,52	21,5 ± 0,20	540,7 ± 4,35
Дочери:						
Сыновей	18	144,8 ± 0,35	150,6 ± 0,39	181,7 ± 0,32	19,5 ± 0,20	482,4 ± 4,72
Внуков	56	145,7 ± 0,42	152,3 ± 0,40	183,1 ± 0,37	20,0 ± 0,19	497,3 ± 5,08
Правнуков	65	145,9 ± 0,39	153,4 ± 0,43	184,6 ± 0,49	20,5 ± 0,18	515,7 ± 5,21

Результаты применения различных вариантов кроссирования иртышского заводского типа мугалжарских лошадей приведены в таблице 2.

Как видно из данных таблицы 2, живая масса молодняка при инбредлайнкроссинге была выше на 9,2 кг (2,4%) и 16,8 кг (4,5%), чем у сверстников от аутбредного подбора, разница высокодостоверна ($t_d=8,52-6,36$). Молодняк при топкроссинге по живой массе превосходят аутбредных животных на 8,2 и 4,7 кг, разница достоверна ($t_d=3,08-1,95$). При ботомкроссинге разница у жеребчиков составила 4,4 кг ($t_d=1,34$), а у кобылок соответственно – 1,9 кг, разница недостоверна ($t_d=0,74$) в сравнении с аутбредными лошадьми.

Таблица 2 – Живая масса лошадей иртышского заводского типа при различных моделях подбора (ставка 2022, 2023, 2024 гг.)

Модель подбора	Живая масса молодняка в возрасте, мес						Достоверность разницы, t_d
	6		18		30		
	n	$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	n	$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	n	$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	
Жеребчики							
Аутбридинг	65	179,5±1,21	61	320,2±1,56	58	387,4±1,82	-
Топкроссинг	57	193,2±1,33	52	330,6±1,61	50	395,6±1,94	3,08
Ботомкроссинг	60	190,6±1,29	57	324,8±1,42	55	391,8±1,78	1,34
Инбредлайнкроссинг	70	198,5±1,65	65	338,2±1,78	63	411,5±2,01	8,52
Среднее	252	188,7±1,38	235	328,5±1,60	226	396,6±1,89	3,51
Кобылки							
Аутбридинг	70	175,7±1,27	68	298,8±1,46	62	370,9±1,76	-
Топкроссинг	62	188,5±1,29	59	305,5±1,39	54	375,6±1,65	1,95
Ботомкроссинг	63	186,4±1,54	60	302,8±1,52	58	372,8±1,83	0,74
Инбредлайнкроссинг	71	190,6±1,61	69	311,6±1,69	65	387,7 ±1,97	6,36
Среднее	266	185,3±1,44	256	304,7±1,53	239	376,7±1,82	2,09

Достоверное преимущество инбредлайнкроссного подбора перед другими формами позволило сделать предположение, что в этом случае мы имеем дело с проявлением эффекта внутрилинейного гетерозиса.

Классической формой индивидуального подбора в зоотехнии является умеренный инбридинг на одного или нескольких предков, так как он позволяет достигнуть значительного генетического сходства с лучшими предками без отрицательных последствий инбридинг депрессии.

Применение таких типов подбора как, топкроссинг, ботомкроссинг, инбредлайнкроссинг позволяет добиться большого генетического сходства с предками, чем при умеренном инбридинге, без повышения гомозиготности.

Для установления мясной продуктивности лошадей различных линий в декабре 2024 года на убойном пункте хозяйства был проведён убой 2,5 летних жеребчиков после осеннего нагула (табл.3).

Таблица 3 – Мясная продуктивность жеребчиков 2,5 лет после осеннего нагула различных линий (убой декабрь 2024 года)

Линии	Предубойная живая масса, кг	Масса туши, кг	Убойный выход, %	Содержится в туше			
				мякоти		кости	
				кг	%	кг	%
Замана	391,3	221,9	56,7	178,8	80,6	43,1	19,4
Бакайя	409,4	234,2	57,2	190,2	81,2	44,0	18,8
Нелинейные	378,6	201,4	53,2	159,5	79,2	41,9	20,8

Из данных таблицы 3 видно, что по массе туши нелинейные жеребчики уступали животным линии Замана на 20,5 кг (10,2%) и линии Бакайя на 32,8 кг (16,3%). Показатель убойного выхода у нелинейных жеребчиков был сравнительно ниже, чем у линейных животных и в среднем составил 53,2%, тогда как у жеребчиков линии Замана и Бакайя убойный выход равнялся 56,7 и 57,2%.

Морфологический состав туш лошадей различных линий оказался неодинаковым. Выход мякоти в тушах лошадей Замана на 19,3 кг (12,1%) и линии Бакайя на 30,7 кг (19,2%) выше в сравнении с нелинейными животными. Также, с весьма положительной стороны следует отметить, что относительное содержание костей в тушах у линейных лошадей было ниже, чем у нелинейных животных. Так, на 1 кг костей получено мякоти (коэффициент мясности) в линии Замана 4,15 кг, в линии Бакайя 4,32 кг, тогда как у нелинейных 3,81 кг, превосходство соответственно составило 8,92 и 13,38% в пользу линейных лошадей.

Молочную продуктивность линейных кобыл мугалжарской породы оценивали по валовому удою, полученному суммированием надоя товарного (выдоенного) молока и количества молока, высосанного жеребёнком.

В СПК «Азамат 2» кобылы жеребятся в середине марта и в начале апреля. Доеение кобыл начинали в начале мая, то есть через месяц после выжеребки. Молочную продуктивность кобыл различных линий определяли ежемесячно на протяжении 3,5 месяцев лактации в 2024 году

Наши исследования показали, что мугалжарские кобылы разных линий имели неодинаковую молочность. Более высокой молочной продуктивностью обладали нелинейные кобылы, затем в порядке убывания идут кобылы линии Замана и Бакайя (табл.4).

Таблица 4 – Молочность кобыл линии Замана, Бакайя и нелинейных животных (л)

Живая масса кобыл, кг	Фактический удой		Молочность		
	за день	за 105 дней лактации	за сутки	за 105 дней лактации	на 100 кг живой массы
Линия Замана (n=5)					
502,6±3,57	5,92±0,17	621,6±5,22	14,21±0,35	1492,05±22,6	297
Линия Бакайя (n=5)					
538,8±3,84	5,68±0,15	596,4±4,92	13,63±0,31	1431,15±20,3	266
Нелинейные					
478,2±2,78	6,44±0,11	676,2±3,87	15,46±0,37	1623,3±25,7	339

Из данных таблицы 4 видно, что за 105 дней лактации молочность нелинейных кобыл составила 1623,3 л, линии Замана 1492,05 л и линии Бакайя – 1431,15 л.

Товарный удой, полученный от нелинейных кобыл, составил 676,2 л, линии Замана – 621,6 л и линии Бакайя – 596,4 л. Таким образом, удой нелинейных кобыл превышал на 8,1% или на 54,6 л удой кобыл линии Замана, и на 11,8% или 79,8 л кобыл линии Бакайя. По индексу молочности (в расчёте на 100 кг живой массы) кобыл повышенные показатели также оказались у нелинейных кобыл (339 кг), практически одинаковым он был у кобыл линии Замана (297 кг) и Бакайя (266 кг).

Лактационная кривая по месяцам лактации кобыл заметно изменялась. Более высокую продуктивность кобылы показали на 2-3 месяце лактации, затем удой постепенно снижался, причём более резко к концу лактации. Например, на втором месяце лактации молочность нелинейных кобыл составила 485,10, на третьем – 518,95, в четвёртом – 476,16 и на пятом – 177,05 л (табл. 5).

Из приведённых данных видно, что наибольшие среднесуточные удои во втором месяце лактации были у нелинейных кобыл (16,17 л), а затем у кобыл линии Замана и Бакайя – 14,40 и 13,78 л. В последние месяцы лактации наименьшие среднесуточные удои были у кобыл линии Бакайя – 12,53, линии Замана – 13,10 л. В среднем за 105 дней лактации суточные удои у нелинейных кобыл были 15,46 л, тогда как у кобыл линии Замана и Бакайя соответственно – 14,21 и 13,63 л. Эти данные говорят о том, что кривая удоев у нелинейных кобыл более равномерна, тенденция к её спаду меньшая, чем у кобыл линии Замана и Бакайя.

Таблица 5 – Молочная продуктивность кобыл разных линий по месяцам лактации (л)

Показатель молочности	Месяц лактации			
	май II	июнь III	июль IV	август V
Линия Замана				
За сутки	14,40 ± 0,31	15,17 ± 0,23	14,16 ± 0,27	13,10 ± 0,26
За месяц	432,0 ± 5,08	470,22 ± 7,20	438,90 ± 5,24	170,36 ± 3,36
Линия Бакайя				
За сутки	13,78 ± 0,26	14,45 ± 0,32	13,63 ± 0,28	12,53 ± 0,29
За месяц	413,28 ± 7,74	447,90 ± 4,93	422,60 ± 4,98	162,86 ± 2,07
Нелинейные				
За сутки	16,17 ± 0,29	16,74 ± 0,25	15,36 ± 0,29	13,61 ± 0,23
За месяц	485,10 ± 4,08	518,95 ± 3,93	476,16 ± 4,86	177,05 ± 3,12

Приведённые данные согласуются с высказываниями ряда других исследователей [11, с. 247-249; 12; с. 8-13; 13; с. 172-180; 14, с. 133-137], которые считают, что максимум молока кобылы выделяют на 2-3 месяце лактации. С наступлением жеребости удои снижаются, особенно с наступлением второй её половины.

Заключение. Таким образом, несмотря на отдаленность от предков, линейные лошади сохраняют отличительные признаки своих родоначальников, при этом продуктивные качества у них прогрессируют из поколения к поколению.

При чистопородном разведении мугалжарской породы лошадей наиболее важным являлось поддержание высокой гетерозиготности, которая обеспечивалась различными моделями аутбредного и инбредного подбора.

Мясная продуктивность линейных лошадей характеризовалась более высокими величинами в сравнении с нелинейными животными.

При сезонном доении кобыл в хозяйстве «Азамат 2» Абайской области за счёт отбора мясомолочных животных можно значительно повысить молочную продуктивность кобыл.

Благодарность. Авторы выражают благодарность «Министерству сельского хозяйства Республики Казахстан» за финансовую поддержку научно-исследовательского проекта по НТП BR21882327 «Разработка новых технологий органического производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Мероприятие 1.2: «Разработка технологий совершенствования и создания новых генотипов сельскохозяйственных животных на основе использования достижений ДНК-технологий в селекции».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Акимбеков А.Р. Селекционно-генетические параметры продуктивности казахских лошадей типа жабе при разведении по линиям [Текст] / Новости науки Казахстана: научно-технический сб. – Алматы, 2010. – № 3 (106). – С.151–159.
2. Акимбеков А.Р. Казахские лошади типа жабе. [Текст] / Алматы, 2017. –143 с.
3. Iskhan K. Development of processing technologies for intensive development of horse breeding [Текст] / «Доклады НАН РК», № 3. – С. 29-36.
4. Президент РК К-Ж.К. Токаев. Форум работников сельского хозяйства, [Текст] 15.11.2024 г. <https://www.akorda.kz/ru/vystuplenie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-na-pervom-forume-rabotnikov-selskogo-hozyaystva-1510223> (дата обращения 06.03.2025г.).
5. Акимбеков А.Р., Омаров М.М. Племенная работа с казахскими лошадьми типа жабе [Текст] / Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина. Астана, 2011 – №3. – С.6-11.
6. Акимбеков А.Р., Юлдашбаев Ю.А. Продуктивность казахских лошадей типа жабе при разведении по линиям [Текст] / Зоотехния, Москва 2017. – №5. С.11-13.

7. **Акимбеков А.Р., Исхан К.Ж. Разведение и содержание лошадей** [Текст] / Учебное пособие. – Алматы. – Изд.Альманах, 2018. – 208 с.
8. **Мясо и мясные продукты. Изделия национальные конские** [Текст] / Технические условия СТ РК 1303-2004. – 22 с.
9. **Аубакиров Х.А. Биометрия. – ЖОО арналған оқулық** [Текст] / Алматы, 2011. – 467 б.
10. **Рзабаев С., Рзабаев Т.С., Рзабаев К.С. Селекционные достижения по продуктивному коневодству Актыубинской области за годы независимости Казахстан** [Текст] / Актобе, 2022. – 88 с.
11. **Есимбекова А.Т. Молочная продуктивность казахских кобыл различных линий** [Текст] / Межд.науч. – практ. конференция / Повышение конкурентноспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения. ФНБОУ, Российская академия менеджмента в животноводстве. Москва, 2013. – С.247-249.
12. **Акимбеков А.Р., Бактыбаев Г.Т., Селеуова Л.А. Молочность кобыл кожамбердинского внутрпородного типа мугалжарской породы различных линий** [Текст] / Интелект, идея, инновация. Костанайский государственный университет им. Ахмета Байтурсынова. 2018 – №1. – с.8-13.
13. **Акимбеков А.Р., Баймуканов Д.А., Исхан К.Ж., Омаров М.М., Аубакиров Х.А. Молочная продуктивность и состав молока кобыл разных генотипов** [Текст] / Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан – Алматы, 2018. – №2. – с.172-180.
14. **Омбаев А.М., Акимбеков А.Р. Мясная и молочная продуктивность казахских лошадей жабе различных генотипов** [Текст] / Вестник Кыргызского национального аграрного университета им.К.И.Скрябина. – Бишкек, 2018. – №1(46) – ISSN 1694-6286. – с.133-137.

REFERENCES:

1. **Akimbekov A.R. Selekcionno-geneticheskie parametry' produktivnosti kazahskih loshadej tipa zhabe pri razvedenii po liniyam** [Breeding and genetic parameters of productivity of Kazakh horses of the Zhabe type during line-based breeding]. *Novosti nauki Kazahstana: nauchno-tehnicheskij sbornik*, Almaty, 2010, no. 3 (106), pp.151-159. (In Russian).
2. **Akimbekov A.R. Kazahskie loshadi tipa zhabe** [Kazakh horses of the Zhabe type]. Almaty, 2017, 143 p. (In Russian).
3. **Iskhan K. Development of processing technologies for intensive development of horse breeding.** *Doklady' NAN RK*, 2020, no. 3, pp 29-36.
4. **Prezident RK K-J.K. Tokaev. Forum rabotnikov sel'skogo hozyajstva** [The President of the Republic of Kazakhstan, K-J.K. Tokayev. Forum of Agricultural Workers]. 2024, available at: <https://www.akorda.kz/ru/vystuplenie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-na-pervom-forume-rabotnikov-selskogo-hozyajstva-1510223>. (March 5, 2025) (In Russian).
5. **Akimbekov A.R., Omarov M.M. Plemennnaya rabota s kazahskimi loshad'mi tipa zhabe** [Breeding work with Kazakh horses of the Zhabe type]. *Vestnik nauki Kazahskogo agrotehnicheskogo universiteta im. S.Sejfullina*, Astana, 2011, no. 3, pp. 6-11. (In Russian).
6. **Akimbekov A.R., Yuldashbaev Yu.A. Produktivnost' kazahskih loshadej tipa zhabe pri razvedenii po liniyam** [Productivity of Kazakh horses of the Zhabe type during line-based breeding]. *Zootehniya*, Moscow, 2017, no. 5, pp.11-13. (In Russian).
7. **Akimbekov A.R., Iskhan K.Zh. Razvedenie i sodержanie loshadej** [Horse breeding and management]. Almaty, Izd.Al'manah, 2018, 208 p. (In Russian).
8. **Myaso i myasn'y'e produkty'. Izdeliya nacional'ny'e konskie** [Meat and meat products. National horsemeat products]. *Tekhnicheskie usloviya*. ST RK 1303-2004, 22 p. (In Russian).
9. **Aubakirov H.A. Biometriya** [Biometrics]. Almaty, 2011, 467 b. (In Kazakh).
10. **Rzabaev S., Rzabaev T.S., Rzabaev K.S. Selekcionny'e dostizheniya po produktivnomu konevodstvu Aktyubinskoj oblasti za gody' nezavisimosti Kazahstana** [Breeding achievements in productive horse breeding of Aktobe region during the years of independence of Kazakhstan]. Almaty, 2022, 88 p. (In Russian).
11. **Esimbekova A.T. Molochnaya produktivnost' kazahskih koby'l razlichny'h linij** [Milk productivity of Kazakh mares of various lines]. *Mezhdunarodnaya nauchno – prakticheskaya konferenciya. Povy'shenie konkurentnosposobnosti zhivotnovodstva i zadachi kadrovogo obespecheniya*. FNBOU, Rossijskaya akademiya menedzhmenta v zhivotnovodstve, Moscow, 2013, pp. 247-249. (In Russian).
12. **Akimbekov A.R., Baktybaev G.T., Seleuova L.A. Molochnost' koby'l kozhamberdinskogo vnutripородного типа мугалжарской породы' различных линий** [Milk production of mares of the Kozhamberdinsky intra-breed type of the Mugalzhar breed of various lines]. *3i: intellect, idea, innovation*, 2018, no. 1, pp. 8-13. (In Russian).
13. **Akimbekov A.R., Bajmukanov D.A., Iskhan K.Zh., Omarov M.M., Aubakirov H.A. Molochnaya produktivnost' i sostav moloka koby'l razny'h genotipov** [Milk productivity and milk composition of mares of different genotypes]. *Doklady' NAN RK*, Almaty, 2018, no. 2, pp.172-180. (In Russian).
14. **Oмбаев А.М., Акимбеков А.Р. Myasnaya i molochnaya produktivnost' kazahskih loshadej zhabe razlichny'h genotipov** [Meat and dairy productivity of Kazakh Zhabe-type horses of various

genotypes]. *Vestnik Ky'rgy'zskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta im.K.I.Skryabina*, Bishkek, 2018, no.1(46), pp.133-137. (In Russian).

Сведения об авторах:

Акимбеков Амин Ричардович – доктор сельскохозяйственных наук, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», Республика Казахстан, 090000 г. Уральск, тел.: 8-701-208-77-66, e-mail: amin.akimbekov@bk.ru.

Ускенов Рашит Бахитжанович – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоц. профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», Республика Казахстан, 010011, г.Астана, пр. Женис, 62., тел.: 87014327973, e-mail: ruskenov@mail.ru.

Исхан Кайрат Жалелович* – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, НАО «Казахский национальный аграрно-исследовательский университет», Республика Казахстан, 050000 г. Алматы, проспект Абая 8, тел.: +7-701-454-79-95, e-mail: kayrat_iskhan@mail.ru.

Орыналиев Корганбай Алласбаевич – PhD докторант, НАО «Казахский национальный аграрно-исследовательский университет», Республика Казахстан, г. Алматы, Абая 28. тел.: 87780904146, e-mail: Ornalin.korgan@gmail.com.

Акимбеков Амин Ричардович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, Орал қ, тел.: 87012087766, e-mail: amin.akimbekov@bk.ru.

Ускенов Рашит Бахитжанович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 010011, Астана қ, Жеңіс даңғ, 62, тел.: 87014327973, e-mail: ruskenov@mail.ru.

Исхан Кайрат Жалелұлы* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050000, Алматы қ., Абай даңғ., 28., тел.: 87014547995, e-mail: kayrat_ishan@mail.ru.

Орыналиев Корганбай Алласбаевич – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050000, Алматы қ., Абай даңғ. 28., тел.: 87780904146, e-mail: Ornalin.korgan@gmail.com.

Akimbekov Amin Richardovich – Doctor of Agricultural Sciences, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Republic of Kazakhstan, 090000, Uralsk, tel.: 8-701-208-77-66, e-mail: amin.akimbekov@bk.ru.

Uskenov Rashit Bakhitzhanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Kazakhstan, 010011, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87014327973, e-mail: ruskenov@mail.ru.

Iskhan Kairat Zhaleluly* – Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University NPJSC, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, 8 Abai Ave., tel.: 87014547995, e-mail: kayrat_ishan@mail.ru.

Orynaliyev Korganbai Allasbayevich – PhD Student, Kazakh National Agrarian Research University NPJSC, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, 8 Abai Ave., tel.: 87780904146, e-mail: Ornalin.korgan@gmail.com.

MRNTI 68.35.31

UDC 631.95

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531126>

THE ROLE OF LEGUMES AND CEREALS IN INCREASING THE BIODIVERSITY AND BIODYNAMICS OF AGRICULTURAL SYSTEMS

Ansabayeva A.S*. – PhD, Associate Professor of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Kostanay regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Issayeva Zh.B. – PhD, Associate Professor, Innovative University of Eurasia, Pavlodar, Republic of Kazakhstan.

Makhambetov M.Zh. – PhD, Associate Professor, K.Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Republic of Kazakhstan.

Peiling Zh. – PhD, Associate Professor, College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling, People's Republic of China.

Modern agricultural production is increasingly focused on enhancing soil fertility and improving the resilience of agroecosystems. Crop rotations involving legumes and cereals play a crucial role in this regard, contributing to improved soil structure, stimulation of soil biota development, and reduced dependence on chemical fertilizers. An assessment of the bioclimatic indicators of the study area revealed that the first half of the 2025 agricultural year was marked by uneven precipitation distribution during the growing season. Calculations of the hydrothermal coefficient (HTC) based on temperature regimes and total precipitation during the vegetation period ($HTC = 0.9$), characterize the meteorological conditions as slightly arid. The content of key soil nutrients at the experimental site was determined as follows: humus – 3.13%, available phosphorus (P_2O_5) – 10.22–10.97 mg/kg, nitrate nitrogen ($N-NO_3$) – 3.12–3.27 mg/kg, exchangeable potassium (K_2O) – 523.1 mg/kg, soil pH – 7.35–7.47. Biometric parameters were analyzed: laboratory germination of chickpea seeds was 97.0%, germination energy – 75%, seed purity – 97.0%. Field germination rates of chickpea plants, depending on the experimental variant with the application of biological products, ranged from 73.3% to 84.2%, while the control variant showed a rate of 70.0%. Plant survival ranged from 72.7% to 84.7%, compared to 79.2% in the control. Chickpea yield was also determined: biological yield across treatment variants ranged from 8.2 to 17.2 c/ha (centners per hectare), actual grain yield varied from 7.79 to 16.3 c/ha, depending on the treatment applied.

Key words: biodiversity, soil biota, leguminous crops, cereal crops, agroecosystem resilience.

БҰРШАҚ ТҰҚЫМДАС ЖӘНЕ ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ БИОӘРТҮРЛІЛІГІН МЕН БИОДИНАМИКАСЫН АРТТЫРУДАҒЫ РӨЛІ

Ансабаева А.С.* – PhD докторы, агрономия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Исаева Ж. Б. – PhD докторы, қауымдастырылған профессоры, Инновациялық Еуразия университеті, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы.

Махамбетов М.Ж. – PhD докторы, экология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан Республикасы.

Peiling Zh. – PhD докторы, агрономия колледжнің қауымдастырылған профессоры Солтүстік-Батыс орман және ауыл шаруашылығы университеті, Янлин қ., Қытай Халық Республикасы.

Қазіргі заманғы аграрлық өндіріс топырақтың құнарлылығын арттыруға және агрожүйелердің тұрақтылығына бағытталған. Бұршақ тұқымдас және дәнді дақылдармен ауыспалы егістердің құрылымын енгізу топырақ құрылымын жақсартуға, топырақ биотасының дамуына және химиялық тыңайтқыштарға тәуелділікті азайтуға ықпал ететін маңызды фактор болып табылады. Жергілікті жердің биоклиматтық көрсеткіштерін бағалау нәтижесінде 2025 ауыл шаруашылығы жылының бірінші жартыжылдығында вегетациялық кезең ішінде жауын-шашынның біркелкі түспегені анықталды. Қалыптасқан температуралық режим және вегетациялық кезеңдегі жауын-шашын мөлшері (ГТК-0,9) негізінде жүргізілген гидротермиялық коэффициенттің есептеулері метеорологиялық жағдайларды шамалы құрғақ деп сипаттайды; эксперименттік учаскенің топырағындағы қоректік заттардың мөлшері анықталды: гумустың мөлшері -3,13%, P_2O_5 -10,22-10,97 мг / кг, $N-NO_3$ -3,12-3,27 мг/кг, K_2O 523,1 мг / кг, pH-7,35-7,47; биометриялық көрсеткіштерге талдау жүргізілді: ноқаттың зертханалық өнгіштігі – 97,0%, өну энергиясы-75%, тұқым тазалығы-97,0%; ноқат өсімдіктерінің далалық өнгіштігі биологиялық препараттарды қолдану тәжірибесі бойынша 73,3% – дан 84,2,7%-ға дейін, бақылауда 70,0% – ға дейін, ал өсімдіктердің сақталуы 72,7%-дан 84,7%-ға дейін, бақылаумен салыстырғанда 79,2%-ға дейін өзгерді; ноқат өсімдіктерінің өнімділігі анықталды: тәжірибе нұсқаларына байланысты биологиялық өнім 8,2-17,2 ц/га, қолданылатын препараттарға байланысты астықтың нақты өнімділігі 7,79 ц/га-дан 16,3 ц / га-ға дейін өзгерді

Түйінді сөздер: биологиялық әртүрлілік; топырақ биотасы; бұршақ дақылдары; Дәнді дақылдар; агрожүйелердің тұрақтылығы.

РОЛЬ БОБОВЫХ И ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР В ПОВЫШЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И БИОДИНАМИЧНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Ансабаева А.С.* – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Исаева Ж.Б. – PhD, ассоциированный профессор, Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар, Республика Казахстан.

Махамбетов М.Ж. – PhD, ассоциированный профессор, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Актөбе, Казахстан.

Peiling Zh. – PhD, ассоциированный профессор, Северо-западный университет лесного и сельского хозяйства, г. Янлин, Китайская Народная Республика.

Современное аграрное производство ориентировано на повышение плодородия почв и устойчивость агроэкосистем. Важную роль в этом играют севообороты с бобовыми и злаковыми культурами, способствующие улучшению структуры почвы, развитию почвенной биоты и снижению зависимости от химических удобрений. Оценка биоклиматических показателей местности показала, что 1 полугодие 2025 сельскохозяйственного года отличалось неравномерным распределением осадков в течение вегетационного периода. Расчёты гидротермического коэффициента, проведённого на основе сложившегося температурного режима и количества выпавших осадков за период вегетации (ГТК-0,9) характеризуют метеорологические условия как незначительно засушливые; определено содержание питательных элементов в почве экспериментального участка: содержание гумуса – 3,13 %, P₂O₅ – 10,22-10,97 мг/кг, N-NO₃ – 3,12-3,27 мг/кг, K₂O – 523,1 мг/кг, pH – 7,35-7,47; проведён анализ биометрических показателей: лабораторная всхожесть нута составила – 97,0%, энергия прорастания – 75%, чистота семян – 97,0%; полевая всхожесть растений нута по вариантам опыта с применением биопрепаратов варьировала от 73,3% до 84,27%, на контроле до 70,0%, а сохранность растений от 72,7 % до 84,7 %, в сравнении с контрольным – 79,2%; определена урожайность растений нута: биологический урожай в зависимости от вариантов опыта составлял от 8,2 до 17,2 ц/га, фактическая урожайность зерна варьировалась от 7,79 до 16,3 ц/га в зависимости от применяемых препаратов.

Ключевые слова: биологическое разнообразие; почвенная биота; бобовые культуры; злаковые культуры; устойчивость агроэкосистем.

Introduction

One of the top priorities in modern agricultural production is the improvement of soil fertility and the resilience of agroecosystems. In this regard, increasing attention is being paid to the implementation of crop rotation systems that include legumes and cereals. These systems contribute to improved soil structure and function, enhance biological activity, and reduce dependence on synthetic fertilizers [1, p. 85]. The influence of legume – cereal rotations on soil biota and fertility has become a focus of intensive research. These studies have revealed the mechanisms through which such rotations enhance soil biodiversity, promote beneficial soil organism communities, and improve soil structure, while simultaneously reducing reliance on agrochemicals [2, p. 110]. The introduction of legume-based rotations leads to increased microbial activity, higher organic matter content, and better physical soil structure through the development of diverse root systems. These processes enhance the soil's inherent self-regulatory capacity and support the restoration of soil fertility. Recent research highlights the positive impact of legume crops – particularly chickpea – on soil biota. These crops stimulate the growth of beneficial microorganisms and improve nitrogen content in the soil due to symbiotic interactions with nitrogen-fixing bacteria. In Kazakhstan, cereal crops are cultivated on tens of millions of hectares, making the adoption of crop rotation systems crucial for maintaining soil productivity and sustainability. At the same time, the cultivation of leguminous crops such as chickpea, peas, and bean is rapidly expanding in the country. These crops are nutritionally valuable and contribute to reducing dependence on imported feed and food products [3, p. 253]. Chickpea cultivation, in particular, not only supports improved soil fertility but also contributes to the diversification of agricultural output, the improvement of environmental conditions, and the strengthening of national food security. Legume-based rotations help reduce the need for chemical fertilizers and pesticides, thereby decreasing environmental pressure and enhancing the ecological sustainability of farming systems. Studies show that such rotations improve soil structure through the formation of aggregates and pore spaces, increase humus content, and stimulate the activity of soil biota, including microorganisms, earthworms, and fungi. In addition, the integration of legumes into crop rotations aids in the restoration of soil microbiota, promoting greater biological activity and enhancing the soil's resistance to erosion and degradation [4, p. 521]. Importantly, these systems also improve fertilizer use efficiency, lower production costs, and reduce environmental risks. In summary, the adoption of crop rotation systems involving legumes and cereals represents a promising approach to improving soil fertility and the overall resilience of agricultural systems in Kazakhstan and other countries with developed agricultural sectors.

The relevance of this topic is underscored by the urgent need to identify ecologically sound methods for improving crop productivity and maintaining soil fertility under conditions of climate change and resource constraints. Research in this field contributes not only to the efficiency of agricultural production but also to long-term environmental sustainability and the resilience of the agricultural sector. Particular attention should be given to the study of structural and functional changes in soil under legume-based crop rotations, which will inform the development of optimized agronomic practices. Ultimately, such research plays a vital role in shaping ecologically sustainable, productive farming systems capable of ensuring food security and environmental stability.

Research objective: to implement sustainable agronomic practices for the cultivation of leguminous crops to enhance the biodynamic stability of agroecosystems and improve their ecological resilience.

Research tasks: to assess the productivity of chickpea plants under the meteorological conditions of the Kostanay region; to determine the content of essential nutrients in the soil of the experimental plot; to conduct an analysis of biometric parameters and evaluate the yield of chickpea plants.

Materials and methods

The experimental research was conducted at the permanent research site of the Department of Agronomy in accordance with the field trial methodology developed by B.D. Dospekhov [12], as well as the official methodology for state variety testing of agricultural crops [13]. The object of the study was a chickpea cultivar (*Cicer arietinum* L.) approved for cultivation – Volgogradsky 10. This is an early-maturing variety with a vegetation period of 75 days, characterized by high resistance to diseases and adaptability to climatic conditions. The field trials were established for the period 2025 – 2027 and conducted with three replications. The total plot area was 120 m², with an accounting area of 100 m². Chickpea sowing was carried out in the second ten-day period of May, under conditions of physical soil maturity and within the agronomically recommended timeframes for the region. The preceding crop was the second crop (wheat) after clean fallow.

Description of research methods:

- site selection: experimental plots were selected based on soil maps, agrochemical cartograms, and field history records. Consultations with agronomic personnel were conducted to obtain information regarding previous crops, agronomic practices, and the application of organic and mineral fertilizers, as well as liming history;

- assessment of seed quality: the sowing qualities of chickpea seeds were evaluated under laboratory conditions in accordance with GOST standards 12036–85 to 12042–80. Germination energy (on days 7 and 14) and seed purity were determined [14]

- soil sampling and analysis: to study the moisture dynamics and nutrient content, soil samples were collected from 0–100 cm depth at 20 cm intervals. For evaluating the impact of treatments/fertilizers on soil fertility, additional samples were collected from all treatment plots at 0–20 cm and 20–40 cm depths from five sampling points per plot. The following parameters were analyzed: soil moisture content by gravimetric method, humus content by Tyurin's method (GOST 26213–91), soil pH (aqueous extract) by potentiometry using an I-160MI ionometer (GOST 26483–85), nitrate nitrogen using nitrate analyzer 150.1 MI (GOST 26951–86), available phosphorus and exchangeable potassium using Machigin's method (GOST 26205–91), exchangeable calcium (Ca²⁺) and magnesium (Mg²⁺) by trigonometric method (GOST 26428–85). During the growing season, plant samples (50 plants per plot) were collected diagonally across all treatments to determine dry matter accumulation and chemical composition. All laboratory analyses were performed in duplicate: soil nutrient analyses over crop rotation: humus content was assessed before trial establishment, at mid-point, and at the end of the crop rotation using Tyurin's method. Total nitrogen was measured by the Kjeldahl method (macro and micro variants). Total phosphorus content was determined using the Lebedyantsev method (colorimetric detection) in the plow layer. The fractional composition of phosphates was analyzed using the Chirikov method and the modified Chang–Jackson, Ginzburg, and Lebedeva methods at three points in the rotation (initial, mid, and final stages).

- phenological observations: Field germination and plant density were recorded across all replications by counting plants diagonally within 0.25 m² quadrats after full emergence and before harvest.

- aboveground biomass assessment: Plants were cut at the soil surface from all treatment plots every 10 days after the full emergence phase to measure aboveground biomass accumulation.

- weed survey: Weed infestation was assessed by quantitative-weight method during the branching, flowering, and maturation stages. A 1.0 m² frame was placed at four diagonal points within each plot, with four replications per treatment.

- plant height measurements: Plant height was recorded at key phenological stages: emergence, third leaf, inflorescence initiation, flowering, end of flowering, and physiological maturity.

Agronomic practices used in the field trials

Preparation of the experimental plots for sowing included early spring harrowing to retain soil moisture, using tooth harrows, and the mechanical destruction of early spring weeds at the “white thread” stage during the period of physical soil maturity (late March to early April). Pre-sowing cultivation was performed with simultaneous harrowing and rolling using mounted cultivators. Seed inoculation was carried out five hours prior to sowing using *Rhizobium 8pp* strains. For this purpose, a tarpaulin (4*6 m) was used to prevent sunlight exposure. The inoculant Rizovit AKS is a biological product containing highly effective nodule-forming bacteria cultivated on a peat substrate enriched with carbohydrates, vitamins, and micronutrients. The applied dose was 400 g per seeding rate per hectare. Biological treatments during the vegetation period were applied using a knapsack sprayer. Baikal-M, a liquid biological formulation, was used for foliar application at a working solution rate of 250 L/ha.

The reliability of field and laboratory results was ensured through statistical processing and correlation analysis aimed at identifying the quantitative relationship between crop productivity and applied agronomic practices. Statistical analysis of the experimental data was conducted using Microsoft Excel 2021 (ANOVA), as well as specialized statistical software packages such as Sneedecor and/or STATISTICA. For laboratory measurements, a significance level of $p < 0.05$ was used.

Results

The assessment of the thermal regime during the vegetation period revealed that average daily air temperatures throughout the study period exhibited only minor monthly deviations from long-term climatic norms. In 2022, the average daily temperature in the Kostanay district ranged from +12°C in May to +25°C in July and August. Precipitation during this period totaled approximately 180 mm, which corresponds to a moderate level for the region. In 2023, the thermal regime was comparable, with temperatures ranging from +13°C in May to +26°C in July, and precipitation amounting to around 160 mm – slightly lower than the previous year, yet within the regional climatic range. In 2024, the values remained stable: the mean temperature in May reached +14°C, while the peak temperature of +27°C occurred in July and August. Precipitation during this period was approximately 170 mm, indicating a level typical for the area.

A comparative analysis over the three-year period suggests that the vegetation season in the Kostanay district was relatively stable in terms of both temperature and rainfall, providing favorable conditions for crop growth and development. However, early 2025 shows signs of climatic shifts. Preliminary forecasts indicate a trend toward higher average daily temperatures – by approximately 1-2°C compared to previous years. Precipitation in the first half of 2025 was recorded at 140-150 mm, which is 10-15% below the average of the past three years. These changes may negatively impact crop emergence and potentially reduce chickpea yields, as elevated temperatures combined with reduced precipitation could lead to accelerated soil drying and increased plant stress.

Soil. The experimental site is situated in the southern chernozem subzone, where soils have a relatively shallow profile, not exceeding 90–100 cm, and a humus horizon (A + B) measuring 45–47 cm. These soils are moderately humified, containing 3.13–3.24% humus in the A horizon with a light loamy texture. Carbonate accumulation is observed beginning at a depth of 28–30 cm. The bulk density is approximately 1.25 g/cm³. Agrochemical analysis of the topsoil revealed the following nutrient contents: humus – 3.13%, available phosphorus (P₂O₅) – 10.22–10.97 mg/kg, nitrate nitrogen (N-NO₃) – 3.12–3.27 mg/kg, exchangeable potassium (K₂O) – 523.1 mg/kg, and pH – 7.35–7.47.

Thus, the analysis of bioclimatic indicators in the study area demonstrated that the first half of the 2025 agricultural year was characterized by an uneven distribution of precipitation during the vegetation period. Calculations of the hydrothermal coefficient (HTC), based on the recorded temperature regime and total precipitation during the growing season, yielded a value of 0.9, indicating slightly arid meteorological conditions.

The quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds was evaluated according to GOST standards 12037–85 and 12038–84, assessing purity, germination energy (on days 3–4), and laboratory germination rate (on days 7–8). Laboratory germination reached 97.0%, germination energy was 75%, and seed purity was also 97.0%. Field emergence of chickpea plants in the experimental plots treated with biological products ranged from 73.3% to 84.2%, while in the control variant it did not exceed 70.0%. Plant survival rates ranged from 72.7% to 84.7%, compared to 79.2% in the control.

Weed infestation poses a considerable threat to chickpea cultivation, particularly during the early stages of growth, when the crop develops slowly and is easily suppressed by weed competition [9, p. 104].



Figure 1 – Conducting research at the experimental site

During the growing season, the predominant annual dicotyledonous weed species observed on the experimental plots included: *Amaranthus retroflexus* L. (redroot pigweed), *Chenopodium album* L. (common lambsquarters), and *Malva pusilla* (low mallow). Among annual monocotyledonous weeds, *Avena fatua* L. (wild

oat) was most common. Perennial dicotyledonous weeds included *Convolvulus arvensis* L. (field bindweed), *Cirsium arvense* L. (Canada thistle), *Euphorbia virgata* L. (leafy spurge), and *Plantago lanceolata* (narrowleaf plantain). According to the weed infestation scale developed by V. Maltsev, the density of weeds was within the range of 1 point (no more than 5 plants per 1 m²), which is classified as a low level of infestation.

One of the key indicators used to evaluate the impact and effectiveness of biological or chemical treatments is crop yield. Yield represents the cumulative outcome of all yield structure components (Table 1) [5]. The number of chickpea plants at harvest varied across experimental treatments from 32.0 to 45.0 plants per square meter. The number of pods per plant ranged from 6.9 to 8.5, depending on the treatment. Grain weight per plant varied from 218.6 to 229.8 g. The biological yield of chickpea ranged from 8.2 to 17.2 centners per hectare (c/ha), while the actual grain yield varied between 7.79 and 16.3 c/ha across the experimental variants.

Table 1 – Yield structure components of chickpea under the influence of biological treatments

Treatment variant	Number of plants at harvest (plants/m ²)	Number of pods per plant	Number of seeds per pod	Seed weight per plant (g)	Biological yield (c/ha)
Control	32	6,9	1,7	218,6	8,2
Baikal EM-1	45	8,5	4,2	312,2	17,2
Risovit AKS	39	7,8	2,1	229,8	14,5
HCP _{0,5}	0,25	0,32	0,14	0,14	0,12

Discussion

On the experimental site, the amount of precipitation was sufficient to ensure uniform chickpea emergence, and air temperature conditions were optimal for subsequent plant growth and vegetative development. The identification of weed species composition revealed the presence of both annual and biennial weed species. According to the scale developed by V. Maltsev, their impact on crop development was classified as very low.

In the field trials, a biological preparation was applied with the aim of accelerating the interphase development of chickpea plants and mitigating stress caused by abiotic factors. The application of the bioproduct Baikal-EM 1 had a positive effect on yield structure components, which ultimately led to a significant increase in chickpea yield. The yield increment compared to the control was +9.0 c/ha. Application of Rizovit AKS also contributed to yield improvement, resulting in an increase of +5.5 c/ha relative to the control.

Conclusion

Experimental findings demonstrated that the meteorological conditions of the year had a positive effect on the productivity of chickpea plants. The assessment of the bioclimatic indicators of the study area showed that the first half of the 2025 agricultural year was characterized by uneven precipitation distribution during the vegetation period. The calculated hydrothermal coefficient (HTC = 0.9), based on temperature regimes and total rainfall during the growing season, indicates that the meteorological conditions can be classified as slightly arid.

- The nutrient content of the soil in the experimental plot was determined as follows: humus – 3.13%, available phosphorus (P₂O₅) – 10.22–10.97 mg/kg, nitrate nitrogen (N-NO₃) – 3.12–3.27 mg/kg, exchangeable potassium (K₂O) – 523.1 mg/kg, and pH – 7.35–7.47.

- Biometric characteristics of the seeds and plants were analyzed. Laboratory germination of chickpea seeds reached 97.0%, germination energy – 75%, and seed purity – 97.0%. Field germination of chickpea under different biological treatments ranged from 73.3% to 84.2%, while in the control variant it was up to 70.0%. Plant survival ranged from 72.7% to 84.7%, compared to 79.2% in the control.

- Chickpea yield was evaluated across treatment variants. The biological yield ranged from 8.2 to 17.2 c/ha, while actual grain yield varied from 7.79 to 16.3 c/ha, depending on the treatment applied.

Funding information. «This research was is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AR27509433) «Development and evaluation of sustainable crop rotation systems using legumes and cereals to increase the biodynamic efficiency of agroecosystems».

REFERENCES

1 Grigoruk V.V., Klimov E.V. Razvitie organicheskogo sel'skogo hozyajstva v mire i Kazahstane [Development of organic agriculture in the world and Kazakhstan]. Ankara, 2016, 152 p. (In Russian).

2 Melnikova E.A., Ivanov S.P. *Metody' uluchsheniya kachestva pochvy' s ispol'zovaniem bobovo-zlakovy'h kul'tur* [Methods of improving soil quality using legume and cereal crops]. *Zhurnal agronomicheskikh issledovaniy*, 2021, no. 30 (2), pp.145–152. (In Russian).

3 Bennett E.M., Carpenter S.R., Caraco N.F. *Human Impact on the Nitrogen Cycle and the Consequences for Agriculture and the Environment*. *Environmental Science & Technology* 2023, vol. 52(12), pp. 6181–6193.

4 Sharma P., Kumar A. *Legume-based Cropping Systems for Sustainable Soil Fertility Management*. *International Journal of Agricultural Science*, 2020, vol. 24(1), pp.33–47.

5 Dospheov B.D. *Metodika opy'tnogo dela* [Experimental methodology]. Moscow, Agropromizdat, 1985, 350 p. (In Russian).

6 Yurina A.V. *Metodika gosudarstvennogo sortoispy'taniya sel'skohozyajstvenny'h kul'tur* [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Moscow, Izdatel'svo Kolos, 1970. (In Russian).

7. *Mezhgosudarstvenny'j standart 12036-85–12042-80 Semena sel'skohozyajstvenny'h kul'tur*, Moscow, 2011. (In Russian).

8 GOST 30178-96. *Sy'r'e i produkty' pishhevy'e. Atomno-absorbtsionny'j metod opredeleniya toksichny'h e'lementov* [Raw materials and food products. Atomic absorption method for determining toxic elements]. 04.10.1996, Moscow, Standartinform. (In Russian).

9 GOST 20929-94 *Sy'r'e i produkty' pishhevy'e. Podgotovka prob. Mineralizaciya dlya opredeleniya soderzhaniya toksichny'h e'lementov* [Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization for determination of toxic element content]. 2010, Moscow, Standartinform. (In Russian).

10 Tyurin I.V., Kononova M.M. *O novom metode opredeleniya potrebnosti pochvy' v azote* [About a new method for determining the soil's need for nitrogen]. *Vestnik Agrohimiicheskie i biokhimiicheskie issledovaniya*, 1935, vol. 10, vol. 4, pp. 49–56. (In Russian).

11 Kogut B.M., Milanovskij E.Yu., Hamaturov Sh.A. *O metodah opredeleniya soderzhaniya organicheskogo ugleroda v pochvah* [On methods for determining the content of organic carbon in soils]. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva*, 2023, iss. (114), pp. 5–28. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-114-5-28>. (In Russian).

12 Ansabayeva A. *Cultivation of peas, Pisum sativum L. in organic farming*. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 2023, vol. 21, no. 4, pp. 911–919.

13 Ansabayeva A., Akhmetbekova A. *Biological products sway the yield and quality traits of chickpea (Cicer arietinum L.) in a continental climate*. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 2024, vol. 56, no. 1, pp. 45–53.

Information about the authors:

Ansabayeva Assiya Simbayevna* – PhD, Associate Professor of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Regional University, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 Baitursynov Str., tel.: 87774907779, e-mail: ansabaeva_asiya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2110-2650>.

Issayeva Zhanetta Batyrkhanovna – PhD, Associate Professor of the Department of Engineering and Industrial Technology, Innovative University of Eurasia, Republic of Kazakhstan, 140000, Pavlodar, 45 Lomov Str., tel.: 87070212963, e-mail: zhanetta.aysha@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

Makhambetov Murat Zharakovich – PhD, Associate Professor, Department of Ecology, K.Zhubanov Aktobe Regional University, Republic of Kazakhstan, 030012, Aktobe, e-mail: makhambetov.murat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8356-296X>.

Peiling Zhang – PhD, Associate Professor, College of Agronomy, Northwestern University of Forestry and Agriculture, Yangling, People's Republic of China, e-mail: ansabaeva_asiya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

Ансбаева Асия Симбайқызы* – PhD докторы, агрономия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Байтұрсынов көш., 47, тел.: 87774907779, e-mail: ansabaeva_asiya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2110-2650>.

Исаева Жанетта Батырханқызы – PhD докторы, агрономия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Инновациялық Еуразия университеті, Қазақстан Республикасы, 140000, Павлодар қ., Ломов көш. 45; тел.: 87070212963, e-mail: zhanetta.aysha@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

Махамбетов Мұрат Жарақұлы – PhD докторы, экология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы, 030012, Ақтөбе қ., makhambetov.murat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8356-296X>.

Peiling Zhang – PhD докторы, агрономия колледжнің қауымдастырылған профессоры Солтүстік-Батыс орман және ауыл шаруашылығы университеті, Қытай Халық Республикасы, Янлин қ., e-mail: ansabaeva_asiya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

Ансбаева Асия Симбаевна* – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынова 47, тел.: 87774907779, e-mail: ansabaeva_asiya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2110-2650>.

Исаева Жанетта Батырхановна – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры инженерии и промышленных технологий, Инновационный Евразийский университет, Республика Казахстан, 140000, г. Павлодар, ул. Ломова 45, тел.: 87070212963, e-mail: zhanetta.aysha@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

Махамбетов Мурат Жаракович – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры экологии, Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова, Республика Казахстан, 030012, г. Актюбе, e-mail: makhambetov.murat@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8356-296X>.

Peiling Zhang – доктор PhD, ассоциированный профессор колледжа агрономии, Северо-западный университет лесного и сельского хозяйства, Китайская Народная Республика, 353000, г. Янлин, e-mail: ansabaeva_asiya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

XFTAP 68.39.29

ӨОЖ 631.95:556.55

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531133>

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МАҢЫЗЫ БАР СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРДЕГІ ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ҚҰРАМЫН БАҒАЛАУ

Ермолдина Г.Т. – техника ғылымдарының магистрі, ҚБ ҒЗИ ғылыми кеңесшісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Нурпеисов А.А.* – техника ғылымдарының магистрі, ҚБ ҒЗ институтының молекулалық-генетикалық зерттеулер зертханасының ғылыми қызметкері, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Бектұрғанова А.Қ. – химия мамандығы бойынша жаратылыстану ғылымдарының магистрі, биология, экология және химия кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай, Қазақстан Республикасы.

Уксикбаева М.К. – «8D05101 Биология» докторантура білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Бұл мақалада Солтүстік Қазақстанда орналасқан Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймағындағы түптік шөгінділеріндегі органикалық заттардың құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Дала жұмыстары қыс мезгілінде мұз қабаты астынан сынама алудың бейімделген әдістерін қолдану арқылы жүргізілді, бұл төмен температура жағдайында сенімді деректер алуға мүмкіндік берді. Зерттеу барысында шөгінді үлгілеріндегі органикалық заттардың сандық көрсеткіштері анықталып, олардың сапалық құрамы мен су ортасына ықтимал әсері бағаланды.

Алынған мәліметтер қоңыржай климаттық белдеудегі тұщы су қоймаларының түптік жүйелерінің экологиялық жай-күйін бағалау үшін анықтамалық материал ретінде қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, нәтижелер рентгенофлуоресценттік спектроскопия әдісімен қатты фазалы фракциялардың уыттылығын бағалау мен экспресс-талдау жүргізуді қоса алғанда, кешенді мониторингі ұйымдастыру және жүргізу бойынша әдістемелік ұсынымдарды әзірлеу үшін маңызды практикалық мәнге ие. Аталған су қоймаларының су ресурстары ауыл шаруашылығында кеңінен пайдаланылатынын ескере отырып, зерттеу нәтижелері агроэкологиялық шараларды жоспарлауда және аймақта тұрақты жер пайдалануды қамтамасыз етуде де қолдануға болады. Сонымен қатар, түптік шөгінділерді органоинералды тыңайтқыш ретінде немесе бұзылған жерлерді қалпына келтіру мақсатында әлеуетті ресурс ретінде пайдалануға болады.

Түйінді сөздер: органикалық заттар, ауылшаруашылық мақсаты, су қоймасы, түптік шөгінділер, рентген-флуоресценттік спектрлік талдау, корреляциялық тәуелділік.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННО ЗНАЧИМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Ермолдина Г.Т. – магистр технических наук, научный консультант НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Нурпеисов А.А.* – магистр технических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Бектұрғанова А.Қ. – магистр естественных наук по специальности химия, старший преподаватель кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Уксикбаева М.К. – докторант образовательной программы «8D05101 – Биология», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В данной статье представлены результаты исследования показателей содержания органических веществ в донных отложениях прибрежной зоны Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ, расположенных в Северном Казахстане. Полевые работы проводились в зимний период с применением адаптированных методов отбора проб из-под ледового покрова, что обеспечило получение достоверных данных при низких температурах. В процессе исследования были определены количественные показатели органического вещества в образцах донных отложений, что позволило оценить их качественный состав и потенциальное влияние на водную среду.

Полученные данные могут служить справочным материалом для оценки экологического состояния донных систем пресноводных водоёмов умеренного климатического пояса. Кроме того, результаты обладают высокой практической значимостью для разработки методических рекомендаций по организации и проведению комплексного мониторинга, включая оценку токсичности и экспресс-анализ твёрдофазных фракций методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии. Учитывая широкое сельскохозяйственное использование водных ресурсов данных водохранилищ, результаты также могут быть использованы при планировании агроэкологических мероприятий и обеспечении устойчивого землепользования в регионе. Кроме того, донные отложения могут быть рассмотрены как потенциальный ресурс для использования в сельском хозяйстве в качестве органоминеральных удобрений и для рекультивации нарушенных земель.

Ключевые слова: органическое вещество, сельскохозяйственное назначение, водохранилище, донные отложения, рентгенофлуоресцентный спектральный анализ, корреляционная зависимость.

ASSESSMENT OF ORGANIC MATTER CONTENT IN BOTTOM SEDIMENTS OF AGRICULTURALLY SIGNIFICANT RESERVOIRS OF THE NORTHERN KAZAKHSTAN

Yermoldina G.T. – Master of Technical Sciences, Scientific Adviser of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Nurpeissov A.A.* – Master of Technical Sciences, Researcher of the Laboratory of Molecular Genetic Research of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Bekturganova A.K. – Master of Natural Sciences (Chem.), Senior Lecturer of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Uksikbayeva M.K. – PhD student, “8D05101 Biology” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

This article presents the results of a study on the organic matter in the bottom sediments of the coastal zones of the Verkhnetobol and Karatomar reservoirs located in the Northern Kazakhstan. Fieldwork was conducted during the winter season using adapted methods for sampling beneath the ice cover, enabling to obtain reliable data under low-temperature conditions.

During the study, quantitative indicators of organic matter content in sediment samples were determined, and their qualitative composition and potential impact on the aquatic environment were assessed.

The obtained data may serve as reference material for evaluating the ecological condition of bottom systems in freshwater reservoirs located in temperate climate zones. Furthermore, the results are of significant practical value for the development of methodological recommendations on organizing and conducting comprehensive monitoring, including express analysis and toxicity assessment of solid-phase fractions using X-ray fluorescence spectroscopy. Given the widespread agricultural use of the water resources of these reservoirs, the research findings can also be applied in planning agroecological measures and ensuring sustainable land use in the region. Additionally, bottom sediments may be considered a potential resource for use in agriculture as organomineral fertilizers or for the reclamation of degraded lands.

Key words: organic matter, agricultural use, reservoir, bottom sediments, X-ray fluorescence spectral analysis, correlation dependence.

Кіпiсiе. Көптеген су қоймаларының түптік шөгінділері органикалық заттардың, негізінен – гумус қосындыларының, аминқышқылдарының және судағы мен жағалаудағы өсімдіктердің ыдырау өнімде-

рінің жоғары мөлшерімен сипатталады. Органикалық құрамдас бөлік су қоймасындағы заттар айналымының табиғи процесі нәтижесінде, сондай-ақ антропогендік органикалық қалдықтардың түсуі есебінен қалыптасады. [1, 440 б.], [2, 36.].

Түптік шөгінділердегі органикалық заттардың мөлшері кең ауқымда өзгеруі мүмкін:

1. Мысалы, Цимлян су қоймасында бұл көрсеткіш 0,54-тен 3,07%-ға дейін жетеді, бұл бірқатар топырақтардағы органикалық заттардың мөлшерімен салыстырмалы немесе одан да жоғары [3, 656.].

2. Әлметьев су қоймасында сапропельді түптік шөгінділер органикалық заттардың жоғары үлесін қамтиды, бұл оларды тыңайтқыштар үшін құнды шикізат етеді [4, 766.].

3. Шетелдік деректер бойынша кейбір жағдайларда органикалық көміртек мөлшері 8,4%-ға дейін жетеді [5, 136.].

Түптік шөгінділердегі органикалық заттар тек қана гумин қышқылдарымен ғана емес, сонымен қатар микроағзалар үшін жеңіл қолжетімді қосындылармен де ұсынылған, бұл топырақ құнарлылығының дамуы үшін ерекше маңызды [1, 441б.].

Органикалық заттарға бай түптік шөгінділерді пайдалану келесі бағыттарда айқын оң әсерін тигізеді:

1. Топырақтағы гумус пен органикалық заттардың мөлшерін арттыру, бұл оның құрылымын жақсарттады, ылғал ұстау қабілетін жоғарылатады, аэрацияны жақсарттады және микробиологиялық белсенділікті күшейтеді [3, 666.], [6, 542б.].

2. Көкөніс, дәнді, малазықтық және бақша дақылдарының өнімділігін арттыру – бұл әсер зертханалық және далалық тәжірибелерде бірнеше рет байқалған [7, 1047б.], [8, 542б.].

3. Тозған және тозу шегіне жеткен топырақтарды рекультивациялау, құнарлылығын қалпына келтіру және эрозиялық қатерді төмендету [3, 67б.], [9, 11б.].

Түптік шөгінділерді биогумус түрінде қолдану мүмкіндік береді:

1. Органикалық қалдықтардың минералдану процесін едәуір жеделдетуге;

2. Түптік шөгінділердің органикалық бөлігін өсімдіктерге барынша қолжетімді түрлерге айналдыруға;

3. Қозғалмалы макро- және микроэлементтердің мөлшерін арттыруға [1, 441б.], [2, 5б.].

Көптеген зерттеулер көрсеткендей, агрономиялық тиімділігі жағынан органикалық заттарға бай дондық шөгінділер кейде дәстүрлі көңнен, компосттардан және басқа да органикалық тыңайтқыштардан кем түспейді, тіпті кей жағдайларда асып түседі [2, 4б.], [3, 69б.].

Түптік шөгінділерді органикалық тыңайтқыш ретінде көкөніс, дәнді, жеміс-жидек және малазықтық дақылдарға, әсіресе кедей және тозған топырақтарда қолдану тиімді. Ең жақсы нәтижелер дәстүрлі органикалық қалдықтармен араластырып, кейін компосттау арқылы алынады [9, 13б.]. Ауқымды қолдану алдында ауыр металдар мен органикалық токсиканттардың құрамына міндетті түрде талдау жүргізу қажет.

Органикалық заттарға бай дондық шөгінділер – ауыл шаруашылығы үшін құнды ресурс. Оларды пайдалану топырақтың құнарлылығын қалпына келтіруге, минералдық тыңайтқыштарға деген қажеттілікті азайтуға, топырақ құрылымы мен биологиялық белсенділігін жақсартуға, сондай-ақ тұнбаларды кәдеге жарату жөніндегі экологиялық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

Өзектілігі. Қостанай облысы – Қазақстанның жетекші аграрлық аймақтарының бірі болып табылады, ол дәнді, техникалық және мал азықтық дақылдарды өндіруге маманданған. Алайда, өңірдің көптеген топырақтары табиғи жағдайлар мен ауыл шаруашылығын қарқынды пайдалану салдарынан органикалық заттардың азаюымен, негізгі макро- және микроэлементтердің тапшылығымен, сондай-ақ құнарлылықтың төмендеуімен сипатталады. Дәстүрлі органикалық тыңайтқыштардың шектеулігі мен минералдық тыңайтқыштардың қымбаттауына байланысты топырақ құнарлылығын қалпына келтіру үшін баламалы, қолжетімді және экологиялық қауіпсіз көздерді іздеу өзекті мәселеге айналды.

Осындай жағдайда Қостанай облысындағы су қоймаларында, атап айтқанда, Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларында ұзақ жылдар бойы су объектілерінің қызмет етуінің нәтижесінде жиналған түптік шөгінділерге ерекше назар аударылуда. Заманауи зерттеулер көрсеткендей, бұл шөгінділерде органикалық заттар мен қоректік элементтердің мөлшері жоғары, сондықтан оларды органикалық тыңайтқыштар өндіру үшін болашағы зор ресурс ретінде қарастыруға болады.

Аталған түптік шөгінділерді өңірдің ауыл шаруашылығында пайдалану тозған жерлердің құнарлылығын қалпына келтіруге, негізгі дақылдардың өнімділігін арттыруға, сондай-ақ су айдындарынан шыққан тұнбаларды кәдеге жарату мәселелерін шешуге ықпал етеді. Түптік шөгінділерді аграрлық айналымға енгізу циркулярлық экономика және тұрақты даму қағидаттарына сәйкес келеді және Қостанай облысының аграрлық секторына кешенді әлеуметтік-экономикалық және экологиялық әсер береді.

Мақсат, міндеттер. Зерттеу мақсаты: Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының түптік шөгінділеріндегі органикалық заттардың мөлшерін анықтап, оларды ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде пайдаланудың ғылыми негізделген мүмкіндігін бағалау.

Зерттеу міндеттері: 1) Қысқы кезеңде үлгі алу әдістерін бейімдеп қолданып, шөгінділердің органикалық құрамын сандық және сапалық тұрғыдан зерттеу. 2) Алынған нәтижелер негізінде органикалық заттардың су ортасына ықтимал экологиялық әсерін және қатты фазалы фракциялардың ұйтылығын

бағалау. 3) Мәліметтерді агроэкологиялық шараларды жоспарлауда және түптік шөгінділерді тыңайтқыш не қалпына келтіру ресурсы ретінде пайдалануда қолдану мүмкіндіктерін айқындау жүргізу арқылы шөгінділердің құрамдық ерекшеліктері мен таралу заңдылықтарын зерттеу.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Түптік шөгінділердің үлгілерін іріктеу процесі зерттеу мақсатына және қолданыстағы стандарттарға (СТ РК, ГОСТ, ПНД Ф және т.б.) сәйкес іріктеу орны, уақыты және тәсілін анықтауды қамтиды. Үлгілерді іріктеу үшін су айдынының тереңдігі мен ерекшеліктерін ескере отырып, арнайы құрылғылар – түп қасықтар, сынама алғыштар, қырғыштар пайдаланылады. Үлгілер зерттелетін учаскенің сипаттамаларын барынша дәл көрсетуі және олардың құрылымы мен химиялық құрамын талдауға дейін сақтау мақсатында іріктеледі. Үлгі көлеміне, консервілеу және сақтау жағдайларына ерекше назар аударылады: көрсеткіштердің жоғалуын немесе өзгеруін болдырмау үшін инертті, герметикалық жабылатын ыдыстар пайдаланылады. Барлық процедуралар сенімді және репрезентативті нәтижелер алу үшін нормативтік талаптарға сәйкес жүргізіледі.

Органикалық заттардың мөлшерін анықтау үшін ГОСТ 23740–2016 стандарты қолданылады, онда сапропельдерге қатысты органикалық заттарды егжей-тегжейлі анықтауға мүмкіндік беретін гравиметриялық әдіс сипатталған. Талдауға дейін шөгінділердің үлгілерінен өсімдік қалдықтары алынып тасталады. Ауамен кептірілген үлгілер алдын ала өлшенген фарфор тигельдеріне (көлемінің 2/3-інен аспайтын) салынып, дәлдігі 0,001 г дейін өлшенеді, содан кейін 105 °C температурада тұрақты массаға дейін кептіріледі. Әр үлгінің массасы – кемінде 50 г. Кейін үлгілер муфельді пеште (525 ± 25) °C температурада күйдіріледі, кальций хлоридімен толтырылған эксикаторда салқындатылады және өлшенеді. Күйдіру және өлшеу тұрақты массаға (айырмашылығы 0,005 г-нан аспауы тиіс) жеткенге дейін қайталанады.

Органикалық заттардың салыстырмалы құрамы (%) формула бойынша есептеледі:

$$W = (m - m_1) \times 100 / m$$

мұндағы **W** – органикалық заттардың мөлшері,

m – құрғақ топырақтың массасы,

m₁ – күйдірілгеннен кейінгі масса.

Өлшеу нәтижелерін өңдеу және статистикалық талдау жүргізу барысында ғылыми ұсынымдар мен қолданыстағы нормативтерге сүйену маңызды. Кездейсоқ ауытқуларды бағалау үшін деректердің қалыпты немесе логарифмдік қалыпты үлестіріміне негізделген тәсілдер қолданылды. Нәтижелердің статистикалық талдауы 2024 жылғы нұсқадағы «Деректерді талдау» модулі орнатылған стандартты Microsoft Excel бағдарламасының көмегімен жүзеге асырылды.

Нәтижелер мен талқылау. Талдау жүргізу үшін үлгілер қыс мезгілінде екі су қоймасынан да алынды. Үлгі алу нүктелері мен координаттары 1-кестеде көрсетілген.

1 – кесте. Су қоймаларының түптік шөгінді үлгілерін іріктеу нүктелерінің координаталары

Жоғарғы Тобыл су қоймасынан іріктелген үлгілердің нүкте нөмірлері								
1	2	3	4	5	6	7	8	
52°29'4 2,52"N 62° 0'5,21"E	52°28'10, 03"N 61°57'39, 32"E	52°28'46, 13"N 62° 1'58,65"E	52°29'23, 33"N 62° 5'58,36"E	52°29'22,1 9"N 62°10'49,6 2"E	52°28'51, 72"N 62°11'38, 29"E	52°30'13, 89"N 62°15'51, 31"E	52°30'18,94"N 62°20'18,56"E	
Қаратомар су қоймасынан іріктелген үлгілердің нүкте нөмірлері								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
52°51'3 5.40"N 62°48'2 1.24"E	52°53'19. 59"N 62°55'23. 65"E	52°54'45. 86"N 63° 2'31.91"E	52°52'55. 60"N 62°59'54. 53"E	52°52'51.1 4"N 62°59'57.1 6"E	52°50'51. 49"N 62°57'30. 75"E	52°52'31. 62"N 63° 2'48.35"E	52°54'2. 93"N 62°57'3 7.63"E	52°54'0 6.04"N 62°57'4 5.04"E

Өткізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша алынған үлгілердегі органикалық заттардың құрамы жалпы ғылыми деректермен жақсы үйлесетіні және сонымен қатар су қоймаларының жағалаулық түптік шөгінділерінің өзіндік ерекшеліктерін айқындайтыны анықталды. Түптік шөгінді үлгілеріндегі органикалық заттардың орташа мөлшері 0,05%-дан 1,14%-ға дейінгі аралықта орналасқанын атап өту қажет. Түптік шөгінділердегі органикалық заттардың мөлшері мен өлшеу нәтижелерінің статистикалық өңдеу нәтижелері 2 және 3-кестелерде келтірілген. Бағалау жүргізу барысында су қоймаларының жағалаулық аймақтарында органикалық заттарға қаныққан және сапропель құрылымы айқын байқалатын шөгінділердің учаскелері анықталды.

2 – кесте. Жоғарғы Тобыл су қоймасынан алынған үлгілердегі органикалық заттардың мөлшері. Өлшеу нәтижелерінің статистикалық өңдеу қорытындылары

Көрсеткіш	Түптік шөгінділер үлгілерінің нөмірлері							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Үлгілер саны	9,00	6,00	6,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00
Сынамадағы органикалық заттардың орташа мөлшері, %	0,69	1,14	0,30	0,41	0,25	0,22	0,66	0,83
Стандартты ауытқу (СА)	0,054	0,095	0,087	0,122	0,074	0,021	0,059	0,153
Таңдама дисперсиясы	0,003	0,009	0,008	0,015	0,005	0,000	0,004	0,023
Вариация коэффициенті, %	7,90	8,32	29,01	29,79	29,48	9,18	8,96	18,48

Жоғарғы Тобыл су қоймасы бойынша түптік шөгінділер үлгілеріндегі органикалық заттардың орташа мөлшері 0,22%-дан 1,14%-ға дейінгі аралықта өзгеріп отырады. Бұл деректер шөгінділердің кеңістіктік әркелкілігін көрсетеді. Ең жоғары көрсеткіш 2-үлгіде байқалса (1,14%), ең төменгі мәндер 5 және 6-үлгілерде тіркелген (0,25% және 0,22%).

Вариация коэффициенті кей үлгілерде 8–9% шамасында болса (мысалы, 1, 2, 6, 7-үлгілер), кейбірінде 29%-ға дейін жетеді (мысалы, 3, 4, 5-үлгілер). Бұл шөгінділердегі органикалық құрамның тұрақсыздығын, әртүрлі экологиялық немесе гидрологиялық жағдайлармен байланысты болуы мүмкін екендігін айғақтайды.

3 – кесте. Қаратомар су қоймасынан алынған үлгілердегі органикалық заттардың мөлшері. Өлшеу нәтижелерінің статистикалық өңдеу нәтижелері

Көрсеткіш	Түптік шөгінділер үлгілерінің нөмірлері								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Үлгілер саны	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Сынамадағы органикалық заттардың орташа мөлшері, %	0,61	0,10	0,05	0,24	0,31	0,37	0,15	0,19	0,29
Стандартты ауытқу (СА)	0,04	0,01	0,00	0,01	0,10	0,12	0,02	0,12	0,04
Таңдама дисперсиясы	0,0017	0,0002	0,0000	0,0001	0,0106	0,0149	0,0003	0,0139	0,0013
Вариация коэффициенті, %	6,66	12,40	9,64	3,93	33,55	33,06	11,21	63,40	13,84

Қаратомар су қоймасындағы түптік шөгінділерде органикалық заттардың орташа мөлшері 0,05%-дан 0,61%-ға дейінгі аралықта анықталған. Бұл Жоғарғы Тобыл су қоймасымен салыстырғанда төмен көрсеткіштер болып табылады, яғни бұл су қоймасында органикалық заттармен байытылу деңгейі төмен.

Кей үлгілерде вариация коэффициенті 3,93% (4-үлгі) сияқты өте төмен мәндерге ие болса, 8-үлгіде бұл көрсеткіш 63,4%-ға дейін жетеді, бұл түптік шөгінділердің құрамында органикалық заттардың аса үлкен дисперсиямен таралғанын көрсетеді.

Өлшеу нәтижелері бойынша деректердің шашыраңқылығы орташа мәнге жақсы жақын екенін байқауға болады. Вариация коэффициенті немесе салыстырмалы стандартты ауытқу орташа есеппен төмен мәндерге ие болып, өлшеулердің басым бөлігінде 30%-дан аспайды. Бағалау жүргізу барысында органикалық заттарға қаныққан, сапропель құрылымы айқын көрінетін түптік лай үлгілері анықталды.

Қорытынды. Солтүстік Қазақстандағы Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймағындағы түптік шөгінділерге жүргізілген зерттеулер нәтижесінде органикалық заттардың мөлшері туралы мәліметтер алынды. Жұмыс барысында қысқы мезгілде мұз қабаты астынан су және түптік шөгінділер үлгілерін алу әдістері сынақтан өткізілді.

Зерттеу нәтижелері бойынша Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймағындағы түптік шөгінділердегі органикалық заттардың мөлшері 0,05% пен 1,14% аралығында ауытқитыны анықталды. Алынған мәндер ғылыми әдебиеттегі деректермен жақсы үйлесіп, түптік шөгінділердегі

органика таралуының жалпы заңдылықтарын да, зерттеліп отырған су айдындарының өңірлік ерекшеліктерін де көрсетеді.

Вариабелділікті талдау нәтижесінде вариация коэффициенті көп жағдайда төмен және негізінен 30%-дан аспайды, бұл әрбір учаске шегіндегі үлгілердің құрамы біркелкі екенін дәлелдейді. Сондай-ақ, зерттеу барысында лайлы, сапропель құрылымы анық байқалатын және органикалық заттарға бай учаскелер анықталды. Бұл аймақтар ауыл шаруашылығында түптік шөгінділерді органикалық тыңайтқыш ретінде қолдану үшін ерекше қызығушылық тудырады.

Алынған деректер зерттелген су қоймаларының түптік шөгінділерінің Костанай облысы агроландшафттарының топырақ құнарлылығын қалпына келтіру және арттыру мақсатында органикалық зат көзі ретінде елеулі әлеуетке ие екенін дәлелдейді.

Қаржыландыру бойынша ақпарат. Зерттеу жұмыстары 2023 жылы Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚҰУ-де 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыру аясында BR21881993 «Солтүстік Қазақстанның су ресурстарын жедел мониторингілеу және гидротехникалық инженерлік құрылыстарын экологиялық бақылау жүйесін құру» тақырыбындағы жобасы негізінде жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Дорожко Е.Ю. Донные отложения как высокоэкологичное сырье: перспективы использования и технологические подходы к переработке [Текст] / Е. Ю. Дорожко, Ю. Г. Янута // Химическая технология и техника. – 2024. – № 88. – С. 439-442. DOI: 10.17277/chte.2024.88.439-442.
2. Есенбаева Ж.Ж. Изучение донных отложений, как материал для целесообразного использования в сельском хозяйстве [Текст] / Ж.Ж. Есенбаева // материалы Международной научно-практической конференции. Туркестан: Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави, 2023. – с. 1-6.
3. Степаньян О.В. Использование донных отложений Цимлянского водохранилища в качестве органического удобрения [Текст] / О. В. Степаньян, Е. И. Рыбалкина, О. А. Хорошев, К. Ш. Казеев, Г. В. Нестерук, А. В. Клещенков, В. В. Польшин, В. С. Герасюк // Наука Юга России. – 2024. – Т. 20, № 4. – С. 61-69. DOI: 10.7868/S25000640240409.
4. Чукуров Д.С. Исследование возможности использования донных отложений Альметьевского водохранилища в качестве органического удобрения [Текст] / Д.С. Чукуров, Я. В. Медведева, О. В. Никитин // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 2. – С. 73-79.
5. Matej-Łukowicz K. Can bottom sediments be a prospective fertilizing material? A chemical composition analysis for potential reuse in agriculture [Text] / K. Matej-Łukowicz, E. Wojciechowska, J. Strycharz, M. Szubska, K. Kuliński, J. Beldowski, A. Winogradow // *Materials*. – 2021. – vol. 14, no. 24. – P.1-20. <https://doi.org/10.3390/ma14247685>.
6. Szara-Bąk M. Recycling of bottom sediment to agriculture: Effects on plant growth and soil properties [Text] / M. Szara-Bąk, A. Baran, A. Klimkowicz-Pawlas // *Journal of Soils and Sediments*. – 2023. – vol.23, no. 2. – P. 539-551. <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03363-0> 2023.
7. Braga B.B.Reuse of sediment as a soil conditioner in a semiarid region dominated by subsistence farming: Sediment characterization at the regional scale and effects on maize crop [Text] / B. B. Braga, C.A.G. Costa, G.D. Lima, C. F. de Lacerda, S. Foerster, A. Brosinsky, P.H.A. Medeiros // *Journal of Soils and Sediments*. – 2024. – vol.24, no.3. – P.1039-1055. <https://doi.org/10.1007/s11368-023-03679-5>.
8. Szara-Bąk M.Recycling of bottom sediment to agriculture: Effects on plant growth and soil properties [Text] / M. Szara-Bąk, A. Baran, A. Klimkowicz-Pawlas // *Journal of Soils and Sediments*. – 2023. – vol. 23, no.2. P.539-551. <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03363-0>.
9. Gomez C. Reuse of bottom sediment from reservoirs to cropland is a promising agroecological practice that must be rationalized [Text] / C. Gomez, J. Amelin, G. Coulouma, J. Gaab, S. Dharumarajan, J. Riotte, M. Sekhar, L. Ruiz // *Scientific Reports*. – 2025. vol. 15, no. 7523. – P.1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-92206-2>.
10. Cieśla M. Implications of suspended sediment in the migration of nutrients at the water-sediment interface in retention reservoirs [Text] / M. Cieśla, R. Gruca-Rokosz // *Scientific Reports*. – 2024. – vol. 14. – P.1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76556-x>.
11. Luvai A.Physicochemical properties of bottom sediments in Maruba Dam Reservoir, Machakos, Kenya [Text] / A. Luvai, J. Obiero, C. Omuto // *Applied and Environmental Soil Science*. – 2022. – vol. 4. – P.1-9. <https://doi.org/10.1155/2022/2382277>.
12. Fonseca R. M. F. F. Effect of bottom sediments on the nutrient and metal composition of reservoir waters: Case studies from Portugal and Brazil [Text] / R. M. F. F. Fonseca, F. J. A. S. Barriga, W. S. Fyfe // *Dam Reservoir Sediments as Fertilizers and Artificial Soils*. – 2002. – P.1-24.
13. Xu X. Sources, migration, transformation, and environmental effects of organic carbon in eutrophic lakes: A critical review [Text] / X. Xu, C. Wu, D. Xie, J. Ma // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2023. – vol.20, no. 860. – P.1-17 <https://doi.org/10.3390/ijerph20010860>.

14. Чукуров Д. С. Исследование возможности использования донных отложений Альметьевского водохранилища в качестве органического удобрения [Текст] / Д.С. Чукуров, Я. В. Медведева, О. В. Никитин // Российский журнал прикладной экологии. – 2016. – № 1. – С. 22-27.
15. Naumova N. Effect of sapropel addition on selected soil properties and field tomato yield in South West Siberia [Text] / N. Naumova, T. Nechaeva, N. Smirnova, Y. Fotev, V. Belousova // Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition. – 2017. – Т. 1, № 3. – С. 1-11. DOI: 10.9734/AJSSPN/2017/35760.
16. Ветчинников А.А. Оценка возможности использования донных отложений пруда для рекультивации техногенно нарушенных почв [Текст] / А. А. Ветчинников, В. И. Титова, А. И. Баранов, Е. В. Сеньчева // Агрохимический вестник. – 2018. – № 2. – С. 50-53.

REFERENCES:

1. Dorozhko E.Y., Yanuta Yu.G. Donny'e otlozheniya kak vy'sokoe'kologichnoe sy'r'e: perspektivy' ispol'zovaniya i tehnologicheskie podhody' k pererabotke [Bottom sediments as highly ecological raw materials: prospects for use and technological approaches to processing]. *Himicheskaya tehnologiya i tehnika*, 2024, no. 88, pp. 439-442. DOI: 10.17277/chte.2024.88.439-442. (In Russian).
2. Esenbaeva Zh.Zh. Izuchenie donny'h otlozhenij, kak material dlya celesoobraznogo ispol'zovaniya v sel'skom hozyajstve [The study of bottom sediments as a material for sensible use in agriculture]. *Materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Turkestan, Mezhdunarodny'j kazahsko-tureckij universitet im. H.A. Yasavi*, 2023, pp. 1-6. (In Russian).
3. Stepanyan O.V., Rybalkina E.I., Horoshev O.A., et al. Ispol'zovanie donny'h otlozhenij Cimlyanskogo vodohranilishha v kachestve organicheskogo udobreniya [The use of bottom sediments of the Tsimlyansk reservoir as an organic fertilizer]. *Nauka Yuga Rossii*, 2024, vol. 20, no. 4, pp. 61-69. DOI: 10.7868/S25000640240409. (In Russian).
4. Chukurov D.S., Medvedeva Ya.V., Nikitin O.V. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya donny'h otlozhenij Al'met'evskogo vodohranilishha v kachestve organicheskogo udobreniya [Investigation of the possibility of using bottom sediments of the Almet'yevsk reservoir as an organic fertilizer]. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*, 2016, vol. 19, no. 2, pp. 73-79. (In Russian).
5. Matej-Lukowicz K., Wojciechowska E., Strycharz J., et al. Can bottom sediments be a prospective fertilizing material? A chemical composition analysis for potential reuse in agriculture. *Materials*, 2021, vol. 14, no. 24, pp.1-20. <https://doi.org/10.3390/ma14247685>.
6. Szara-Bak M., Baran A. A., Klimkowicz-Pawlas. Recycling of bottom sediment to agriculture: Effects on plant growth and soil properties. *Journal of Soils and Sediments*, 2023, vol.23, no. 2, pp. 539–551. <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03363-0> 2023.
7. Braga B.B., Costa C.A.G., Lima G.D., et al. Reuse of sediment as a soil conditioner in a semiarid region dominated by subsistence farming: Sediment characterization at the regional scale and effects on maize crop. *Journal of Soils and Sediments*, 2024, vol. 24, no.3, pp. 1039-1055. <https://doi.org/10.1007/s11368-023-03679-5>.
8. Szara-Bak M., Baran A. A., Klimkowicz-Pawlas. Recycling of bottom sediment to agriculture: Effects on plant growth and soil properties. *Journal of Soils and Sediments*, 2023, vol. 23, no. 2, pp. 539-551. <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03363-0> 2023.
9. Gomez C., Amelin J., Coulouma G., et al. Reuse of bottom sediment from reservoirs to cropland is a promising agroecological practice that must be rationalized. *Scientific Reports*, 2025, vol. 15, no. 7523, pp.1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-92206-2>.
10. Cieřla M., Gruca-Rokosz R. Implications of suspended sediment in the migration of nutrients at the water-sediment interface in retention reservoirs. *Scientific Reports*, 2024, vol. 14, pp. 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76556-x>.
11. Luvai A., Obiero J., Omuto C. Physicochemical properties of bottom sediments in Maruba Dam Reservoir, Machakos, Kenya. *Applied and Environmental Soil Science*, 2022, vol. 4, pp. 1-9. <https://doi.org/10.1155/2022/2382277>.
12. Fonseca R. M. F. F., Barriga F. J. A. S., Fyfe W. S. Effect of bottom sediments on the nutrient and metal composition of reservoir waters: Case studies from Portugal and Brazil. *Dam Reservoir Sediments as Fertilizers and Artificial Soils*, 2002, pp.1-24.
13. Xu X., Wu C., Xie D., Ma J. Sources, migration, transformation, and environmental effects of organic carbon in eutrophic lakes: A critical review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023, vol. 20, no. 860, pp.1-17 <https://doi.org/10.3390/ijerph20010860>.
14. Chukurov D.S., Medvedeva Ya. V., Nikitin O.V. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya donny'h otlozhenij Al'met'evskogo vodohranilishha v kachestve organicheskogo udobreniya [Investigation of the possible use of bottom sediments of the Almet'yevsk reservoir as an organic fertilizer]. *Rossijskij zhurnal prikladnoj e'kologii*, 2016, no. 1, pp. 22-27. (In Russian).
15. Naumova N., Nechaeva T., Smirnova N., Fotev Y., Belousova V. Effect of sapropel addition on selected soil properties and field tomato yield in South West Siberia. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2017, vol. 1, no. 3, pp. 1-11. DOI: 10.9734/AJSSPN/2017/35760.

16. Vetchinnikov A.A., Titova V.I., Baranov A.I., Sencheva E.V. Ocenka vozmozhnosti ispol'zovaniya donny'h otlozhenij pruda dlya rekul'tivacii tehnogenno narushenny'h pochv [Assessment of the possible use of pond sediments for the reclamation of manmade disturbed soils]. *Agrohimicheskij vestnik*, 2018, no. 2, pp. 50-53. (In Russian).

Авторлар туралы мәліметтер:

Ермолдина Гульназ Тлеубаевна – техника ғылымдарының магистрі, ҚБ ҒЗИ ғылыми кеңесшісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ., 28/1, тел.: 87773674633, e-mail: yermoldina.g@ksu.edu.kz.

Нурпеисов Адиль Айдарович* – техника ғылымдарының магистрі, ҚБ ҒЗ институтының молекулалық-генетикалық зерттеулер зертханасының ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ., 28/1, тел.: 87475191036, e-mail: nurpeissov.aa@ksu.edu.kz.

Бектұрғанова Айкүміс Қадыржанқызы – химия мамандығы бойынша жаратылыстану ғылымдарының магистрі, биология, экология және химия кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 87478914897 e-mail: aika_saken@mail.ru.

Уксикбаева Мулдір Куандыковна – «8D05101 Биология» докторантура білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ., 28/1, тел.: 87717178777, e-mail: u.muldir@mail.ru.

Ермолдина Гульназ Тлеубаевна – магистр технических наук, научный консультант научно-исследовательского института прикладной биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87773674633, e-mail: yermoldina.g@ksu.edu.kz.

Нурпеисов Адиль Айдарович* – магистр технических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87475191036, e-mail: nurpeissov.aa@ksu.edu.kz.

Бектұрғанова Айкүміс Қадыржанқызы – магистр естественных наук по специальности химия, старший преподаватель кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87478914897 e-mail: aika_saken@mail.ru.

Уксикбаева Мулдір Куандыковна – докторант образовательной программы «8D05101 – Биология», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87717178777, e-mail: u.muldir@mail.ru.

Yermoldina Gulnaz Tleubayevna – Master of Technical Sciences, Scientific Adviser of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: 87773674633, e-mail: yermoldina.g@ksu.edu.kz.

Nurpeissov Adil Aidarovich* – Master of Technical Sciences, Researcher of the Laboratory of Molecular Genetic Research of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: 87475191036, e-mail: nurpeissov.aa@ksu.edu.kz.

Bekturganova Aikumis Kadyrzhanqyzy – Master of Natural Sciences (Chem.), Senior Lecturer of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: 87478914897 e-mails: aika_saken@mail.ru.

Uksikbayeva Muldir Kuandykovna – PhD student, “8D05101-Biology” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: 87717178777, e-mail: u.muldir@mail.ru.

УДК: 634.11:581.1(574.43)
МРНТИ 68.37.13
<https://doi.org/10.52269/KGTD2531140>

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЯБЛОНИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

Жаппарова А.А.* – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Мауленова С.С. – докторант кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Айсакулова Х.Р. – к.б.н., доцент, заведующая лабораторией агрохимии, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства, г.Алматы, Республика Казахстан.

Василина Т.К. – PhD, ассоциированный профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан.

В условиях юго-востока Казахстана, характеризующихся засушливым климатом и необходимостью орошения, использование органических биологически активных препаратов в садоводстве представляет собой перспективное направление. В статье представлены результаты исследования влияния препаратов Агрофлорин, Al Karal и Биосок Energy плюс на биометрические показатели яблони сорта Голден Делишес. В ходе эксперимента оценивались такие биометрические характеристики, как длина побегов, диаметр ветвей, площадь листовой поверхности и другие морфологические признаки, непосредственно связанные с интенсивностью фотосинтеза и будущей урожайностью.

Полученные результаты показали, что применение органических биологически активных веществ способствует улучшению метаболических процессов, активизирует рост вегетативных органов и положительно сказывается на формировании листовой поверхности. Наиболее выраженный эффект был отмечен при использовании препаратов «Агрофлорин» и «Биосок Energy плюс». Дополнительно проведенный сравнительный анализ подтвердил, что обработка деревьев биопрепаратами способствует более гармоничному развитию растений, повышает их физиологическую активность и улучшает адаптацию к стрессовым климатическим условиям региона. Выявленные закономерности свидетельствуют о том, что органические биостимуляторы могут служить эффективной альтернативой традиционным агрохимикатам, снижая нагрузку на окружающую среду.

В целом, исследование подтвердило перспективность применения органических биостимуляторов в плодовоовощеводстве, что позволяет рекомендовать их использование в системе агротехнических мероприятий для устойчивого развития садоводства юго-востока Казахстана.

Ключевые слова: яблоня, биопрепараты, листовая поверхность, биометрия, органическое земледелие, Голден Делишес, юго-восток Казахстана.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДА АЛМАНЫҢ БИОМЕТРИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ МЕН ЖАПЫРАҚ БЕТІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫНА МИНЕРАЛДЫ ЖӘНЕ ОРГАНИКАЛЫҚ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫҢ ӘСЕРІ

Жаппарова А.А.* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының профессоры, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Мауленова С.С. – «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының докторанты, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Айсакулова Х.Р. – биология ғылымдарының кандидаты, доцент, «Агрохимия» зертханасының меңгерушісі, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты», Алматы қ. Қазақстан Республикасы.

Василина Т.К. – PhD докторы, "Топырақтану, агрохимия және экология" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы құрғақ климат пен суару қажеттілігімен сипатталатын жағдайларда бақ шаруашылығында органикалық биологиялық белсенді препараттарды қолдану болашағы зор бағыт болып табылады. Бұл мақалада Агрофлорин, Al Karal және Биосок Energy плюс препараттарының Голден Делишес сортының алма ағашына биометриялық көрсеткіштерге әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Эксперимент барысында өркендердің ұзындығы, бұтақтардың диаметрі, жапырақ бетінің ауданы және фотосинтез бен болашақ өнімділікке тікелей байланысты басқа да морфологиялық белгілер бағаланды.

Алынған нәтижелер органикалық биологиялық белсенді заттардың метаболикалық процестерді жақсартатынын, вегетативті мүшелердің өсуін белсендіретінін және жапырақ бетінің қалыптасуына оң ықпал ететінін көрсетті. Ең жоғары тиімділік «Агрофлорин» мен «Биосок Energy плюс» препараттары қолданылғанда байқалды. Қосымша жүргізілген салыстырмалы талдау ағаштарды биопрепараттармен өңдеу өсімдіктердің үйлесімді дамуына ықпал ететінін, олардың физиологиялық белсенділігін арттыратынын және аймақтың қолайсыз климаттық жағдайларына бейімделуін жақсартатынын дәлелдеді. Айқындалған заңдылықтар органикалық биостимуляторлардың

дәстүрлі агрохимикаттарға тиімді балама бола алатынын, сондай-ақ қоршаған ортаға түсетін жүктемені азайтатынын көрсетеді.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері органикалық биостимуляторларды қолданудың жеміс шаруашылығында болашағы зор екенін дәлелдеп, оларды Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы бақ шаруашылығында агротехникалық іс-шаралар жүйесіне енгізуді ұсынады.

Түйінді сөздер: алма ағашы, биопрепараттар, жапырақ беті, биометрия, органикалық егіншілік, Голден Делишес, Қазақстанның оңтүстік-шығысы.

THE EFFECT OF MINERAL AND ORGANIC BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON THE BIOMETRIC INDICATORS AND LEAF SURFACE AREA FORMATION OF APPLE TREES IN THE SOUTH-EASTERN KAZAKHSTAN

Zhapparova A.A.* – Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the Department of soil science, agrochemistry and ecology, Kazakh National Agrarian Research University NJSC, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Maulenova S.S. – PhD student of the Department of soil science, agrochemistry and ecology, Kazakh National Agrarian Research University NJSC, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Aissakulova Kh.R. – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Agrochemistry Laboratory, Kazakh Research Institute of Horticulture LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Vassilina T.K. – PhD, Associate Professor of the Department of soil science, agrochemistry and ecology, Kazakh National Agrarian Research University NJSC, Almaty, Republic of Kazakhstan.

In the conditions of southeastern Kazakhstan, characterized by an arid climate and the need for irrigation, the use of organic bioactive agents in horticulture represents a promising direction. The article presents the results of a study on the effects of the Agroflorin, Al Karal, and Biosok Energy Plus preparations on the biometric parameters of the Golden Delicious apple cultivar. The experiment assessed such biometric characteristics as shoot length, branch diameter, leaf surface area, and other morphological traits directly related to photosynthesis intensity and future yield.

The results showed that the application of organic bioactive substances improves metabolic processes, stimulates the growth of vegetative organs, and positively influences leaf surface development. The most significant effects were observed with the use of Agroflorin and Biosok Energy Plus. Additionally, a comparative analysis confirmed that the treatment of trees with biopreparations contributes to more harmonious plant development, enhances their physiological activity, and improves adaptation to the stressful climatic conditions of the region. The identified patterns indicate that organic biostimulants can serve as an effective alternative to traditional agrochemicals, reducing environmental load.

Overall, the study confirmed the promising potential of applying organic biostimulants in fruit growing and supports their introduction into the system of agrotechnical practices for the sustainable development of horticulture in the South-Eastern Kazakhstan.

Key words: apple tree, biopreparations, leaf surface, biometrics, organic farming, Golden Delicious, South-Eastern Kazakhstan.

Введение. В современных условиях устойчивого развития агропромышленного комплекса особую актуальность приобретает разработка биологических систем земледелия. Это обусловлено усилением техногенного давления на агроэкосистемы и нарастающими глобальными климатическими изменениями [1, с. 416]. Основу таких систем составляет активное применение природных биологических ресурсов и механизмов в агропроизводстве [2, с. 180, 3, с. 65, 4, с. 6].

Внедрение методов биологизации в растениеводство способствует не только улучшению экологического состояния агроландшафтов, но и повышению плодородия почв, урожайности сельскохозяйственных культур, а также общей экономической эффективности отрасли [5, с. 44-47]. Практика применения биологизированных приёмов в различных регионах России подтвердила их высокую эффективность [6, с. 17, 7, с. 10, 8 с. 34, 9, с. 6, 10, с. 11]. Ключевым направлением в биологизации земледелия является внедрение приёмов, направленных на сохранение и повышение плодородия почв, активизацию их биологической активности, а также снижение негативных последствий различных форм деградации почвенного покрова [11, с. 28-34]. Одним из перспективных подходов считается использование методов, способствующих накоплению биологического азота, образованию перегноя и синтезу гумуса, что обеспечивается за счёт микробиологической мобилизации питательных элементов. Эффективная реализация этих задач требует рационального сочетания биологических методов мелиорации с элементами химизации, что предполагает разработку устойчивых приёмов окультуривания почв. Такие методы должны обеспечивать продолжительное положительное воздействие на почвенную биоту и растениеводческие системы в условиях антропогенной нагрузки [12, с. 10-17].

В условиях глобальных климатических изменений, интенсивного использования химических удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве, особенно в районах с орошаемыми землями, всё более

актуальными становятся вопросы экологии, устойчивости сельского хозяйства и восстановления естественного плодородия почв. На фоне растущих требований к экологической чистоте продукции и безопасному производству, возрастающая роль органических и биологических удобрений становится очевидной. Важным направлением является создание технологий, которые бы способствовали восстановлению и поддержанию естественного плодородия почв, одновременно обеспечивая высокое качество сельскохозяйственной продукции [13, с 160]. В этой связи особое внимание уделяется исследованию воздействия органических биологических активных веществ, способствующих улучшению агрохимических свойств почвы, а также эффективному использованию её природного потенциала. Одним из ключевых элементов устойчивого сельского хозяйства является оптимизация питания растений с использованием органических и биологических удобрений. Применение таких удобрений способствует не только улучшению структуры почвы и её биологической активности, но и формированию более здоровых, продуктивных растений, что особенно важно в условиях регионов с засушливым климатом, таких как юго-восток Казахстана. Проблемы эрозии почвы, деградации и потери плодородия актуальны для данного региона, где традиционно используется интенсивная система орошения [14, с 6-10]. Следовательно, устойчивое использование почвенных ресурсов и применение альтернативных подходов в агротехнологиях становятся необходимыми для повышения долгосрочной продуктивности сельского хозяйства. Исследования, проведенные в Помологическом саду РФ «Талгар» Института Плодоводоводства и виноградарства в 2022 году, направлены на оценку влияния различных типов удобрений, как минеральных, так и органических, на биометрические показатели яблони сорта Голден Делишес. Эти исследования особенно актуальны для юго-востока Казахстана, где яблоня является одной из ключевых культур в плодово-овощеводстве. Площадь листовой поверхности является важнейшим показателем здоровья растений, так как от неё зависит интенсивность фотосинтеза и, соответственно, продуктивность растения. Взаимосвязь между типом удобрения и ростовыми процессами яблоневых деревьев имеет ключевое значение для разработки устойчивых агротехнологий [15, с 41-47].

Новизна представленного исследования заключается в разработке технологии биологизации почвы, направленной на восстановление её естественного плодородия с использованием органических удобрений и биопрепаратов. Основной целью является получение высококачественной органической сельскохозяйственной продукции при минимальном воздействии на почвенную экосистему, что невозможно без применения органических веществ, которые способствуют улучшению её структуры и биологической активности. В отличие от традиционных методов удобрения, предлагаемые органические удобрения Агрофлорин, «БиоСок Energy плюс» и Alkaral являются природоподобными продуктами, которые не содержат химических веществ, антибиотиков, пестицидов или технологий генной инженерии. Эти биопрепараты помогают растениям получать необходимое количество макро- и микроэлементов и улучшать фотосинтетическую активность без ущерба для экосистемы. Данная работа является важным вкладом в развитие практики органического сельского хозяйства в Казахстане, где в последние годы активно обсуждается переход на экологически безопасное сельское производство. Применение органических биопрепаратов в сочетании с рациональными агротехнологиями может значительно повысить качество и продуктивность сельскохозяйственных культур, снизив нагрузку на экосистему, что особенно актуально для регионов с ограниченными водными ресурсами и эрозийной уязвимостью почвы [16, с 6-13]. Эффект от органических биологически активных веществ зависит от вида препарата, его концентрации, сроков обработки, продолжительности и направленности действия, почвенных условий и, главное, от обеспеченности растений достаточным питанием. Необходимо создать систему применения удобрений, которая бы способствовала сохранению почвенного плодородия, её воспроизводству [17, с 177]. В последние годы в Казахстане большое внимание стали уделять проблемам адаптивной интенсификации растениеводства, предусматривающей его максимальную биологизацию, экологизацию и снижение энергозатрат. Это связано с экологической ситуацией в республике.

Работа выполнена в рамках целевой научно-технической программы (IRN BR10764907) «Разработка технологий ведения органического сельского хозяйства по выращиванию, цифровизации и экспорту сельскохозяйственных культур с учетом специфики регионов».

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в помологическом саду Республиканского филиала «Талгар» ТОО «Казахский НИИ плодовоощеводства», расположенных в предгорной зоне юго-востока Казахстана на высоте 1050-1100 м (н.у.м.). Климат региона резко континентальный, отличается большими суточными и годовыми колебаниями температуры воздуха, характеризуется холодной зимой и продолжительным жарким летом. Продолжительность теплого периода – 240-275 дней. Сумма положительных температур – 3450-37500С. Средняя продолжительность безморозного периода – 140-170 дней. Годовое количество осадков – 350-600 мм. Метеоусловия в годы исследований (2022-2023 гг.) существенно отличались от среднесуточных показателей. Почва участка — светло-каштановая, по гранулометрическому составу среднесуглинистая, слабощелочная (рН 7,3–7,4), с содержанием гумуса 2,82 %, общего азота 0,18-0,20 %, валового фосфора 0,19-0,20 %, подвижного фосфора 30-40 мг/кг и обменного калия 350-390 мг/кг.

Цель исследований. Разработать органическую систему применения удобрений под плодовые культуры, оценить и выявить наиболее эффективные виды биоорганических удобрений для использования в производстве органического плодоводства. Объекты исследований: яблоня сорта Делишес, биоорганические, минеральные удобрения, биопрепараты.

Материалы исследований: Alkaral, Агрофлорин, Биосок Energy плюс, Биогумус, минеральные удобрения. За вегетационный период на 5 учетных деревьях проведены такие учеты и наблюдения, как вегетативный рост яблони: диаметр штамба, площадь листовой поверхности, прирост однолетних побегов, подсчет количества кольчаток. Диаметр штамба деревьев измеряли с помощью штангенциркуля на высоте 20-25 см от поверхности почвы, ежегодно осенью, после окончания вегетации.

Исследования проводились по общепринятым методикам: методика опытного дела (под ред., Доспехова Б.А. 1985) [18, с 17-19]; Методические рекомендации Казахского НИИ плодоводства и виноградарства, ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина, методика агрохимических исследований (Юдин Ф.А., 1980); методические рекомендации «Переход от традиционного к биоорганическому земледелию в Республике Беларусь» (под общ. ред. К.И.Довбана; Минск, 2015) [19, с 427-428].

Варианты удобрений:

- Контроль (без удобрений);
- N110P110K120 (рекомендованная доза);
- Агрофлорин (2,5 мл/л воды, 4 обработки за сезон);
- Al Karal (300 мл/50 л воды, 4 обработки);
- Биосок Energy плюс (300 мл/5 л воды + 400 г под корень, 4 обработки);
- Биогумус 3 т/га.

Перед посадкой саженцы замачивались в растворах биопрепаратов, далее препараты вносились один раз в прикорневую зону, дважды базально и дважды опрыскиванием по листу. Каждый вариант был заложен в трехкратной повторности, схема посадки яблоневого сада – 5 × 2 м. Удобрения вносились в соответствии с рекомендациями производителей и агрономическими требованиями для южных регионов Казахстана. Условия полива на участке сада-полигона: периодические поливы нормой, равной дефициту водопотребления за период до снижения критической влажности почвы не ниже 70% от НВ.

Биометрические показатели включали:

- Длину побега, м
- Диаметр побега, см
- Количество листьев, шт.
- Площадь одного листа, см²
- Общую площадь листовой поверхности, дм²

Результаты и обсуждение. Изучение биометрических показателей играет ключевую роль в оценке физиологического состояния растений, их реакции на агротехнические приемы и эффективность применения различных удобрений. Биометрические параметры, такие как высота растения, диаметр ствола, количество и длина побегов, а также площадь листовой поверхности, отражают интенсивность роста, накопление вегетативной массы и потенциальную продуктивность культур. Анализ этих показателей позволяет оперативно выявить адаптационные возможности растений к внешним условиям среды, в том числе к уровню обеспеченности элементами питания, влагообеспеченности и температурным режимам.

Особое значение биометрические исследования приобретают при сравнительной оценке действия минеральных и органических биологически активных веществ. Они позволяют не только зафиксировать общую динамику роста, но и выявить оптимальные условия для максимальной реализации генетического потенциала культуры. В условиях Юго-Востока Казахстана, где природно-климатические факторы ограничивают продуктивность плодовых растений, данные показатели служат важным критерием при подборе эффективных методов питания и адаптивных агротехнологий.

Анализ полученных данных свидетельствует о выраженном влиянии применяемых минеральных и органических биологических удобрений на основные биометрические показатели яблони сорта Голден Делишес. Особенно значимые различия были зафиксированы в таких параметрах, как длина однолетнего побега, количество листьев и общая площадь листовой поверхности, что напрямую связано с интенсивностью. В контрольном варианте (без удобрений) растения имели наиболее низкие показатели по всем параметрам. Длина побега составила 1,82 см, количество листьев – 47,33 шт., а суммарная площадь листьев – всего 37,33 см². Эти результаты можно считать базовыми и использовать для сравнения с эффектами от применения удобрений. Низкие показатели объясняются отсутствием дополнительного питания и стимуляции, что в условиях орошаемых, но среднеобеспеченных элементами питания почв ограничивает ростовые процессы.

Таблица 1 – Результаты биометрических измерений яблони сорта Голден Делишес

Вариант опыта	Диаметр ствола, см	Длина побега, см	Кол-во листьев, шт	Сред. площадь листа, см ²	Общая площадь листьев, см ²
Контроль	1,63	1,82	47,33	2,86	37,33
Минеральные NPK	1,70	1,85	52,00	2,90	43,68
Агрофлорин	1,49	1,61	53,00	2,52	41,67
Alkaral	1,40	1,67	49,33	2,62	39,67
Биосок Energy плюс	1,77	1,70	51,33	2,36	45,33
Биогумус	1,68	1,75	50,00	2,80	42,00

Препарат «Агрофлорин», применяемый в концентрации 2,5 мл/л воды в 4-х кратной обработке, показал уверенное стимулирующее воздействие на рост яблони. Несмотря на относительно меньший диаметр ствола (1,49 см) и длину побега (1,61 см), этот вариант отличался максимальным количеством листьев – 53 шт. Общая площадь листьев составила 41,67 см², что выше контрольного значения на 11,6 %. Это говорит о потенциальной роли «Агрофлорина» в усилении листообразования и активации фотосинтетического аппарата.

Применение биопрепарата «Alkaral» обеспечило прирост биометрических показателей по сравнению с контролем, но в меньшей степени, чем в других вариантах. При диаметре ствола 1,40 см и длине побега 1,67 см количество листьев составило 49,33 шт., а суммарная площадь – 39,67 см². Эти данные свидетельствуют о положительном, но умеренном влиянии препарата. Возможно, причина в менее выраженной биостимулирующей активности или особенностях взаимодействия препарата с почвой и сортом растения. Тем не менее, по всем параметрам вариант с «Alkaral» превзошёл контроль.

Наиболее высокие показатели были получены при применении препарата «Биосок Energy плюс», который показал комплексное воздействие на ростовые процессы. Длина побега составила 1,70 см, при этом диаметр ствола оказался самым высоким – 1,77 см. Количество листьев достигло 51,33 шт., а суммарная площадь листовой поверхности составила 45,33 см², что является наибольшим показателем среди всех вариантов. Увеличение площади листьев на 21,4 % по сравнению с контролем подчёркивает высокую эффективность этого препарата в условиях светло-каштановых почв юга Казахстана. Вероятно, «Биосок» способствует активной стимуляции метаболизма, усиленному клеточному делению и росту тканей листа. Внесение органического удобрения биогумус в дозе 3 т/га также оказало положительное влияние. Диаметр ствола составил 1,68 см, длина побега – 1,75 см, количество листьев – 50 шт., а общая площадь листьев – 42,00 см². Эти показатели уверенно превышают контроль и приближаются к результатам минерального питания. Биогумус обогащает почву гуминовыми веществами, улучшает структуру почвы, активизирует почвенную микрофлору, что способствует более благоприятным условиям для роста растений.

Таблица 2 – Фотосинтетическая активность листьев яблони сорта Голден Делишес в зависимости от вариантов удобрений

Вариант опыта	Чистая продуктивность фотосинтеза (мг CO ₂ /дм ² /ч)	Плотность хлорофилла a+b (мг/г сырой массы)
Контроль	5,3	1,42
Минеральные NPK	6,8	1,83
Агрофлорин	6,2	1,76
Alkaral	5,9	1,68
Биосок Energy плюс	7,1	1,92
Биогумус	6,6	1,80

Анализ данных по фотосинтетической активности листьев яблони сорта Голден Делишес показал существенные различия между вариантами удобрений. Наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) была зафиксирована у растений, обработанных биологическим препаратом Биосок Energy плюс – 7,1 мг CO₂/дм²/ч. Это свидетельствует о высокой интенсивности фотосинтетических процессов, что обеспечивает более активное накопление органических веществ и, как следствие, положительно влияет на рост и развитие растений.

Сравнимый результат продемонстрировал вариант с внесением минеральных удобрений NPK (6,8 мг CO₂/дм²/ч), что подтверждает эффективность традиционного минерального питания в повышении физиологической активности листьев. Несколько ниже, но также высокие значения были отмечены при применении Биогумуса (6,6 мг CO₂/дм²/ч) и Агрофлорина (6,2 мг CO₂/дм²/ч), что указывает на благоприятное влияние органических удобрений на фотосинтетическую функцию растений.

В вариантах с Alkaral (5,9 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2/\text{ч}$) и контрольным (без удобрений – 5,3 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2/\text{ч}$) уровень фотосинтетической активности был наименьшим. Особенно стоит отметить, что в контрольном варианте показатели ЧПФ были самыми низкими, что демонстрирует зависимость интенсивности фотосинтеза от поступления питательных веществ и стимулирующих факторов извне.

Параллельно с измерением фотосинтетической активности определялось содержание общего хлорофилла (a + b) в листьях, как показателя физиологического состояния растений. Наибольшее содержание хлорофилла также наблюдалось при использовании Биосока Energy плюс (1,92 мг/г сырой массы) и минеральных NPK (1,83 мг/г), что соответствует высоким значениям ЧПФ. Это подтверждает тесную связь между уровнем хлорофиллового пигмента и интенсивностью фотосинтетических процессов.

Таким образом, данные таблицы 2 демонстрируют, что использование органических и минеральных удобрений, особенно таких как Биосок Energy плюс и минеральные NPK, способствует увеличению фотосинтетической активности растений, улучшая их физиологическое состояние и способствуя более эффективному росту и развитию яблони сорта Голден Делишес.

На основании полученных данных можно сделать следующие обобщения:

- Все варианты с внесением удобрений (как минеральных, так и органических) обеспечили улучшение биометрических показателей яблони по сравнению с контролем.

- Наибольший эффект по суммарной площади листьев и диаметру ствола показал препарат Биосок Energy плюс, что может свидетельствовать о высоком потенциале этого препарата как биостимулятора роста.

- Минеральные удобрения оказали ожидаемо положительное воздействие, но уступили органическим препаратам по ряду физиологических параметров, особенно по фотосинтетической активности, включая чистую продуктивность фотосинтеза и содержание хлорофилла.

- Фотосинтетическая активность растений, обработанных Биосок Energy плюс и минеральными NPK, была наивысшей, что указывает на усиление метаболических процессов и повышение физиологической активности листьев.

- Биогумус показал стабильную эффективность как по биометрическим, так и по фотосинтетическим параметрам, что подтверждает его значимость как экологически безопасного источника питания в органическом садоводстве.

- По другим показателям (длина побега, количество листьев, площадь листа) существенных различий между вариантами не выявлено, однако в вариантах с биопрепаратами наблюдается тенденция к увеличению площади листового аппарата и содержанию хлорофилла, что в совокупности способствует более высокой фотосинтетической активности растений.

Закключение. Проведённые исследования по изучению влияния минеральных и органических биологически активных веществ на биометрические показатели и формирование площади листовой поверхности яблони сорта Голден Делишес в условиях светло-каштановых орошаемых почв юго-востока Казахстана позволили получить важные научно-практические результаты.

Экспериментальные данные показали, что применение различных видов удобрений оказывает существенное влияние на рост, развитие и фотосинтетическую активность яблони в условиях умеренного орошения и среднеобеспеченной почвы. При этом наибольшее стимулирующее действие на ростовые процессы, формирование листового аппарата и повышение фотосинтетического потенциала оказали органические биологически активные препараты, особенно Биосок Energy плюс, обеспечивший:

- наибольшую общую площадь листьев;
- максимальный диаметр ствола;
- наивысшую чистую продуктивность фотосинтеза (7,1 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2/\text{ч}$);
- наибольшее содержание хлорофилла (1,92 мг/г сырой массы).

Это свидетельствует о высокой физиологической активности препарата, его способности усиливать метаболизм, фотосинтетические процессы и, как следствие, потенциальную продуктивность растений.

Минеральные удобрения ($\text{N}_{110}\text{P}_{110}\text{K}_{120}$), применяемые в рекомендуемых дозах, также показали положительное влияние на ростовые и физиологические параметры, особенно по таким показателям, как длина побега, количество листьев и фотосинтетическая активность (6,8 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2/\text{ч}$), однако по ряду критериев уступили органическим препаратам.

Биогумус, как органическое удобрение, демонстрировал стабильное положительное воздействие как на биометрические, так и на физиологические характеристики растений, подтверждая целесообразность его применения в органических системах садоводства.

Таким образом, на основании проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

1. Все варианты удобрений положительно влияли на биометрические и физиологические показатели растений по сравнению с контролем.

2. Наиболее выраженный ростовой и физиологический эффект наблюдался при использовании препарата Биосок Energy плюс, что делает его перспективным для внедрения в технологии органического садоводства.

3. Препараты Агрофлорин и Alkaral показали устойчивое положительное действие, способствуя увеличению листовой массы и стабильному вегетативному развитию.

4. Минеральные удобрения обеспечивают прогнозируемую прибавку, в том числе по фотосинтетической активности, но могут быть эффективно заменены или дополнены органическими биопрепаратами при переходе к экологически ориентированному земледелию.

5. Полученные данные подтверждают целесообразность внедрения биопрепаратов в системы выращивания плодовых культур для повышения устойчивости, физиологической активности и экологичности садоводческого производства в условиях юго-востока Казахстана.

Результаты данной работы могут быть использованы при разработке технологических карт по органическому возделыванию плодовых культур, в научных обоснованиях агротехнологий и при дальнейшем изучении механизмов действия биологически активных веществ на морфофизиологическое развитие плодовых растений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Ильченко, А.В. Экологические проблемы земледелия** [Текст] / А.В. Ильченко // Проблемы современной экономики. – 2015. – №23. – С.97-102.
2. **Башкин, В.Н. Современные проблемы биологизации земледелия** [Текст] / В.Н. Башкин // Жизнь Земли. – 2022. – №2. – С.180-191.
3. **Соколов, Н.А., Дьяченко, О.В., Бабьяк, М.А. Тенденции биологизации земледелия Брянской области** [Текст] / Н.А. Соколов, О.В. Дьяченко, М.А. Бабьяк // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №2. – С.65-73.
4. **Долгополова, Н.В., Малышева, Е.В., Нагорных, А.А., Воронина, А.А., Ковынев, Б.М. Основа биологизации земледелия сельскохозяйственных агроландшафтов** [Текст] / Н.В. Долгополова, Е.В. Малышева, А.А. Нагорных, Б.М. Воронина, Б.М. Ковынев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №7. – С.6-11.
5. **Ловчиков, А.П., Ловчиков, В.П., Поздеев, Е.А. Биологизация земледелия в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур** [Текст] / А.П. Ловчиков, В.П. Ловчиков, Е.А. Поздеев // МНИЖ. – 2016. – №1-2(43). – С.44-47.
6. **Чарков, С.М. Биологизация земледелия республики Хакасия – стратегический путь развития** [Текст] / С.М. Чарков // Вестник ХГУ им. Н.Ф. Катанова. – 2015. – №11. – С.17-19.
7. **Вихорева, Г.В., Шишкина, С.В. Влияние приемов биологизации на повышение плодородия почв Верхневолжья** [Текст] / Г.В. Вихорева, С.В. Шишкина // Владимирский Земледелец. – 2022. – №2. – С.10-13.
8. **Зезин, Н.Н., Намятов, М.А., Постников, П.А., Зубарев, Ю.Н. Оценка эффективности факторов биологизации в земледелии Уральского региона** [Текст] / Н.Н. Зезин, М.А. Намятов, П.А. Постников, Ю.Н. Зубарев // Пермский аграрный вестник. – 2019. – №1(25). – С.34-41.
9. **Лукманов, А.А., Гаиров, Р.Р., Каримова, Л.З. Биологизация земледелия – дешевый источник повышения плодородия почв** [Текст] / А.А. Лукманов, Р.Р. Гаиров, Л.З. Каримова // Агрохимический вестник. – 2015. – №2. – С.6-9.
10. **Лукин, С.В. Влияние биологизации земледелия на плодородие почв и продуктивность агроценозов (на примере Белгородской области)** [Текст] / С.В. Лукин // Земледелие. – 2021. – №1. – С.11-15.
11. **Мудрых, Н.М. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия почв Нечерноземной зоны** [Текст] / Н.М. Мудрых // Вестник АГАУ. – 2017. – №9(155). – С.28-34.
12. **Масалов, В.Н., Березина, Н.А., Лобков, В.Т., Бобкова, Ю.А. Управление плодородием почв на основе интенсификации биологических факторов в системах земледелия** [Текст] / В.Н. Масалов, Н.А. Березина, В.Т. Лобков, Ю.А. Бобкова // Вестник ОрелГАУ. – 2021. – №3(90). – С.10-17.
13. **Лобков, В.Т., Абакумов, Н.И., Бобкова, Ю.А., Наполов, В.В. Интенсификация биологических факторов воспроизводства плодородия почвы в земледелии: монография** [Текст] / В.Т. Лобков, Н.И. Абакумов, Ю.А. Бобкова, В.В. Наполов. – Орёл: Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2016. – 160 с.
14. **Дудкин, И.В., Дудкина, Т.А. Биоэнергетическая оценка факторов биологизации земледелия** [Текст] / И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №2. – С.6-10.
15. **Коинова, А.Н. Биологизация земледелия: реалии и перспективы** [Текст] / А.Н. Коинова // АгроФорум. – 2019. – №7. – С.41-47.
16. **Алеиник, С.А. Земля не терпит равнодушия** [Текст] / С.А. Алеиник // Белгородский агромир. – 2017. – №3(105). – С.6-13.
17. **Фокин, А.Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле** [Текст] / А.Д. Фокин. – М.: Наука, 1986. – 177 с.
18. **Кузнецов, В.И., Шаульский, Ю.М., Гилязетдинов, Ш.Я. Антистрессовое высокоурожайное земледелие (АВЗ) – биотехнология выращивания сельскохозяйственных культур, как инновационная основа современного земледелия** [Текст] / В.И. Кузнецов, Ю.М. Шаульский, Ш.Я. Гилязетдинов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №5. – С.17-19.

19. Коломиец, Э.И., Романовская, Т.В., Здор, Н.А. Микробные пестициды: теоретические и прикладные аспекты [Текст] / Э.И. Коломиец, Т.В. Романовская, Н.А. Здор // Материалы научной конференции. – Кишинёв, 2004. – С.428-432.

REFERENCES

1. Ilchenko A.V. **E'kologicheskie problemy' zemledeliya** [Environmental challenges of agriculture]. *Problemy' sovremennoj e'konomiki*, 2015, no. 23., pp. 97-102. (In Russian)
2. Bashkin V.N. **Sovremennyy'e problemy' biologizacii zemledeliya** [Modern problems of biological agriculture]. *Zhizn' Zemli*, 2022, no. 2., pp. 180-191. (In Russian)
3. Sokolov N.A., Dyachenko O.V., Babyak M.A. **Tendencii biologizacii zemledeliya Bryanskoj oblasti** [Trends in the biology of agriculture in the Bryansk region]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2021, no. 2., pp. 65-73. (In Russian)
4. Dolgoplova N.V., Malysheva E.V., Nagornyh A.V., Voronina A.A., Kovynev B.M. **Osnova biologizacii zemledeliya sel'skohozyajstvenny'h agrolandshaftov** [The basis of biologization of agriculture of cultivated lands]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2021, no. 7., pp. 6-11. (In Russian)
5. Lovchikov A.P., Lovchikov V.P., Pozdeev E.A. **Biologizaciya zemledeliya v resursosberegayushhih tehnologiyah vozdeleyvaniya zernovy'h kul'tur** [Biologization of agriculture in the resource-saving technologies for grain cultivation]. *Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2016, no. 1–2 (43)6, pp. 44-47. (In Russian)
6. Charkov S.M. **Biologizaciya zemledeliya respubliky Hakasiya – strategicheskij put' razvitiya** [Biologization of arable farming in the republic of Khakassia – strategic course of development]. *Vestnik HGU im. N.F. Katanova*, 2015, no. 11., pp. 17-19. (In Russian)
7. Vihoreva G.V., Shishkina S.V. **Vliyanie priemov biologizacii na povы'shenie plodorodiya pochv Verhnevolzh'ya** [Impact of biologization to increase soil fertility of the Upper Volga]. *Vladimirskij Zemledec*, 2022., no. 2., pp. 10-13. (In Russian)
8. Zezin N.N., Namyatov M.A., Postnikov P.A., Zubarev Yu.N. **Ocenka e'fektivnosti faktorov biologizacii v zemledelii Ural'skogo regiona** [Evaluation of the effectiveness of biologization factors in agriculture of the Ural region]. *Permskij agrarny'j vestnik*, 2019, no. 1 (25), pp. 34-41. (In Russian)
9. Lukmanov A.A., Gairov R.R., Karimova L.Z. **Biologizaciya zemledeliya – deshevyy'j istochnik povы'sheniya plodorodiya pochv** [Agricultural biologization – profitable source for soil fertility improvement]. *Agrohimicheskij vestnik*, 2015, no. 2., pp. 6-9. (In Russian)
10. Lukin S.V. **Vliyanie biologizacii zemledeliya na plodorodie pochv i produktivnost' agrocenozov (na primere Belgorodskoj oblasti)** [Influence of agriculture biologization on soil fertility and productivity of agrocenoses (Belgorod experience)]. *Zemledelie*, 2021, no. 1, pp. 11-15. (In Russian)
11. Mudryh N.M. **Biologizaciya zemledeliya – osnova sohraneniya plodorodiya pochv Nechernozemnoj zony'** [Biologization of agriculture as the basis of soil fertility preservation in the non-chernozem zone]. *Vestnik AGAU*, 2017, no. 9 (155), pp. 28-34. (In Russian)
12. Masalov V.N., Berezina N.A., Lobkov V.T., Bobkova Yu.A. **Upravlenie plodorodiem pochv na osnove intensivizacii biologicheskikh faktorov v sistemah zemledeliya** [Soil fertility management based on intensification of biological factors in the farming systems]. *Vestnik Orel'GAU*, 2021, no. 3 (90), pp. 10-17. (In Russian)
13. Lobkov V.T., Abakumov N.I., Bobkova Yu.A., Napolov V.V. **Intensifikaciya biologicheskikh faktorov vosproizvodstva plodorodiya pochvy' v zemledelii: monografiya** [Intensification of biological factors of soil fertility reproduction in agriculture: monograph]. Orel, Izd-vo FGBOU VO Orlovskij GAU, 2016 160 p. (In Russian)
14. Dudkin I.V., Dudkina T.A. **Bioenergeticheskaya ocenka faktorov biologizacii zemledeliya** [Bioenergy evaluation of biologization factors of agriculture]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2017, no. 2, pp. 6-10. (In Russian)
15. Koinova A.N. **Biologizaciya zemledeliya: realii i perspektivy'** [Biologization of agriculture: realities and prospects]. *AgroForum*, 2019, no. 7, pp. 41-47. (In Russian)
16. Aleinik S.A. **Zemlya ne terpit ravnodushiya** [The land does not tolerate indifference]. *Belgorodskij agromir*, 2017, no. 3 (105), pp. 6-13. (In Russian)
17. Fokin A.D. **Pochva, biosfera i zhizn' na Zemle** [Soil, biosphere, and life on earth]. Moscow, Nauka, 1986, 177 p. (In Russian)
18. Kuznecov V.I., Shaulskij, Yu.M., Gilyazetdinov Sh.Ya. **Antistressovoe vy'sokourozhajnoe zemledelie (AVZ) – biotekhnologiya vy'rashhivaniya sel'skohozyajstvenny'h kul'tur, kak innovacionnaya osnova sovremennogo zemledeliya** [Anti-stress high-yield agriculture – a biotechnology for the cultivation of crops as an innovative basis of modern agriculture]. *Dostizheniya nauki i tehniki APK*, 2011, no. 5, pp. 17-19. (In Russian)

19. Kolomiec E.I., Romanovskaya T.V., Zdor N.A. *Mikroby'e pesticidy': teoreticheskie i prikladny'e aspekty'* [Microbial pesticides: theoretical and applied aspects]. *Materialy' nauchnoj konferencii*, Chisinau, 2004, pp. 428-432. (In Russian)

Сведения об авторах:

Жаппарова Айгул Абсултановна* – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, пр. Абая 8, тел.: +7707746 0060, e-mail: aigul7171@inbox.ru.

Мауленова Салтанат Сабыржановна – докторант кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, e-mail: maulenova50@gmail.com.

Айсакулова Хайырниса Рамазановна – к.б.н., доцент, заведующая лабораторией агрохимии, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства, Республика Казахстан, 050060, г. Алматы, пр. Гагарина 238/5, тел.: +77017261870, e-mail: hairinissa@mail.ru.

Василина Турсунай Кажымуратовна – PhD, ассоциированный профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, Алматы, пр. Абая 8, тел.: +77073363368, e-mail: v_tursunai@mail.ru.

Жаппарова Айгул Абсултановна* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Топырақтану, агрохимия және экология кафедрасының профессоры, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абай даңғ, 8. тел +77077460060, e-mail aigul7171@inbox.ru.

Мауленова Салтанат Сабыржановна – «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының докторанты, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050000, Алматы қ., maulenova50@gmail.com.

Айсакулова Хайырниса Рамазановна – биология ғылымдарының кандидаты, доцент, «Агрохимия» зертханасының меңгерушісі, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050060, Алматы қ., Гагарин даңғ, 238/5, +77017261870, hairinissa@mail.ru.

Василина Турсунай Кажымуратовна – PhD, "Топырақтану, агрохимия және экология" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050000, Алматы қ., +77073363368, v_tursunai@mail.ru.

Zhapparova Aigul Absultanovna* – Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the Department of soil science, agrochemistry and ecology, Kazakh National Agrarian Research University NJSC, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, 8 Abai Ave., tel.: +77077460060, e-mail: aigul7171@inbox.ru.

Maulenova Saltanat Sabyrzhannovna – PhD student, Department of soil science, agrochemistry and ecology, Kazakh National Agrarian Research University NJSC, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, e-mail: maulenova50@gmail.com.

Aissakulova Khairnissa Ramazanovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Agrochemistry, Kazakh Research Institute of Horticulture LLP, Republic of Kazakhstan, 050060, Almaty, 238/5 Gagarin Ave., tel.: +77017261870, e-mail: hairinissa@mail.ru.

Vassilina Tursunay Kazhymuratovna – PhD, Associate Professor of the Department of soil science, agrochemistry and ecology, Kazakh National Agrarian Research University NJSC, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, 8 Abai Ave., tel.: +77073363368, e-mail: v_tursunai@mail.ru.

IRSTI 68.35.47

UDC 633.2.033.289.1

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531149>

CONDITIONS OF THE VERTICAL SOIL ZONALITY IN PHYTOCENOSSES IN THE SOUTH-EASTERN KAZAKHSTAN

Issayeva Zh.B.* – PhD, Associate Professor of the Department of engineering and industrial technologies, Innovative University of Eurasia LLP, Pavlodar, Republic of Kazakhstan.

Ansabayeva A.S. – PhD, Associate Professor of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Sarsembayeva A.Sh. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of biology, Kazakh National Women's Teacher Training University NLC, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Zhapparova A.A. – Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the Department of soil science, agrochemistry and ecology, Kazakh National Agrarian Research University NLC, Almaty, Republic of Kazakhstan.

One of the key priorities in the development of the country's agro-industrial complex is the management of pasture resources, with a particular emphasis on their rational use. In Kazakhstan, characterized by its arid climate, there are two main approaches to pasture irrigation. The first relies on open water sources (streams, springs, rivers, and lakes), which can supply only 30–32 million hectares of pastureland (1/5 of the total area). The second involves the extraction and delivery of groundwater to the surface through engineering structures located near settlements.

The regulation of pasture use is particularly critical in Zhambyl region, where agricultural land covers more than 4.5 million hectares, 65% of which (2.9 million hectares) are pastures. Notably, over 5,000 agricultural entities in the region possess pastureland but keep no livestock, while most livestock is owned by the rural population, who in turn lack access to pastures. Against this background, this study aimed to develop scientific approaches to the rational use of pasture resources, using the example of remote grazing in the Kordai district of the Zhambyl region. The research was carried out on the land of the Batyr peasant farm. Its pastures are divided into five independent plots located across three geographical zones: foothill-steppe (950 ha), foothill dry steppe (1,370 ha), and foothill semi-desert (1,880 ha), with a total area of 4,200 ha.

Key words: degradation, rotation, vertical (altitudinal) zonality, natural zone, soil moisture, yield, animals.

ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ФИТОЦЕНОЗДАРЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚТЫҢ ТІК АЙМАҚТЫЛЫҒЫНЫҢ ШАРТТАРЫ

Исаева Ж.Б.* – PhD, қауымдастырылған профессор, Инженерлік және өнеркәсіптік технологиялар кафедрасы, «Инновациялық Еуразия университеті» ЖШС, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы.

Ансабаева А.С. – PhD, қауымдастырылған профессор, Агрономия кафедрасы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КеАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Сарсембаева А.Ш. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Биология» кафедрасының аға оқытушысы, «Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті» КеАҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Жаппарова А.А. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор, Топырақтану, агрохимия және экология кафедрасы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Елдегі агроөнеркәсіптік кешенді дамытудың маңызды бағыттарының бірі жайылымдық табиғатты басқару болып табылады, әсіресе оларды ұтымды пайдалану басым бөлігі болып табылады. Қазақстанда климаты құрғақ ел ретінде жайылымдарды суарудың екі тәсілі бар. Бірінші тәсіл – ашық көздерді (бұлақтар, бастаулар, өзендер, көлдер) осы тәсілдің көмегімен табиғи су көздері 30–32 млн га жайылымды (жайылымдардың барлық аумағының 1/5) ғана қамтамасыз ете алады. Екінші тәсіл – жер асты суларын жер бетіне елді мекенге жақын инженерлік құрылыстармен тасымалдау.

Жайылымдарды пайдалануды реттеу әсіресе Жамбыл облысында маңызды, онда ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің жалпы ауданы 4,5 млн гектардан асады, оның ішінде жайылымдар 65% – 2,9 млн гектарды құрайды.

Өңірде жайылымы бар, бірақ үй малы жоқ 5 мыңнан астам ауыл шаруашылығы құрылымдары бар. Бұл ретте малдың басым бөлігіне ие облыс халқының жайылымы жоқ.

Осыған байланысты осы зерттеулердің мақсаты Жамбыл облысының Қордай ауданында мал жаю әдісінің мысалында жайылымдық ресурстарды ұтымды пайдалану жөніндегі ғылыми тәсілдерді әзірлеу болды.

Зерттеулер «Батыр» шаруа-фермер қожалығының жерлерінде жүргізілді. Ол жердің жайылымдары үш географиялық аймақта орналасқан және бес дербес телімдерден тұрады: тау бөктерлі-далалық (950 га), тау бөктерлі-құрғақ далалық (1370 га) және тау бөктерлі-шөлейтті (1880 га). Бұл шалғай жайылымдардың жалпы ауданы 4,200 гектарды құрайды.

Түйінді сөздер: тозу, айналым, тік (биіктік) аймақтылық, табиғи аймақ, топырақтың ылғалдылығы, өнімділік, жануарлар.

УСЛОВИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ПОЧВ В ФИТОЦЕНОЗАХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Исаева Ж.Б.* – PhD, ассоциированный профессор кафедры инженерии и промышленных технологий, ТОО «Инновационный Евразийский университет», г. Павлодар, Республика Казахстан.

Ансабаева А.С. – PhD, ассоциированный профессор кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Сарсембаева А.Ш. – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры биологии, НАО «Казахский национальный женский педагогический университет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Жаппарова А.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, НАО «Казахский Национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Одним из важнейших направлений развития агропромышленного комплекса в стране является управление пастбищной природы, приоритетной частью является их рациональное использование. В Казахстане, как стране с сухим климатом, есть два способа полива пастбищ. Первый способ – использование открытые источники (ручьи, родники, реки, озера) с помощью данного способа природные водоисточники могут обеспечить лишь 30-32 млн га пастбищ (1/5 всей территории пастбищ). Второй способ – транспортировка подземных вод на поверхность инженерными сооружениями вблизи населенного пункта.

Регулирование использования пастбищ особенно важно в Жамбылской области, где общая площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет более 4,5 млн га, из них пастбища занимают 65% – 2,9 млн га.

В регионе насчитывается более 5 тысяч сельскохозяйственных образований, имеющих пастбища, но не имеющих домашнего скота. При этом население области, владеющее большей частью скота, не имеет пастбищ.

В связи с этим целью данных исследований была разработка научных подходов по рациональному использованию пастбищных ресурсов, на примере метода дистанционного выпаса скота, в Кордайском районе Жамбылской области.

Исследования проводились на землях крестьянско-фермерского хозяйства «Батыр». Пастбища состоят из пяти самостоятельных участков, которые расположены на трёх географических зонах: предгорно-степной (950 га), предгорно-сухостепной (1370 га) и предгорно-полупустынной (1880 га). Общая площадь этих отдаленных пастбищ составляет 4,200 га.

Ключевые слова: деградация, ротация, вертикальная (высотная) зональность, природная зона, влажность почвы, урожайность, животные.

Introduction. The area of natural forage lands of the Republic of Kazakhstan is 188 million ha, it is the national heritage of the country. The largest per capita forage area is believed to be Kazakhstan, followed by Australia, Canada, Russia, Argentina, the United States and other countries [1, p.5].

According to the data of the Agency of the Republic of Kazakhstan, a total of 27.1 million hectares of pastures are moderately and severely degraded. In zonal aspect the destruction of pasture ecosystems is observed to a greater extent in the plain part, where more than 95% of all degraded pastures are located, including desert and semi-desert zones – 16.1 million ha or 60% of their area. Pasture run-down is the main consequence of changing ecological conditions and irrational human economic activity. It is manifested in the loss of valuable fodder plant species from the grass stand and their replacement by weedy, non-digestible and annual species [2, p.55, 3, p.37].

The consequence of forage lands' degradation is catastrophic for graziery and ecological condition. First, the degradation of forage lands affects the productivity of pastures. Excessive grazing of phytomass by cattle, have negative effect for the ability of phytocenoses to seed renewal, especially before the completion of the stage of seed maturation. The compaction of the root layer because of trampling by cattle greatly complicates the vegetation of the dominant steppe phytocenoses of plants of the cereal family, which is associated with the spongy type of their root systems. Accordingly, the decline of root mass and the depth of the root system penetration weaken the drought resistance of plants dramatically. Meanwhile, plants of other families with a rod-shaped root structure, for which high soil density is not a limiting factor of their growth and development, may receive benefits, but they have little feed value. All these factors affect the qualitative and quantitative indicators of pasture mass.

The decrease in pasture productivity affects the lack of feed directly. Approximately 11 million cattle are brought to pastures each year. According the Draft law on improvement of pasture infrastructure in Kazakhstan, the daily consumption of per animal is 35 kilograms of feed, and grazing time is 180 days per year. So one animal needs about 6.3 tons of dry mass, but now this figure does not exceed 4.6 tons. The shortage of hay is 30% per animal.

Secondly, the degradation of pastures not only leads to a decrease in gross forage, but also causes the formation of large foci of wind erosion. The soil areas that are trampled by cattle and stripped of vegetation are exposed to increasing winds, which leads to soil decomposition and transfer. Then a more global environmental problem occurs – desertification.

About 75% of the country's territory is exposed to an increased risk of environmental disaster, and the most seriously degraded has been pastures adjacent to rural settlements and wells. 26.6 million ha of degraded pastures in the Republic are estimated by the extreme degree of desertification.

According to the analysis of scientific research, to date there is no single definition of land degradation, but the processes of deterioration of land properties and reduction of its productive capacity play a predominant role in it. Rules for the rational use of agricultural landscapes define degradation as a decrease in the fertility of land caused by agricultural activity, leading to a reduction in its natural and economic significance [4].

According to the data of the Committee for Land Resources Management of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan as of 01.11.2023, the land fund of the Zhambyl region is 11,938.2 thousand hectares. Changes that occurred in the areas of land categories in 2023 are explained by the transfer of lands from one category to another in connection with the provision of land plots for various purposes and clarification of their areas as a result of ongoing inventory and clarification of lands [5].

Information on distribution of utilized lands by categories in the Zhambyl region for 2022-2023 is presented in Table 1.

Table 1 – Distribution of lands for the Zhambyl region for 2020-2023 by categories, thousand ha

№	Land category	2020	2021	2022	2023
1	Agricultural land	4705,3	4693,0	4675,8	4661,6
2	Land of settlements	464,9	672,2	842,2	842,2
3	Lands of industry, transport, communication, defense and other non-agricultural purposes	174,7	175,0	174,9	176,2
4	Lands of specially protected natural territories	11,6	11,6	11,6	11,6
5	Lands of the forest fund	4429,0	4429,1	4429,1	4429,1
6	Water fund lands	356,1	356,1	356,1	356,3
7	Reserve lands	1796,5	1601,2	1448,5	1461,2
Total		11 938,1	11 938,2	11 938,2	11 938,2

*Source: Committee on Land Resources Management of the Ministry of Agriculture of the RK

The changes in the areas of land categories in 2022 are explained by the transfer of lands from one category to another, in connection with the provision of land plots for various purposes and clarification of their areas as a result of ongoing inventories and clarification of lands. Thus, the total area of lands of residential settlements increased by 170 thousand hectares at the expense of agricultural lands and reserve lands with the expansion of the borders of rural settlements to meet the needs of the population in pasture lands.

The **purpose** of the research is to develop scientific approaches to the rational use of pasture resources, using the example of remote grazing in the Kordai district of the Zhambyl region.

Research objectives:

- 1) Assessment of the impact of year-round grazing on agroecological indicators of pastures;
- 2) Comparative characteristics of pastures in terms of productivity and feed quality;
- 3) Evaluate the effectiveness of seasonal and intra-seasonal crop rotation in the use of pastures in terms of ecological and economic sustainability

Research methods.

The research was carried out on the lands of the Batyr peasant farm. Pasturelands of the farm consist of five independent sites, which are located on three geographical zones: foothill-steppe (950 ha), foothill dry steppe (1370 ha) and foothill semi desert (1880 ha). The total area of these distant pastures is 4.200 ha.

Foothill-steppe zone*. The altitude is 1350 meters above sea level, the soil is dark chestnut. Average annual air temperature is +7.4°C Frost-free period – 164 days. Average annual precipitation is 418 mm. Of them for the cold period (XI-III) – 155 mm; for the warm period (IV-X) – 263 mm.

Foothill-dry-steppe zone. The altitude is 1200 meters above sea level, the soil is light chestnut. Average annual air temperature – +7.8°C Frost-free period – 170 days. Average annual precipitation is 320 mm. Of them for the cold period (XI-III) – 120 mm; for the warm period (IV-X) – 200 mm.

Foothill-semi desert zone. The altitude is 800 meters above sea level, the soil is sierozem ordinary. Average annual air temperature – +8.0°C.

Frost-free period – 142 days. Average annual precipitation – 271 mm. Of them for the cold period (XI-III) – 91 mm; for the warm period (IV-X) – 180 mm.

* annual average data from the Kordai weather station, which is located 40 km from our site

Scientific approaches that are presented in this paper show a fundamentally new direction about the recovery of land negative affected by human impact. The research was carried out by the following scheme (Figure 1).

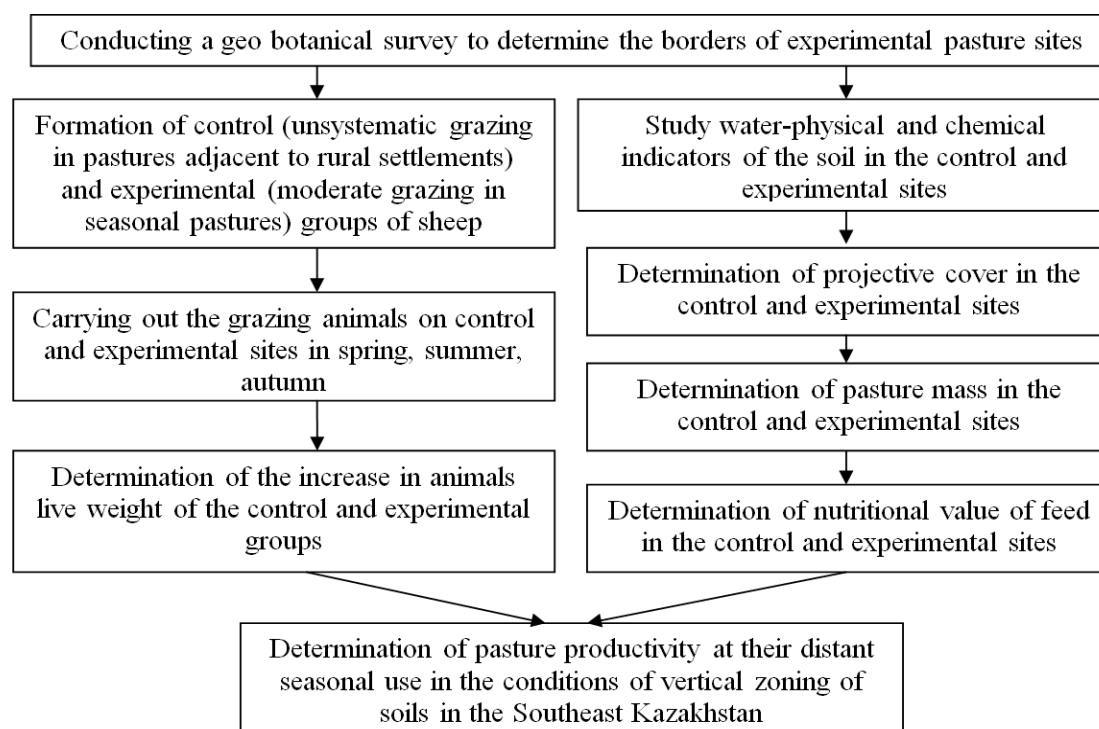


Figure 1 – Scheme of research

The development presented by us is a fundamentally new direction for the restoration of land resources that have undergone negative changes from anthropogenic impact. The studies were carried out in according to the following scheme [6, p.248]. List of completed work on accounting and observations:

1) Determination of the soil water-physical indicators: reserves of productive moisture were determined by thermostatic-weight method. Soil samples used to determine moisture in the field were taken using a special drill, immersing it in the soil to a predetermined depth. The soil samples were selected from each 10 cm of soil layer, then placed in a pre-weighed aluminum cups. In the laboratory, it was weighed on electronic scales with an accuracy of 0.01 g. Then the cups with soil were placed in a drying cabinet and dried to a constant mass at a temperature of 105 °C. Determination of the volume mass of soil was carried out on 4 fixed plots, in layers of 10 cm to the depth of 50 cm [7, p.416]. Determination the soil moisture reserves in 4 points, by drilling up to 0.5 m in 10 cm by thermostatic-weight method according to seasons: spring, summer and autumn in triplicate; determination of green mass yield on specific plots of 10 m² plant outlines for the grazing period [8, p.272, 9, p.13].

The agrochemical soil analysis included: cation-anionic composition of aqueous extract [10], content of humus – by Tyurin [11], content of mobile mineral forms of phosphorus and potassium -in carbon ammonium extract by Machigin (Central Institute of Agricultural Chemical Services) [12], content of nitrates' nitrogen – by ionometric method [13].

2) Measuring the projective cover of plants and weighing the pasture mass of herbage: for each plot, the design coverage is calculated by applying a 'Ramenskij grid' to the grass and by calculating the percentage of filled cells. Determination of the pasture mass was carried out by the Method of accounting for the harvest of yield hayfields and pastures in stationary experiments [14]. Mowing of grass was carried out in a continuous way with a mower which harvesting width was 2.1 m and height – 6-7 cm. Drying, weighing of mowed grass was carried out directly on the sites (10 m²).

3) Determination of nutritional value of feed: determination of the chemical composition of feed by seasons was determined in the laboratory of the "Kazakh Scientific Research Institute of Animal Breeding and Forage Production". That included the definition of content of moisture, crude protein, fat, ash, fiber, phosphorus, calcium, as well as digestible protein, metabolic energy and feed units.

4) Determination of the increase in animals' live weight: measurement of live weight gain of animals was carried out weighing selected animals in control and experimental groups.

The gain of live weight of animals was established by weighing of the 10 sheep from different age groups in the spring and in the autumn. The value of the relativity of mass gain (growth intensity) was calculated by the Schmalhausen and Brody method [15].

5) To conduct a statistical analysis of the experimental data, the methods of the Dospekhov variance analysis [16, p.352] were used using the SNEDECOR program. To calculate the average values and standard errors, the ANOVA software in Microsoft Excel was used, and the significance of probabilities was estimated using the Student t-test [17].

Discussion and results.

Based on the results of geo-botanical studies, distant pastures were divided according to their use time: pastures located in the foothill steppe area should be used in autumn, the foothill dry steppe pastures – in summer, foothill semi desert pastures in spring. In all these remote areas, there was carried out the normalized grazing of experimental animals, where the degree of grazing was less than 70% of the total herbage mass (Figure 2).

On the control site, the projective cover by grass was between 30-35%. In the distant spring pasture, this indicator was at the level of 50-55%, in summer and autumn pastures – 70-80%. At the end of studies, on the distant sites the projective cover increased by 8-10% due to the appearance of young shoots of growing plants, while in the control sites this indicator remained almost unchanged.



Foothill semi-desert zone (control)



Foothill semi-desert zone (spring pasture)



Foothill steppe zone (autumn pasture)



Foothill dry steppe zone (summer pasture)

Figure 2 – Pasture lands of “Batyr” farm

During the work, on selected botanical associations in all geographical areas there were carried out different studies, starting with the measuring of soil moisture, including the determination of pasture mass and ending with the weighing of live weight of animals because of the grazing.

The research we carried out, concerning the determination of the total moisture reserve in soil, showed that all types of pastures in the springtime had a sufficient level of humidity suitable for the initial growth of grasses.

In this context, in the foothill semi desert zone with ordinary grey soil (control), the moisture accumulated in winter and early spring periods is used not only for the growth and development for the grass, but also spent on physical evaporation from the soil surface.

The maximum content of the soil moisture shows the foothill steppe zone with *Poa*, *Onobrychis*, *Festuca*, *Carex*, *Alyssum* plants, compared with other variants of experience, and it is logical. It is because of the fact that in the piedmont-steppe zone more precipitation falls, for the proximity of the mountains, and in the regions located at an altitude of 1350 meters above sea level, snow comes off the surface of pastures only in mid-April (Table 2).

Table 2 – Soil moisture in seasonal pastures, %

Year	Season	Depth of sampling, cm	Pastures according their use			
			Control (all-year grazing) Foothill semi desert	Spring grazing Foothill semi desert	Summer grazing Foothill dry steppe	Autumn grazing Foothill steppe
1 year	spring	0-10	4.8	6.1	10.3	14.1
		10-20	5.2	6.3	10.7	14.1
		20-30	5.2	7.1	11.2	14.1
		30-40	7.3	7.6	11.7	14.7
		40-50	8.6	8.2	12.3	15.5
	summer	0-10	3.7	3.5	5.7	3.0
		10-20	4.3	6.1	7.4	7.4
		20-30	4.7	6.1	9.2	7.9
		30-40	5.3	6.2	9.7	7.7
		40-50	5.6	5.8	8.6	6.3
	autumn	0-10	1.6	2.1	4.1	4.8
		10-20	1.9	2.8	3.2	5.6
		20-30	2.1	3.2	4.6	5.8
		30-40	4.5	4.7	5.9	6.1
		40-50	5.3	5.1	7.3	6.1
2 year	spring	0-10	11.5	12.6	22.2	24.1
		10-20	12.2	12.6	20.5	25.3
		20-30	12.1	13.6	19.8	22.7
		30-40	11.2	13.2	18.1	22.2
		40-50	10.7	12.6	18.1	22.1
	summer	0-10	3.6	4.2	6.9	8.1
		10-20	3.9	4.8	7.1	8.4
		20-30	4.2	5.3	7.8	9.1
		30-40	4.8	6.0	7.0	8.7
		40-50	5.5	5.8	6.4	7.4
	autumn	0-10	2.6	2.8	4.4	5.3
		10-20	2.9	3.7	4.6	6.6
		20-30	3.1	3.6	4.8	7.1
		30-40	3.8	4.3	5.2	6.9
		40-50	4.1	4.8	5.7	7.3
3 year	spring	0-10	11.2	12.2	16.8	22.4
		10-20	11.9	13.3	14.0	23.4
		20-30	10.2	14.4	13.3	19.4
		30-40	11.8	14.6	13.7	18.3
		40-50	10.5	13.3	13.2	19.6
	summer	0-10	2.9	3.5	5.0	7.5
		10-20	3.7	4.8	5.4	8.1
		20-30	4.0	5.2	5.9	8.3
		30-40	5.2	5.6	6.8	8.4
	autumn	0-10	2.2	2.7	4.1	5.1
		10-20	2.6	3.6	4.2	5.8
		20-30	3.0	3.7	4.6	6.1
		30-40	3.4	4.0	5.0	6.5
		40-50	3.7	4.6	5.6	6.8

In addition, they are located on a dark chestnut soil, and the wetting of the soil along the moisture profile is more than 100 cm in the spring.

In order to identify feed capacity of the used pastures, we have determined the yield of pasture herbage in the selected plant associations according to seasons.

Studying the yield of pasture mass of natural grass on average for three years, showed that the most productive was the site of spring use pastures was the Ephemeræ-Artemisia type of pastures – 1.55 t/ha in spring. In the area of summer use pastures, the highest yield of pasture mass was noted in the Festuca-Artemisia-variherbetum type – 1.97 t/ha in summer. In the autumn use region, the productivity of pasture was higher on the vegetation contour consisting of Onobrychis-Bromopsis-Festuca vegetation – 2.59 t/ha in the autumn.

At the same time, despite seasonal use, the peak yield on all types of pastures falls on the summer periods. The lowest productivity of pasture mass was obtained in the control variant of the experiment with year-round use. In this variant, the grass yield was 0.79 t/ha in spring, 0.41 t/ha in summer, and 0.39 t/ha in autumn. Moreover, it decreased by the end of the study compared to the beginning of the experiment, amounting to 0.52 t/ha, 0.35 t/ha, and 0.38 t/ha in 2017, respectively.

This reduction in yield due to the fact that in recent year the number of grazed animals on the village lands has increased. The increase in livestock was caused by the great interest of meat producers due to rising meat prices.

The study of the chemical composition of plants in the project area showed a decrease in protein from spring to fall. On the contrary, the composition of cellulose increases as the grazing period ends and reaches the index in September. This is because plants complete growth and development, dry out and accumulate. As a result, the amount of protein decreases and the amount of cellulose increases. These dynamics are related to natural seasonal changes in plants. When plants enter the dormancy or drying phase, they accumulate few nutrients in the form of proteins and many structural components in the form of greens (*Figure 3*).



Forage processing in the Laboratory of Zootechnical Analysis of the Kazakh Research Institute of Fodder Production and Animal Husbandry

Results of fodder sampling. The study of chemical composition of plants in different regions for three years showed the following results of crude protein content: in the control variant (pastures around the village) in spring 7.4%, in summer 6.6%, in autumn 5.6%; in the foothill semi desert zone in spring 8.1%, in summer 7.3%, in autumn 6.1%; in the foothill dry steppe zone in spring 8.8%, in summer 7.9%, in autumn 6.8%; in the foothill steppe zone in spring 9.1%, in summer 8.2%, in autumn 6.9%.

Cellulose content: in the control variant (pastures around the village) spring 25.8%, summer 27.3%, fall 28.7%; in the foothill semi desert zone spring 8.1%, summer 7.3%, fall 6.1%; in the foothill dry steppe zone spring 8.8%, summer 7.9%, fall 6.8%; in the foothill steppe zone spring 9.1%, summer 8.2%, fall 6.9%.

Figure 3– Results of the study of chemical composition

For conducting an economic assessment of seasonal use of pastures the researchers selected two groups (experimental and control) of animals-analogues, including three age groups – stud ram, ewes of the third year, and lambs of the current year of birth (Table 3). The breed of sheep was the Kazakh fine-wool sheep. Assessment was conducted twice a year – in spring and in autumn. The difference in starting indicators of animals' live weight (every year before the start of grazing) on average for three years did not exceed 1.5 kg. The control group was grazed in the foothill semi desert zone on the lands of the Kenen settlement, free year round in one place. The experimental group was grazed on seasonal pastures.

Thus, it can be seen from the obtained data that a higher gain of live weight was demonstrated by the experimental group of animals, experiencing a rational seasonal grazing system. According to the results of seasonal use for three years of research, the weight gain of stud rams was 3.370 kg/head, ewes – 8.020 kg/head, and lambs of the current year of birth – kg/head kg more than the control groups of animals that grazed unsystematically.

Table 3 – The live weight gains of animals, kg/head

Season		The live weight, kg/head					
		Stud ram (n=10)		Ewes (n=10)		The lambs of the current year of birth (n=10)	
		experimental group	control group	experimental group	control group	experimental group	control group
spring		83.520	81.690	51.120	49.840	17.940	16.970
		± 1.64	± 1.53	± 1.26	± 1.25	± 2.21	± 2.18
autumn		85.300	82.120	58.450	54.700	36.300	27.400
		± 1.47	± 1.46	± 0.75	± 0.81	± 0.58	± 2.72
spring		81.340	81.410	48.320	49.100	14.80	14.600
		± 0.67	± 0.72	± 0.83	± 1.03	± 2.46	± 2.60
autumn		86.370	83.740	59.100	55.000	38.800	31.950
		± 0.60	± 0.81	± 0.67	± 0.39	± 0.72	± 1.12
spring		79.300	80.100	49.200	49.800	15.800	15.400
		± 0.64	± 0.73	± 2.05	± 1.44	± 1.99	± 1.93
autumn		87.700	83.400	63.300	56.100	43.000	32.800
		± 1.25	± 1.24	± 1.23	± 2.02	± 1.98	± 2.01
Average	spring	83.380	81.060	49.550	49.580	16.180	15.650
	autumn	86.450	83.080	60.280	52.260	39.360	30.720

During the pasture period, the increase of the experimental group's live weight was higher than in previous years of the study. The increase in live weight gain in experimental group's animals is due to the fact that, when animals were grazing on seasonal sites, there was used an intra-seasonal pasture rotation. It reduced almost three times unproductive (idle) movement of animals in search of food and grazing area and trampling vegetation, which led to the elimination of degradation of pasture lands.

In addition, the experimental data showed that during the pasture period the highest increase in live weight was provided by lambs of the current year of birth. For three years of research during the grazing period, the increase in live weight of lambs from spring to autumn in the experimental group was 23.180 kg/head, and in the control group it was 15.070 kg/head on average. Such high rates of live weight gain of lambs during the pasture period were mainly due to the increase of muscle mass.

Rational use of natural pastures allows increasing the grazing capacity of forage land, and getting a full valuable and cheap livestock product. Rational pasture maintenance of livestock not only reduces the cost of fuel by 6-7 times, equipment, labor and total costs of produced feed by 2-3 times compared to stall maintenance, but also improves metabolic processes and reproductive functions of animals. This determines the big advantage of pasture feeding in the economy of important livestock products.

It is important to remember that, the rational use of pastures has a huge impact on improving soil fertility, creating the conditions for the restoration of vegetation, eliminating the land degradation, and increasing the productivity of pastures.

In carrying out the calculation of economic efficiency were accepted only basic expenses for maintenance and grazing of pasture period. Comparing the slaughter weight of sheep in two different groups of animals showed that in the experimental group it was more than in the control group. Considering that the slaughter weight of animals is 50%, we received the following data: in experimental group, slaughter weight of stud rams amounted to 41.540 kg/head, ewes to 26.130 kg/head and lambs to 15.360 kg/head, while in the control group it was 43.225 kg/head, 30.140 kg/head, 19.680 kg/head, accordingly.

Thus, the live and slaughter weights of sheep were higher in the experimental group of animals were grazed in seasonal pastures than in control group were grazed in year-round pasture pastures. The difference was significant – 3.180 kg/head of stud rams, 3.750 kg/head of ewes, and 8.900 kg/head of lambs. Accordingly, grazing sheep in seasonal pastures was more cost-effective.

Conclusions. The lowest reserve of soil moisture was observed in a year-round used control variant with the *Artemisia* herbage. The lowest productivity of pasture mass was obtained in the control variant too. A study of the chemical composition of plants on average over three years showed the same dynamics in protein content for all pastures – the peak in protein content occurred at the beginning of the growing season and decreased from spring to autumn, but the lowest crude protein content at the peak yield in summer was found in plants from the control variant. In comparison with seasonal pastures, the live and slaughter weights of sheep were significantly lower in control pasture, where the animals were grazed in year-round system.

Thus, it can be concluded that the year-round used pastures located near the villages in Kazakhstan are less provided with moisture in the soil due to the low projective cover, less productive in the pasture mass and less valuable in forage qualities. So we strongly recommend the grazing on distant pastures in order to promote rational using, including the seasonal and intra-seasonal rotation, it is more efficient, profitable and environmentally friendly.

REFERENCES:

1. **Espolov T., Alimaev I., Kaldybaev S. Sovremennoe sostoyanie pastbishh Kazakhstana i koncepciya ih racional'nogo ispol'zovaniya** [Current state of pastures of Kazakhstan and the concept of their rational utilization]. *Issledovaniya, rezul'taty*, 2020, vol. 3 (087), pp. 5-11. (In Russian)
2. **Taubaeв B.Zh. Ocenka sovremennogo sostoyaniya peschany'h pastbishh Narynskikh peskov** [Assessment of the current state of sandy pastures of the Naryn sands]. *Kaspijskij region: politika, e'konomika, kul'tura*, Astrakhan, 2004, pp. 55-59. (In Russian)
3. **Issayeva Zh. Causes of degradation of natural pastures in Zhambyl region and their restoration. 3i: intellect, idea, innovation**, vol. 3, 2024, pp. 37-44.
4. **Ob utverzhdenii Pravil racional'nogo ispol'zovaniya zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan № 1297 ot 4 noyabrya 2011 goda** [On approval of the Rules of rational use of agricultural lands. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan № 1297 of November 4, 2011]. Available at: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1100001297> 21.04.2021. 04.03.2022 (accessed 14 April 2025). (In Russian)
5. **Svodny'j analiticheskij otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazahstan za 2023 god** [Summary analytical report on the state and use of land in the Republic of Kazakhstan for 2023]. Committee on Land Management of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, 2024, Astana, available at: <https://www.gov.kz/memleket/entities/land/documents/details/291911?lang=ru> (accessed 14 April 2025). (In Russian)
6. **Smailov K., Alimayev I., Kushenov K., Issayeva Zh. The use of natural pastures in the conditions of vertical zoning in the southeast of Kazakhstan. Ecology, Environment and Conservation**, vol. 23 (1), 2017, pp. 248-254.
7. **Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody' issledovaniya fizicheskikh svoystv gruntov** [Research methods for the physical properties of soils]. Moscow, Agropromizdat, 1986, 416 p. (In Russian)
8. **Movsisyanc A.D. Ispol'zovanie zaseyanny'h i estestvenny'h pastbishh** [Using seeded and natural pastures]. Moscow, Kolos, 1976, 272 p. (In Russian)
9. **Perndt N., Miller M. Seasonal conditions and climate influences. Agricultural Commodities**, vol. 7 (2), 2017, pp. 13-18.
10. **GOST 26423-85. Pochvy'. Metody' opredeleniya udel'noj e'lektroprovodnosti, pH i suhogo ostatka vodnoj vy'tyazhki** [Soils. Methods for determining the specific electrical conductivity, pH and solid residue of the aqueous extract]. Available at: <http://standartgost.ru> (accessed 14 April 2025). (In Russian)
11. **GOST 26213-91. Pochvy'. Metody' opredeleniya organicheskikh veshhestv** [Soils. Methods for determination of organic matter]. Available at: <http://standartgost.ru> (accessed 20 May 2025). (In Russian)
12. **GOST 26205-91. Pochvy'. Opredelenie podvizhny'h soedinenij fosfora i kaliya metodom Machigina v modifikacii CINA0** [Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by Machigin method modified by CINA0]. Available at: <http://standartgost.ru> (accessed 17 January 2025). (In Russian)
13. **GOST 26951-86 Pochvy'. Opredelenie nitratov ionometricheskim metodom** [Soils. Determination of nitrates by ionometric method]. Available at: <http://standartgost.ru> (accessed 20 May 2025). (In Russian)
14. **Konyushkov N.S., Rabotnova T.A., Cacenkina, I.A. Metodika provedeniya opy'tny'h rabot na senokosah i pastbishhah** [Methodology of experimental work on hayfields and pastures]. Moscow, Selhozgiz, 1961, 287 p. (In Russian)
15. **Ovchinnikov V.A. Metodika provedeniya e'ksperimental'ny'h rabot v zhivotnovodstve** [Methodology for conducting experiments in animal husbandry]. Moscow, 1976, 261 p. (In Russian)
16. **Dospehov B.A. Metodika provedeniya polevy'h e'ksperimentov** [Field experiment methodology]. Moscow, Agropromizdat, 1985. 352 p. (In Russian)
17. **Lakin G.F. Biometricheskie dannye** [Biometrics]. Moscow, Vy'sshaya shkola, 1990, 295 p. (In Russian)

Information about the authors:

*Issayeva Zhanetta Batyrkhanovna** – PhD, Associate Professor of the Department of engineering and industrial technology, Innovative University of Eurasia LLP, Republic of Kazakhstan, 140000, Pavlodar, 45 Lomov Str., tel.: 87070212963, e-mail: zhanetta.aysha@mail.ru.

Ansabayeva Assiya Simbayevna – PhD, Associate Professor of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 Baitursynov Str., tel.: 87774907779, e-mail: ansabaeva_asiya@mail.ru.

Sarsembayeva Aiman Shakanovna – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of the biology, Kazakh National Women's Teacher Training University NLC, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, 114 Gogol Str., tel.: 87017340050, e-mail: sarsembaeva_aiman@mail.ru.

Zhapparova Aigul Absultanovna – Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the Department of soil science, agrochemistry and ecology, Kazakh National Agrarian Research University NLC, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, 8 Abai Ave., tel.: 87077460060, e-mail: aigul7171@inbox.ru.

Исаева Жанетта Батырханқызы – PhD, қауымдастырылған профессор, Инженерлік және өнеркәсіптік технологиялар кафедрасы, «Инновациялық Еуразия университеті» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 140000, Павлодар қ., Ломов көш., 45, тел.: 87070212963, e-mail: zhanetta.aysha@mail.ru.*

Ансбаева Асия Симбайқызы – PhD, қауымдастырылған профессор, Агрономия кафедрасы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ, Байтұрсынов көш., 47, тел.: 87774907779, e-mail: ansabaeva_asiya@mail.ru.

Сарсембаева Айман Шақанқызы – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, аға оқытушысы, Биология кафедрасы, «Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 050000, Алматы қ., Гоголь көш., 114, тел.: 87017340050, e-mail: sarsembaeva_aiman@mail.ru.

Жаппарова Айгүл Абсұлтанқызы – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессоры, Топырақтану, агрохимия және экология кафедрасы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абай даңғ, 8, тел.: 870774600-60, e-mail: aigul7171@inbox.ru.

Исаева Жанетта Батырхановна – PhD, ассоциированный профессор кафедры инженерии и промышленных технологий, ТОО «Инновационный Евразийский университет», Республика Казахстан, 140000, г. Павлодар, ул. Ломова, 45, тел.: 87070212963, e-mail: zhanetta.aysha@mail.ru.*

Ансбаева Асия Симбаевна – PhD, ассоциированный профессор кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынова, 47, тел.: 87774907779, e-mail: ansabaeva_asiya@mail.ru.

Сарсембаева Айман Шакановна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры биологии, НАО «Казахский национальный женский педагогический университет», Республика Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. Гоголя, 114, тел.: 870173400-50, e-mail: sarsembaeva_aiman@mail.ru.

Жаппарова Айгуль Абсұлтановна – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, НАО «Казахский Национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, проспект Абая, 8, тел.: 87077460060, e-mail: aigul7171@inbox.ru.

MRNTI 68.01.11

UDC 631.313

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531159>

MATHEMATICAL MODEL OF FURROW FORMATION BY AN ELLIPTICAL BLADE OF AN ACTIVE ROTARY TILLAGE TOOL

Kravchenko R.I. – PhD, acting Head of the Department of agricultural machinery and transportation, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.*

Amantayev M.A. – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural machinery and transportation, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Zhang W. – Professor, Nanjing Institute of Agricultural Mechanization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Nanjing, People's Republic of China.

Zolotukhin Ye.A. – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural machinery and transportation, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Machines and implements equipped with actively driven rotary tillage tools are widely used in surface tillage operations. However, the process of furrow formation by such tillage tools has not been sufficiently investigated. This study proposes a mathematical model to describe furrow formation and analyzes the technological process involving an elliptical blade of an active rotary tillage tool. The study is conducted under specific operational parameters: angle of inclination of the tool from travel direction was 40°, and a kinematic parameter ranging from 0.8 to 2.2.

The tillage blade is characterized by a inclination angle from the axis of rotation and is designed as an elliptical blade oriented along the major semi-axis of the ellipse. This elliptical blade, functioning as the executive operating element of the rotary tillage tool, forms a groove with a parallelogram-shaped geometry when viewed from above, and an elliptical segment in cross-section. At sharp angles of inclination of the tool

from travel direction (20-40°), the elliptical blade generates short, narrow furrows that are slightly offset from the direction of movement of the unit, yet remain within the operational width of the rotary tillage tool.

The blade points of executive working elements of both shapes describe identical trajectories in the soil. These findings enable the selection of operating parameters for rotary tillage tools, thereby ensuring the formation of optimal furrows. This will improve the evenness of the furrow bottom while meeting required agrotechnical indicators.

Key words: rotary tillage tool, mathematical model of furrow formation, elliptical blade, approach angle, kinematic parameter.

БЕЛСЕНДІ ӘРЕКЕТТІ АЙНАЛМАЛЫ ЖҰМЫС ОРГАНЫНЫҢ ЭЛЛИПТИКАЛЫҚ ПЫШАҚПЕН ҚАРЫҚША ТҮЗІЛУІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

Кравченко Р.И.* – философия докторы (PhD), «Аграрлық техника және көлік» кафедрасы меңгерушісінің м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Амантаев М.А. – философия докторы (PhD), «Аграрлық техника және көлік» кафедрасы қауымдастырылған профессорының м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Zhang W. – профессор, Нанкин ауыл шаруашылығын механикаландыру институты, Ауыл шаруашылығы және ауыл істері министрлігі, Нанкин қ., Қытай Халық Республикасы.

Золотухин Е.А. – философия докторы (PhD), «Аграрлық техника және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессорының м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Айналмалы белсенді жұмыс органдары бар машиналар мен құралдар топырақ бетін өңдеу операцияларында кеңінен қолданылады. Алайда, аталған жұмыс органдарымен қарықша түзілуінің процесі жеткілікті зерттелмеген күйінде қалып отыр. Белсенді әрекетті айналмалы жұмыс органының эллиптикалық пышағымен қарықша түзілуінің математикалық моделін жасау және қарықша түзілудің технологиялық процесін зерттеу келесі параметрлерде жүзеге асырылды: өңдеу бұрышы 40°, кинематикалық параметр 0,8-ден 2,2-ге дейін өзгерді. Жұмыс органының пышағы айналу осінен ауытқу бұрышына ие және эллипстің үлкен жартылай осі бойымен эллиптикалық пышақ түрінде жасалған. Пышақтың эллиптикалық сызығы бойымен жасалған жұмыс органының атқарушы элементі (эллиптикалық пышақ) жоғарыдан және көлденең қимада эллипс бөлігінің пішінін көргенде параллелограмм тәрізді қарықша құрайды. Өткір өңдеу бұрышында (20-40) бұл эллиптикалық пышақ айналмалы жұмыс органының енінің шекарасында агрегаттың қозғалыс бағытынан қысқа, тар және ауытқыған қарықша құрайды. Екі формадағы атқарушы элементтердің жүздерінің нүктелері топырақта бірдей траектория бойынша қозғалады. Алынған мәліметтер оңтайлы қарықшалардың пайда болуын қамтамасыз ететін зерттелетін айналмалы жұмыс органдарының параметрлерін таңдауға мүмкіндік береді. Осының арқасында талап етілетін агротехникалық көрсеткіштер кезінде қарықша түбінің теңестірілуі артады.

Түйінді сөздер: айналмалы жұмыс органы, қарықша түзілуінің математикалық моделі, эллиптикалық пышақ, өңдеу бұрышы, кинематикалық параметр.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БОРОЗДООБРАЗОВАНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИМ НОЖОМ РОТАЦИОННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА АКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Кравченко Р.И.* – доктор философии (PhD), и.о. заведующего кафедрой аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Амантаев М.А. – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Zhang W. – профессор, Нанкинский институт механизации сельского хозяйства, Министерства сельского хозяйства и сельских дел, г. Нанкин, Китайская Народная Республика.

Золотухин Е.А. – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Машины и орудия с ротационными рабочими органами активного действия широко используются на операциях поверхностной обработки почвы. Однако процесс бороздообразования указанными рабочими органами остается недостаточно изученным. Разработка математической модели бороздообразования и изучение технологического процесса бороздообразования эллиптическим

ножом ротационного рабочего органа активного действия осуществлялись при следующих параметрах: угол атаки составлял 40° , кинематический параметр изменялся от 0,8 до 2,2. Нож рабочего органа имеет угол отклонения от оси вращения и выполнен в виде лезвия эллиптической формы по большой полуоси эллипса. Исполнительный элемент (эллиптический нож) рабочего органа, выполненный по эллиптической линии лезвия, формирует борозду, имеющую форму параллелограмма при виде сверху и в поперечном сечении форму части эллипса. При остром угле атаки ($20-40^\circ$) данный эллиптический нож формирует короткую, узкую и отклоненную от направления движения агрегата борозду, в границах ширины захвата ротационного рабочего органа. Точки лезвий исполнительных элементов обеих форм двигаются в почве по совершенно одинаковым траекториям. Полученные данные позволяют выбрать параметры исследуемых ротационных рабочих органов, которые обеспечат формирование оптимальных борозд. За счет этого повысится выровненность дна борозды при требуемых агротехнических показателях.

Ключевые слова: ротационный рабочий орган, математическая модель бороздообразования, эллиптический нож, угол атаки, кинематический параметр.

Introduction

The tillage process is always accompanied by furrow formation, the parameters of which depend on the type of tillage tools as well as their geometric and kinematic characteristics.

Known designs include disc and ring rotary tillage tools [1, p. 14]. During operation, these tools perform both forward and rotational movements. Their operating elements have a circular blade shape and are positioned perpendicular to the axis of rotation. As a result, the blade points of the circular elements of tillage tools describe the surface of the cylinder.

Another type of rotary tillage tool is equipped with operating elements, designed according to the elliptical shape of the blade with the least curvature of the line (the large semi-axis of the ellipse). The operating elements of these tillage tools have an acute angle of inclination to the axis of rotation. Due to this, during operation, the blade points of the elliptical blade of the operating elements also describe the surface of the cylinder.

The shape and parameters of the furrow formed by the rotary tillage tool depend on shape of the blade of the tillage tool, angle of inclination of the blades to the axis of rotation of the tillage tool, angle of inclination of tillage tool from travel direction and kinematic mode of rotation of the tillage tool. The combination of all these factors creates numerous possible furrow configurations.

However, existing studying typically analyze only the trajectory of single point of the blade of the tillage tool [2, p. 48; 3, p.706]. At the same time, this trajectory does not characterize all parameters of formed furrows. Current research does not comprehensively explain the mechanisms of furrow formation by an active driven rotary tillage tool [4, p. 10]. They do not identify key factors determining furrow characteristics.

Thus, further investigation is required into features of furrow formation by the "operating element" of rotary tillage tools, accounting for these influencing factors.

Objective: to analyze the furrow formation process with an elliptical blade of an active driven rotary tillage tool.

Task: to develop a mathematical model of furrow formation by an elliptical blade of an active driven rotary tillage tool.

Materials and Methods

The works of scientists such as Vozka P., Hettiaratchi D., Nalavade P.P., Salokhe V.M., Niyamapa T., Soni P., and others have investigated actively driven disc tillage tools [5, p. 115; 6, p. 88]. Like passively rotating tillage tools, these active driven disc tillage tools form a groove-shaped furrow bottom.

For a horizontal axis of rotation $I-I$, the coordinates of trajectories of the points on the rotary tillage tool are described by the following system of equations [7, p. 64]:

$$\begin{cases} X = \frac{\theta \cdot R}{\lambda} + R \cdot \cos \beta \cdot \cos \theta; \\ Y = R \cdot \sin \beta \cdot \cos \theta; \\ Z = R(1 - \sin \theta), \end{cases} \quad (1)$$

where X, Y, Z – coordinates of the considered point M on the tillage tool in the fixed rectangular coordinate system $OXYZ$;

R – radius of rotation of the cutting blade point, mm;

θ – angle of rotation of the radius vector from the horizontal plane, rad;

β – angle of inclination of the rotary tillage tool from travel direction, deg;

λ – kinematic parameter.

Research Results and Discussion

For $z \leq h$, equations (1) determine the coordinates of the furrow bottom formed by an operating element with a narrow working width.

We consider the motion of points M_1 and M_2 , rotating in the same plane with point M , Figure 1.

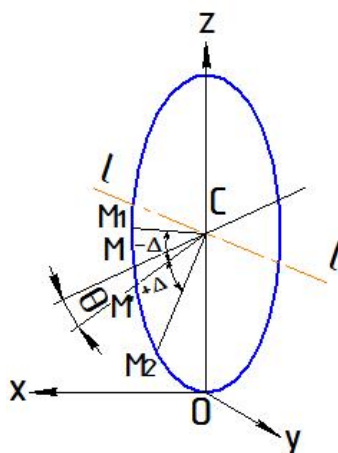


Figure 1 – Calculation scheme of motion of points, rotating in the same plane

The first point rotates with a lag by an angle Δ , and the second point rotates with an advance by Δ . The trajectory of the point M_1 is described by a system of equations:

$$\begin{cases} X = \frac{\theta \cdot R}{\lambda} + R \cdot \cos \beta \cdot \cos(\theta - \Delta); \\ Y = R \cdot \sin \beta \cdot \cos(\theta - \Delta); \\ Z = R [(1 - \sin(\theta - \Delta))]. \end{cases} \quad (2)$$

In turn, it is the same for the point M_2 :

$$\begin{cases} X = \frac{\theta \cdot R}{\lambda} + R \cdot \cos \beta \cdot \cos(\theta + \Delta); \\ Y = R \cdot \sin \beta \cdot \cos(\theta + \Delta); \\ Z = R [(1 - \sin(\theta + \Delta))]. \end{cases} \quad (3)$$

Equations (2) and (3) differ only in terms of Δ values. They can be combined into a unified system of equations describing the trajectory of any points on the tillage tool, rotating in the same plane around the same axis:

$$\begin{cases} X = \frac{\theta \cdot R}{\lambda} + R \cdot \cos \beta \cdot \cos(\theta \pm \Delta); \\ Y = R \cdot \sin \beta \cdot \cos(\theta \pm \Delta); \\ Z = R [(1 - \sin(\theta \pm \Delta))]. \end{cases} \quad (4)$$

Where: the "+" sign corresponds to points, rotating ahead of reference point M , and the "-" sign corresponds to points, rotating with a lag relative to point M .

Figure 2 presents graphs of changes in the coordinates of projections of point trajectories for different values of the angle Δ on the planes XOY (a), XOZ (b) and YOZ (c).

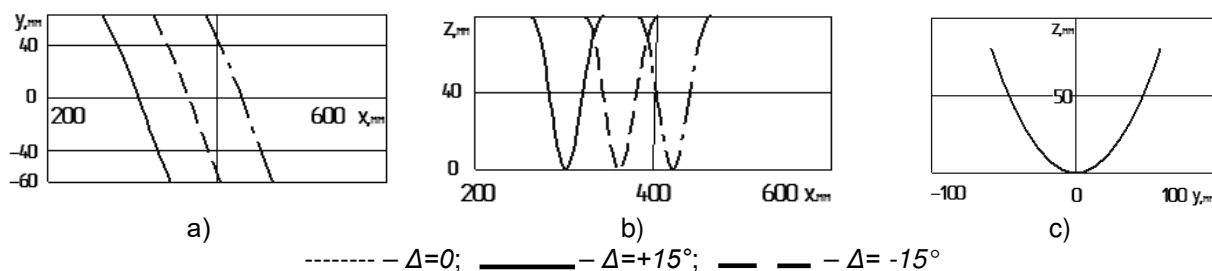


Figure 2 – Graphs of changes in the coordinates of projections of the trajectory of points on the plane XOY (a); XOZ (b); YOZ (c)

In the XOY and XOZ planes, all three points exhibit identical projections of the trajectories. But these projections are offset displaced along the X axis with specific offsets. The first is the projection of the trajectory of a point with $\Delta=+15^\circ$, then the trajectories of points with $\Delta=0$ and $\Delta=-15^\circ$, respectively. In the YOZ plane, the projections of the trajectories of all points coincide and have the shape of a part of an ellipse.

We select and examine point M located on one of the blades of the rotary tillage tool, Figure 1. When $z=h$, this point moves in the soil, while its trajectory represents the line BAD , Figure 3. Thus, equations (1) characterize the coordinates of the trajectory formed by the point M under these conditions.

The trajectory exhibits a complex three-dimensional shape. Point A marks the lowest point of the forming furrow bottom, at point B the tillage tool penetrates into soil and at point D a lifting out occurs from the penetration depth.

The projections of the furrow bottom line onto the coordinate planes are shown in Figure 4.

Note that the projection of the furrow line onto the YOZ plane represents part of an ellipse. The projection onto the XOY plane is practically characterized by a straight-line segment BD . The segment BD inclines from travel direction by angle γ . This indicates that the furrow bottom line formed by the cutting blade operating element of the rotary tillage tool lies practically in a plane perpendicular to the XOY coordinate plane. This property of the projection of the furrow onto the XOY plane is used as follows.

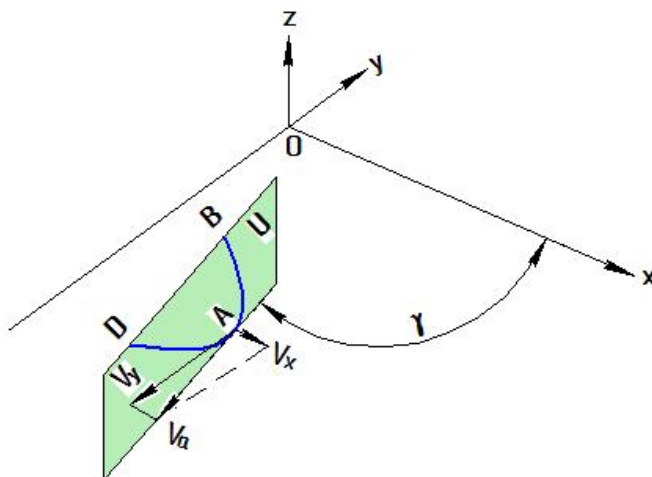


Figure 3 – Trajectory of point M in soil

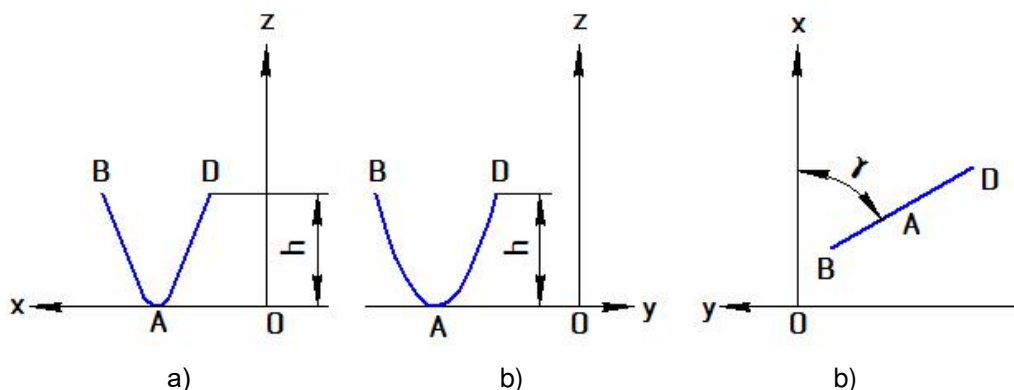


Figure 4 – Projections of the furrow bottom line formed by the blade element of the rotary tillage tool on the coordinate axes XOZ (a), YOZ (b) и XOY (c)

Point A represents the bottom point of the furrow, when $z=0$. We derive velocity components of the blade operating element along the coordinate axes by differentiating equations (1):

$$\begin{cases} V_x = V - \lambda \cdot V \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta; \\ V_y = -\lambda \cdot V \cdot \sin\beta \cdot \sin\theta; \\ V_z = -\lambda \cdot V \cdot \cos\theta. \end{cases} \quad (5)$$

For point A , we build the velocity vectors V_x , V_y , and their resultant V_a . Obviously, here $V_z=0$. The plane U is drawn through the vector V_a perpendicular to the coordinate plane XOY . Plane U intersects the axis OX at the angle γ , calculated as:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{V_y}{V_x}. \quad (6)$$

Substituting values of V_y and V_x from equation (5), yields [8, p. 153]:

$$\gamma = \operatorname{arctg} \left(\frac{\lambda \cdot \sin\beta}{\lambda \cdot \cos\beta - 1} \right). \quad (7)$$

The derived expression enables determine the angle of inclination of the groove plane to the direction of movement:

$$\begin{cases} X = \frac{\theta \cdot R}{\lambda} + R \cdot \cos\beta \cdot \cos(\theta \pm \theta_i) + Bp_i \cdot \sin\beta; \\ Y = R \cdot \sin\beta \cdot \cos(\theta \pm \theta_i) - Bp_i \cdot \sin\beta; \\ Z = R \cdot [1 - \sin(\theta \pm \theta_i)]. \end{cases} \quad (8)$$

The system of equations (8) describes the coordinates of points of the furrow bottom formed by the blade of the rotary tillage tool. The furrow bottom, based on these equations, is shown in Figure 5. It exhibits a curved three-dimensional surface. The longitudinal side of the furrow is inclined from travel direction by angle ξ .

The furrow bottom formed by the cutting blade of the rotary tillage tool is a groove. It is formed by the movement of each point of the cutting blade in the soil.

Figure 6 presents the cross-section profile of the furrow bottom obtained after the passage of the implement with an active driven rotary tillage tool, the cutting blades of which are made along an elliptical line. According to Figure 6, the height of the ridges at the furrow bottom, formed by the implement with an active driven rotary tillage tool, the cutting blades of which are made along an elliptical line, meets with agrotechnical requirements.

The results of processing the ridge height of the furrow bottom formed by the implement with an active drive of rotary tillage tools, the cutting blades of which are made along an elliptical line, are shown in Table 1.

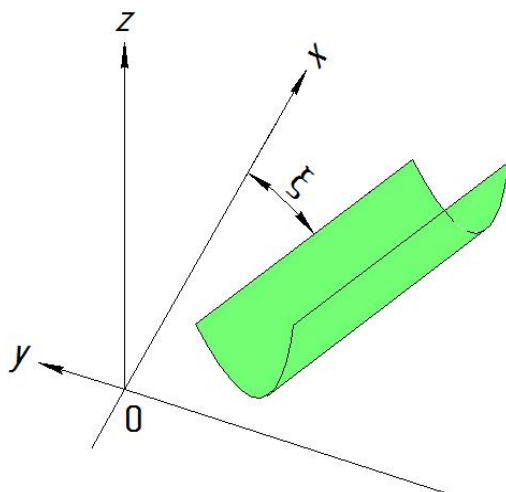


Figure 5 – General view of the furrow formed by the elliptical cutting blade of the rotary tillage tool



Figure 6 – Profile of the furrow bottom after the passage of the implement

Table 1 – Ridge height parameters of the furrow bottom

Indicators	Ridge height parameters of the furrow bottom
Arithmetic mean $\bar{x}$, cm	1,5
Variance S^2 , cm ²	0,24
Standard deviation σ , cm	0,48
Coefficient of variation V_x , %	26,6

The research results demonstrate that the use of implement with an active driven rotary tillage tool, with cutting blades made along an elliptical line for surface tillage of soil, ensures the high-quality execution of the technological process.

Conclusion

1. The trajectory of the point of the cutting blade of the rotary tillage tool is considered. The technological process of furrow formation with a cutting blade is characterized by the sequential penetration and lifting out of all points of the cutting blade. The formed furrow has the shape of a groove.

2. The developed mathematical model describes furrow formation by a rotary tillage tool with a cutting blade, the edge of which is made along an elliptical line. The projection of the furrow onto the horizontal plane represents a parallelogram geometry, and its cross-section exhibits partial elliptical shape.

REFERENCES:

1. **Matyashin Yu.I., Matyashin N.Yu. Rotacionny'e pochvoobrabaty'vayushhie mashiny' (teoriya, raschet, e'kspluatatsiya)** [Rotary tillage machines (theory, calculation, operation)]. Kazan, Tatarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 2008, 203 p. (In Russian)
2. **Strelbickij V.F. Diskovy'e pochvoobrabaty'vayushchie mashiny'** [Disc tillage machines]. Moscow, Mashinostroyeniye, 1978, 135 p. (In Russian)
3. **Amantayev M., Gaifullin G., Kravchenko R., Kushnir V., Nurushev S. Investigation of the furrow formation by the disc tillage tools.** *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2018, vol. 24, no. 4, pp. 704-709.
4. **Vozka P. Comparison of alternative tillage systems.** Silsoe, Cranfield University, 2007, 101 p.
5. **Hettiaratchi D. The soil contact zones of concave agricultural discs.** *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1997, part 1 – theoretical analysis, pp. 113-125.
6. **Nalavade P.P., Salokhe V.M., Niyamapa T., Soni P., Performance of free rolling and powered tillage discs.** *Soil and tillage research*, 2010, pp. 87-93.
7. **Kravchenko R.I. Obosnovanie parametrov batarej orudiya dlya poverhnostnoy obrabotki pochvy' s aktivny'm privodom rotacionny'h rabochih organov, rezhushhie lezviya kotory'h vy'polneny po e'lipticheskoy linii** [Justification of the parameters of tool batteries for surface tillage using active rotary working bodies with cutting blades designed along an elliptical trajectory.]. PhD thesis, Kostanay, KGU im. A. Baitursynova, 2019, 130 p. (In Russian)
8. **Kravchenko R.I., Amantaev M.A., Zolotuhin Ye.A., Tolemis T.S., Tabuldenov A.N. Osobennosti funkcionirovaniya rotacionny'h rabochih organov s ostrym uglom ataki k napravleniyu dvizheniya** [Features of the functioning of rotary working bodies with an acute approach angle to the direction of movement]. *3i: intellect, idea, innovation*, 2022, no. 4, pp. 149-157. (In Russian)

Information about the authors:

Kravchenko Ruslan Ivanovich – PhD, acting Head of the Department of agricultural machinery and transportation, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28 Abai Ave., bld. 3, tel.: 87029298576, e-mail: ruslan_kravchenko_15@mail.ru.*

Amantayev Maksat Amantayuly – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural machinery and transportation, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28 Abai Ave., bld. 3, tel.: +7-775-142-99-21, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Zhang Wenyi – Professor, Nanjing Institute of Agricultural Mechanization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, People's Republic of China, 210014, Nanjing, 100 Liuying, Xuanwu district, tel.: +7-775-142-99-21, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Zolotukhin Yevgeniy Alexandrovich – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural machinery and transportation, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28 Abai Ave., bld. 3, tel.: +7-777-139-07-47, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.

Кравченко Руслан Иванович – философия докторы (PhD), «Ағарлық техника және көлік» кафедрасы меңгерушісінің м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғылы, 28, 3 ғимарат, тел.: 87029298576, e-mail: ruslan_kravchenko_15@mail.ru.*

Амантаев Максат Амантайұлы – философия докторы (PhD), «Ағарлық техника және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғылы, 28, 3 ғимарат, тел.: +7-775-142-99-21, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Zhang Wenyi – профессор, Нанкин ауыл шаруашылығын механикаландыру институты, Ауыл шаруашылығы және ауыл істері министрлігі, Қытай Халық Республикасы, 210014, Нанкин қ., 100 Liuying, Xuanwu district, тел.: +7-775-142-99-21, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Золотухин Евгений Александрович – философия докторы (PhD), «Аграрлық техника және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғылы, 28, 3 ғимарат, тел.: +7-777-139- 07-47, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.

Кравченко Руслан Иванович* – доктор философии (PhD), и.о. заведующего кафедрой «Аграрная техника и транспорт», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел.: 87029298576, e-mail: ruslan_kravchenko_15@mail.ru.

Амантаев Максат Амантайұлы – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры «Аграрная техника и транспорт», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, Абая, 28, корпус 3, тел.: 87751429921, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Zhang Wenyi – профессор, Нанкинский институт механизации сельского хозяйства, Министерства сельского хозяйства и сельских дел, Китайская Народная Республика, 210014, г. Нанкин, 100 Liuying, Xuanwu district, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Золотухин Евгений Александрович – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры «Аграрная техника и транспорт», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, Абая, 28, корпус 3, тел.: 87771390747, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.

МРНТИ 68.33.15

УДК 631.423.3.4

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531166>

АГРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Кальяскарова А.Е.* – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией ТОО «AgroLab», г. Петропавловск, Республика Казахстан.

Аскарбекова А.А. – магистр, старший лаборант ТОО «AgroLab», г. Петропавловск, Республика Казахстан.

Шаяхмет Н.Ш. – коммерческий директор ТОО «AgroLab», г. Петропавловск, Республика Казахстан.

Агрохимический состав почв Костанайской области – это исследование по результатам работы агрохимической лаборатории AgroLab за период с 2020 по 2023 гг.

В исследовании приведены данные по почвам региона, ее типы, свойства, плодородие, химический состав, зависимость плодородия от содержания элементов питания.

Показано, что восстановление баланса между потребностью растений в элементах питания и плодородием почвы, соответственно, объемом вносимых удобрений и способностью почвы восстанавливать свое плодородие является важной проблемой, от решения которой зависит возможность устойчивого развития растениеводства и производства в сельском хозяйстве в целом.

Именно такое равновесие позволяет обеспечить растения элементами питания при этом сохранять плодородие и улучшать физические, механические и биологические свойства почвы. Доказано, что систематизированное и научно-обоснованное внесение минеральных и органических удобрений позволяет повысить урожайность сельскохозяйственных культур, улучшить качество полученной продукции, способствовать постепенному восстановлению плодородия и сохранить экологию и сберечь окружающую среду.

В пахотных почвах Костанайской области зафиксировано максимальное средневзвешенное содержание органического вещества (5,17 %) в Карабалыкском районе и минимальное (1,98 %) отмечалось в Амангельдинском районе. Самое высокое содержание подвижных форм P_2O_5 (36-37 мг/кг) наблюдали в почвах Карабалыкского района и района Б. Майлина. В почвах пашни зафиксирована реакция среды почвы от 7,1 (Карабалыкский район) и 8,6 (Амангельдинский район). Пахотные почвы региона в основном характеризуются низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора и серы.

Исследование предназначено для всех, кто занимается возделыванием сельскохозяйственных культур, кому не безразлично состояние пашни, полученного урожая, и может быть использовано в качестве руководства по сбалансированному и оптимальному вносу минеральных удобрений.

Ключевые слова: почва, анализ, агрохимия, плодородие, мониторинг.

ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫ ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ АГРОХИМИЯЛЫҚ МОНИТОРИНГІ

Кальяскарова А.Е.* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Agrolab» ЖШС зертханасының меңгерушісі, Петропавл қ., Қазақстан Республикасы.

Асқарбекова А.А. – магистр, «AgroLab» ЖШС аға зертханашысы, Петропавл қ., Қазақстан Республикасы.

Шаяхмет Н. – «AgroLab» ЖШС коммерциялық директоры, Петропавл қ., Қазақстан Республикасы.

Қостанай облысы топырақтарының агрохимиялық құрамы – бұл 2020-2023 жылдар аралығындағы Agro Lab агрохимиялық зертханасының жұмыс нәтижелері бойынша зерттеу.

Зерттеуде аймақтың топырағы, оның түрлері, қасиеттері, құнарлылығы, химиялық құрамы, құнарлылықтың қоректік заттардың құрамына тәуелділігі туралы мәліметтер келтірілген.

Өсімдіктердің қоректік заттарға қажеттілігі мен топырақ құнарлылығы, сәйкесінше қолданылатын тыңайтқыштардың көлемі мен топырақтың құнарлылығын қалпына келтіру қабілеті арасындағы тепе-теңдікті қалпына келтіру маңызды мәселе болып табылады, оның шешімі өсімдік шаруашылығының және жалпы ауыл шаруашылығындағы өндірістің тұрақты даму мүмкіндігін анықтайды.

Бұл тепе-теңдік өсімдіктерді қоректік заттармен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, сонымен бірге құнарлылықты сақтайды және топырақтың физикалық, механикалық және биологиялық қасиеттерін жақсартады.

Қостанай облысының егістік топырақтарында Қарабалық ауданында органикалық заттардың ең жоғары орташа өлшенген мөлшері (5,17 %) және Амангелді ауданында ең аз мөлшері (1,98 %) тіркелді. P_2O_5 (36-37 мг/кг) жылжымалы формаларының ең жоғары мөлшері Қарабалық ауданы мен Б.Майлин ауданының топырақтарында байқалды. Егістік топырақта 7,1 (Қарабалық ауданы) және 8,6 (Амангелді ауданы) топырақ ортасының реакциясы тіркелді. Аймақтың егістік топырағы негізінен фосфор мен күкірттің жылжымалы түрлерімен төмен қамтамасыз етілуімен сипатталады.

Бұл зерттеу ауыл шаруашылығы дақылдарын өсірумен айналысатын, жыртатын жерлердің жағдайына және алынған өнім сапасына бейжай қарамайтын барлық адамдарға арналған. Сондай-ақ бұл жұмыс минералды тыңайтқыштарды теңгерімді және оңтайлы түрде енгізу бойынша нұсқаулық ретінде пайдалануға болады.

Түйінді сөздер: топырақ, талдау, агрохимия, құнарлылық, бақылау.

AGROCHEMICAL SOIL MONITORING IN THE KOSTANAY REGION

Kalyaskarova A.Y.* – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the laboratory of AgroLab LLP, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan.

Askarbekova A.A. – Master, Senior laboratory assistant, AgroLab LLP, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan.

Shayakhmet N.Sh. – Commercial Director of AgroLab LLP, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan.

The agrochemical composition of the soils of the Kostanay region is a study based on the results of the agrochemical laboratory Agro Lab for the period from 2020 to 2023.

The study provides data on the regional soils, their types, properties, fertility, chemical composition, and the dependence of fertility on the content of nutrients.

The results of the study showed that restoring the balance between plant nutrient requirements and soil fertility – namely, between the amount of fertilizer applied and the soil's capacity to regenerate its fertility – represents a major challenge, the resolution of which is crucial for the sustainable development of crop production and agriculture as a whole. Such a nominal balance enables the supply of nutrients to plants while preserving fertility and enhancing the soil's physical, mechanical, and biological properties.

It has been proven that the systematic and scientifically grounded application of mineral and organic fertilizers increases crop yields, improves the quality of agricultural products, contributes to the gradual restoration of soil fertility, and helps preserve ecology and protect the environment.

The maximum weighted average organic matter content (5.17%) was recorded in the arable soils of the Kostanay region in the Karabalyk region and the minimum (1.98%) was recorded in the Amangeldy region. The highest content of mobile forms of P_2O_5 (36-37 mg/kg) was observed in the soils of the Karabalyk district and the B.Mailin district. The reaction of the soil environment from 7.1 (Karabalyk district) and 8.6 (Amangeldy district) was recorded in the soils of arable land. The arable soils of the region are mainly characterized by low availability of mobile forms of phosphorus and sulfur.

The study is intended for all those engaged in crop cultivation who are concerned about the condition of arable land and the quality of the harvest. It can serve as a guide for the balanced and optimal application of mineral fertilizers.

Key words: soil, analysis, agrochemistry, fertility, monitoring.

Введение. Развитие сельского хозяйства во многом определяется сохранением плодородия почв. Понятия плодородия и агрохимические показатели являются фундаментальной основой сохранения продуктивности почв. Увеличение продуктивности растениеводства должно базироваться на поддержании оптимального уровня их агрохимических показателей [1, с.86].

Однако в процессе длительного и не всегда бережного сельскохозяйственного использования черноземы были подвержены различным видам деградации: водной эрозии, дегумификации, подкислению и др. [2, с.2].

Многие исследователи считают, что современные приемы регулирования плодородия почв в сельском производстве основываются на следующих приемах, таких как структура посевов и севообороты, обработка почвы, удобрения, химические мелиоранты, орошение и осушение, почвозащитные мероприятия, включая нормативно-правовые. При этом степень воздействия определяется динамикой ряда агрофизических, агрохимических, биологических и экологических показателей. В связи с этим привлечение данных физико-химических и биологических свойств почв позволяет определить такое воздействие при сельскохозяйственных и лесохозяйственных мероприятиях и при оценке загрязнения среды отходами промышленности, тяжелыми металлами, пестицидами и радионуклидами. За последние 10–12 лет применение удобрений значительно сократилось, при этом снижение урожайности сельскохозяйственных культур происходило не так заметно, и даже в отдельные благоприятные годы отмечали увеличение урожайности зерновых культур [3, с.21].

В настоящее время необходима разработка мелиоративных мероприятий для улучшения низкой влажности и плохой структурности (агрегаты размером от 1 до 5 мм составляют 10-30%) почвы [4, с.360]. Результаты агрохимического анализа проб почвы позволили создать базу почвенных данных агробиологической лаборатории для дальнейших мониторинговых исследований.

Цель исследований заключается в анализе материала комплексного мониторинга плодородия почв, земель сельскохозяйственного назначения Костанайской области, чтобы дать оценку состояния земель и его плодородия.

Задачи исследований. Достижение поставленной цели потребовало решение следующих задач:

- определение количества нитратного азота, подвижных форм фосфора, калия и серы в пахотных землях Костанайской области;
- определения количества органического вещества (гумуса, %) в пахотных землях Костанайской области;
- определение pH почвы;
- определение динамики изменений изучаемых показателей агрохимического состояния почвы по годам.

Материалы и методы.

Агрохимическое обследование почв сельхозпредприятий Костанайской области проводится ежегодно. Все работы осуществляются на основании Правил проведения агрохимического обследования почв, утвержденных Минсельхозом Республики Казахстан с использованием современных технологий [5, с.-3].

Отбор почвенных проб осуществляется автоматическими почвенными пробоотборниками Wintax с использованием навигаторов с точностью до 3-х метров относительно географических координат. Агрохимическое обследование проводится на основе планов внутрихозяйственного землеустройства или электронных карт, создаваемых специалистами лаборатории путем наземного объезда полей, с использованием высокоточного навигационного оборудования.

В работе использованы результаты сплошного агрохимического обследования пахотных почв Костанайской области по завершенным циклам за 2020-2023 гг. Органическое вещество определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), pH водной вытяжки – в соответствии с ГОСТ 26483-85, подвижный фосфор и калий – по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91), *нитратный азот – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26488-85)*, подвижную серу – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26490-85). По результатам обследования составляется агрохимическая характеристика почв земель сельскохозяйственного назначения, прослеживается динамика показателей почвенного плодородия, рассчитываются балансы питательных веществ, разрабатываются системы применения удобрений для сельхозтоваропроизводителей Костанайской области.

Результаты исследований. Агроэкологическая оценка земель – это сопоставление требований сельскохозяйственных культур к условиям произрастания с агроэкологическими условиями конкретной территории, то есть это оценка их плодородия, при которой, устанавливают, насколько выгодно возделывать ту или иную культуру на определенной территории.

Агрохимический анализ почвы дает комплексную оценку состояния пашни, содержания макроэлементов (нитратный азот, фосфор, калий и сера), уровень органического вещества и pH почвы. Проведение исследований дает возможность экономического внесения минеральных и органических удобрений, для получения максимально качественного урожая.

Посевная площадь сельскохозяйственных культур в Костанайской области в 2023 году составила 5,26 млн. га, в том числе у сельскохозяйственных предприятий 3,35 млн. га, индивидуальных предпринимателей и крестьянских или фермерских хозяйств – 1,9 млн. га, хозяйств населения – 0,01 млн. га.

Основная часть зерновых и бобовых культур приходится на Акмолинскую область – 4,7 млн. га (29 %), Костанайскую – 4,0 млн. га (24,8 %), Северо-Казахстанскую – 3,1 млн. га (19 %).

Основная часть масличных культур приходится на Северо-Казахстанскую область 1 млн. га (27,7 %), Костанайскую – 0,7 млн. га (21,6 %), Акмолинскую – 0,4 млн. га (10,6 %).

В 2022 году внесено минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры 97 935,4 ц, из них под зерновые – 57 125,0, бобовые – 898,3, подсолнечник – 11 127,9, картофель – 1 248,38, кормовые культуры – 1 341,3 ц. По видам минеральных удобрений внесено азотных – 38 916,1 ц, фосфорных – 55 369,6, калийных – 844,1 и микроудобрений – 2 805,7 ц (рис. 1).

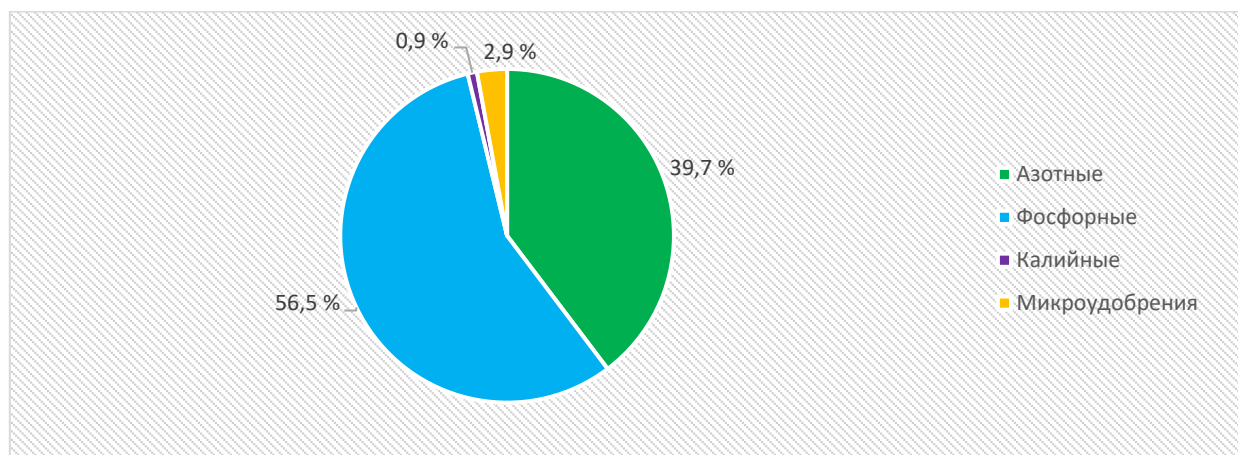


Рисунок 1 – Объемы внесения минеральных удобрений в 2022 году

Костанайская область расположена в северо-западной части республики и является одной из крупнейших в стране. Ее площадь превышает 196 тысяч квадратных километров. В связи с этим регион отличается большим разнообразием природных условий, от северной границы области к южной происходит последовательная смена Западно-Сибирских лесостепных ландшафтов ландшафтами умеренно-засушливых степей, сменяющихся на юге области сухими степями и полупустынями.

В 2020 году было проведено исследований почв в 2 хозяйствах области (48 образцов), в 2021 году в 5 хозяйствах (211 образцов), в 2022 году в 44 хозяйствах (3 025 образцов), в 2023 году – 21 хозяйствах (452 образца). Большая часть пашни обследована в хозяйствах Карабалыкского, Карасуского, Узункольского и Мендыкаринского районов (рис. 2), меньше пашни обследовано в Наурзумском, Амангельдинском и Федоровском районах.

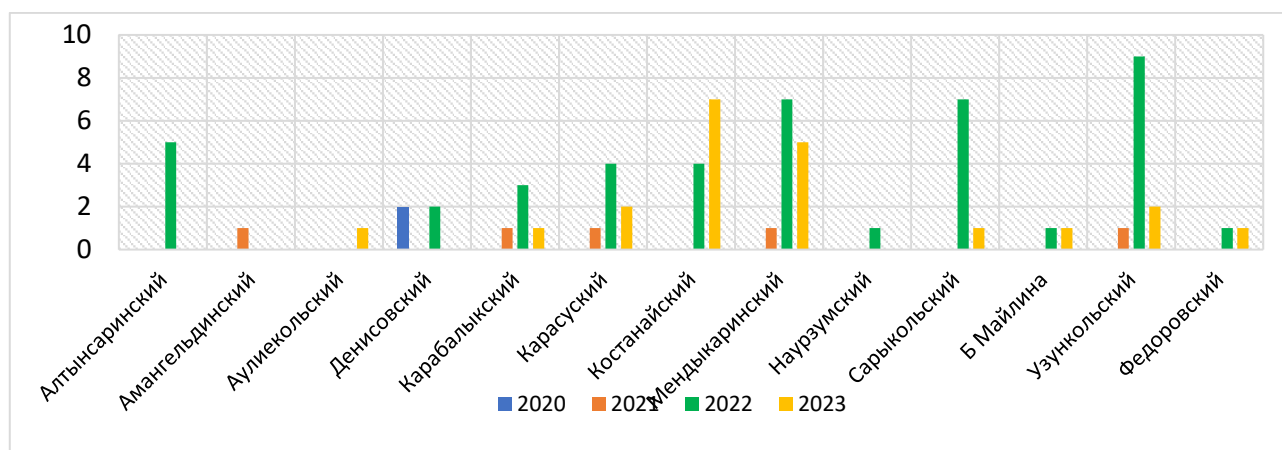


Рисунок 2 – Количество хозяйств, участвовавших в проведенных исследованиях по районам

Общая площадь обследованной пашни составила в 2020 году 0,001 млн. га, что составило 0,02 % от общей площади пашни региона, в 2021 году – 0,005 млн. га или 0,1 % от общей площади, в 2022 году – 0,076 млн. га, что составило 1,44 % от общей площади пашни области.

По данным статистики в 2022 году внесено минеральных удобрений на территорию пашни площадью 0,55 млн. га, а общая площадь пашни в области составила 5,26 млн. га, т.е. удобрено 10,5

% пашни. Нашей лабораторией проведены анализы агрохимического состава пашни на 0,082 млн. га (1,56 %), т.е. шестая часть площади после внесения удобрений. В условиях современных рыночных отношении, качества товаров и услуг, почва как основа производства продукции сельского хозяйства должна соответствовать своими характеристиками требованиям отрасли и сохранить свое плодородие. Агрохимический анализ позволяет контролировать, регулировать и сохранять содержание элементов питания для растений в почве и экономить затраты на внесение минеральных и органических удобрений.

Азотное питание повышает продуктивность растений. При этом листья имеют темно-зеленую окраску, растения хорошо кустятся, формируют крупные листья и полноценные репродуктивные органы, в которых ускоряется синтез белка, и они длительное время сохраняют жизнедеятельность. Это определяет возраст растения и его органов, уровень снабжения углеводами, перемещения продуктов синтеза, обеспечения фосфором, серой, калием, кальцием и микроэлементами. При усиленном азотном питании улучшается качество урожая кормовых культур и увеличивается содержание белка в зерне, поэтому важно контролировать содержание данного элемента в почве, для растений доступным считаются нитратный и аммонийный азот. По результатам анализов, проведенных в годы исследований, содержание нитратного азота в хозяйствах широко варьирует от очень низкого (3,12-3,94 мг/кг почвы) до повышенного (10,08-11,56 мг/кг почвы) среднее значение нитратного азота по районам области представлено на рисунке 3, по которому видно, что в большинстве количество нитратного азота соответствует среднему уровню по шкале обеспеченности почв, за исключением Наурзумского района.

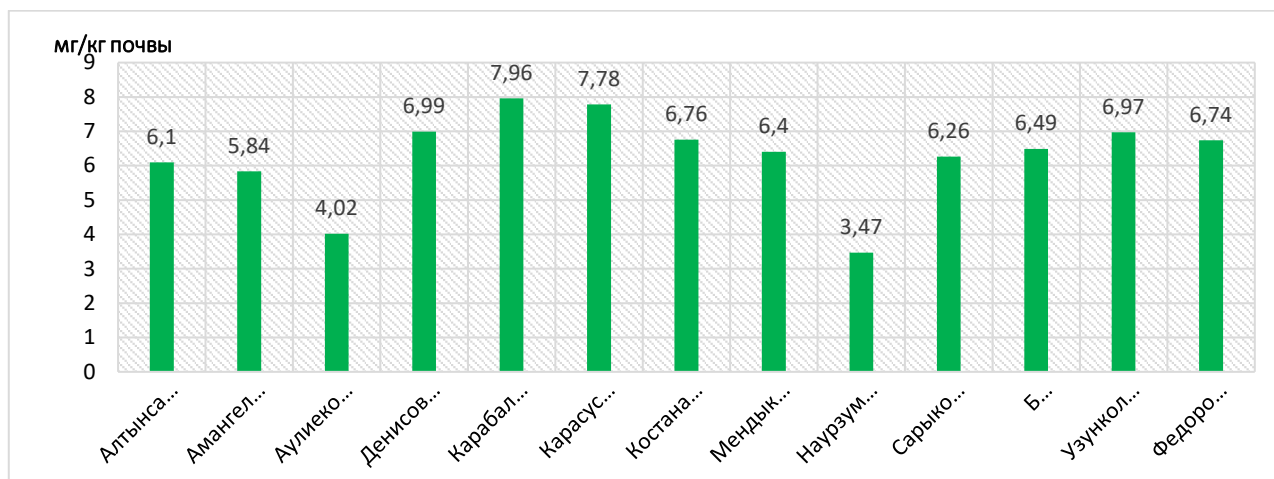


Рисунок 3 – Среднее содержание нитратного азота по районам области

Среднее содержание нитратного азота по районам области колеблется в пределах средней обеспеченности не зависимо от типа почвы, так как в большинстве случаев такой уровень обеспечен за счет внесения азотных удобрений. И максимальное его содержание сосредоточено в верхней части профиля почвы. Так же нитраты могут быстро мигрировать в нижние горизонты, смываться с осадками.

Важнейшим фактором регулирования фосфатного и калийного режимов почв является внесение удобрений. Содержание подвижных фосфатов очень сильно зависит от реакции почвенной среды, обычно на известкованных почвах отмечается снижение данного показателя. Как правило, основное количество фосфора и калия поступает в агроценозы с минеральными удобрениями [6, с. 1140]. Фосфор содержится в почве как в органической, так и в неорганической (минеральной) форме, а его растворимость в почве низкая. Фосфор в почвенном растворе находится в относительно низких концентрациях [7, с. 17].

При определении содержания подвижного фосфора по методу Мачигина (карбонатная) в некоторых хозяйствах отмечаются повышенные показатели, что говорит о внесении фосфорсодержащих удобрений в таких районах как Карабалыкский, Б. Майлина, Костанайский и Федоровский (35-37 мг/кг почвы). В остальных районах по результатам анализа содержание подвижного фосфора варьирует от 20 до 29 мг/кг почвы, что по обеспеченности почв можно отнести к среднему уровню (рис. 4), за исключением Амангельдинского района с очень низкой обеспеченностью подвижного фосфора – 3,0 мг/кг почвы. Так же максимальное содержание подвижного фосфора отмечено в хозяйствах Узункольского, Карасуского и Сарыкольского районов. По результатам исследований отмечалось низкое содержание менее 10,0 мг/кг почвы в хозяйствах Алтынскринского района.

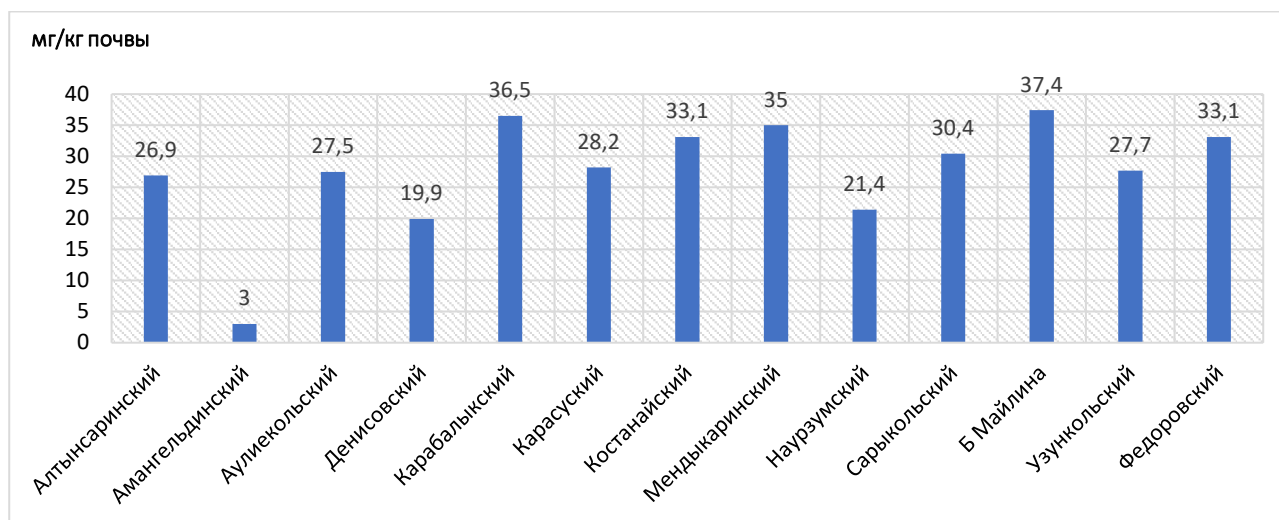


Рисунок 4 – Среднее содержание подвижного фосфора по районам области

Содержится подвижный калий в черноземных и каштановых почвах в слое 0-20 см больше, чем в нижних слоях и зависит от мехсостава почвы, больше калия с глинистой фракции почвы, поэтому тяжелоглинистые и тяжелосуглинистые почвы богаты калием, чем песчаные. Так же данные почвы относятся к почвам с большим запасом и малой подвижностью обменного калия. Подвижный калий – это сумма обменного (хорошо доступен растениям) и водорастворимого (полностью доступен растениям) калия.

В почвах пашни региона содержание подвижного калия в среднем по годам варьирует в пределах 550-850 мг/кг почвы – это высокое и очень высокое содержание (рис. 5). По районам области в годы исследований калий варьировал от 520-600 мг/кг почвы (Наурзумский, и Алтынсаринский) до 880-1000 мг/кг почвы (Мендыкаринский, Карасукский и Сарыкольский). Калий имеет важное значение в питании растений и его доступность зависит от климатических условий, степени увлажнения, и способах обработки почвы.

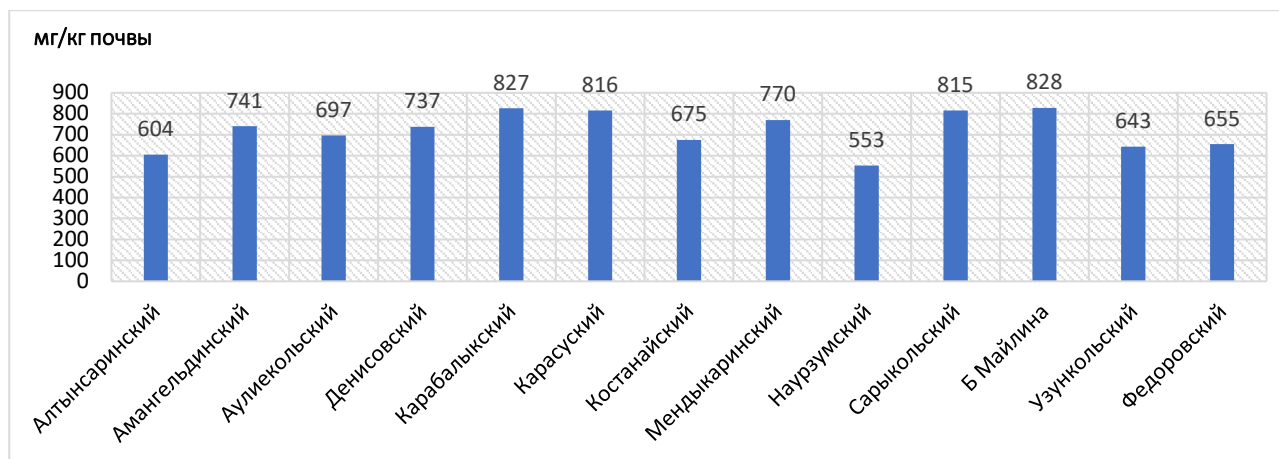


Рисунок 5 – Среднее содержание подвижного калия по районам области

Сера – определение подвижной серы проводили по методу ЦИНАО, это элемент, который хорошо накапливается даже в засушливые годы, участвует во многих процессах развития растений. По результатам исследований пашни можно отметить, что содержание подвижной серы колеблется в пределах 3,0 до 26,0 мг/кг почвы, от низкого до очень высокого, средний показатель по годам исследований так же варьирует очень широко (рис. 6).

Определение содержания подвижной серы в почвах пашни региона показало, что во всех районах присутствуют хозяйства с очень низким уровнем данного элемента, т.е. почва испытывает дефицит серы (Наурзумский), среднему уровню обеспеченности – 6,0-12,0 мг/кг почвы в районах Аулиекольского, Денисовского, Костанайского, Сарыкольского и Б. Майлина, но также есть отдельные хозяйства где уровень содержания подвижной серы составляет 16-18 мг/кг почвы (Алтынсаринский, Карасукский, Федоровский). Что вероятно говорит о чрезмерном внесении серосодержащего удобрения в почву. Следует помнить, что негативно на рост, развитие растений и плодородие почвы влияет как недостаток серы, так и избыток.

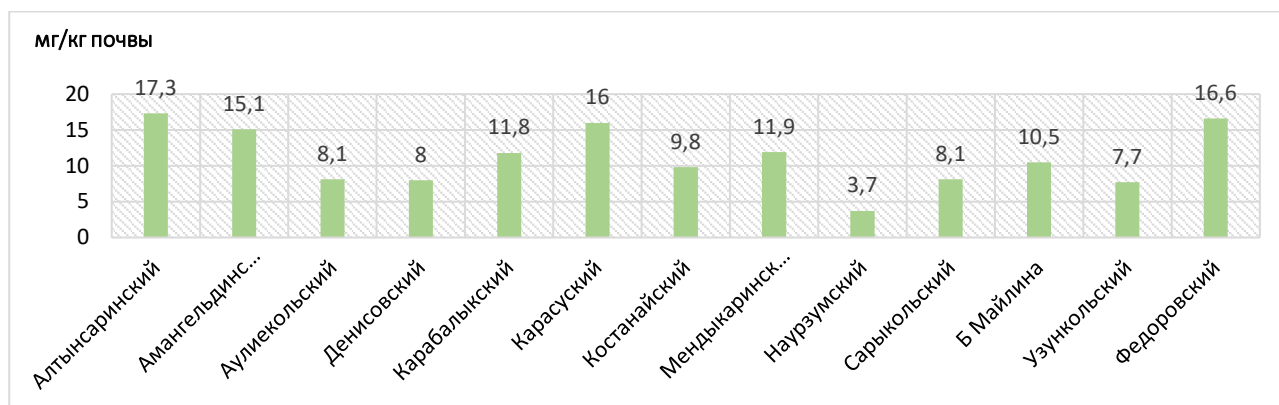


Рисунок 6 – Среднее содержание подвижной серы по районам области

Почвообразование – это длительный и непрерывный процесс, который может занять сотни или тысячи лет, и это необходимо для сохранения жизни на Земле. Климат, местность, растительность и деятельность человека могут влиять на скорость и тип почвообразования в определенном регионе.

Органическое вещество (гумус) – это показатель, который отвечает за плодородие почвы, накопление его происходит очень медленно, для черноземов Казахстана характерно его содержание в пределах 3-6 %, для темно-каштановые и каштановые почвы – 3,0-4,5 % гумуса, для бурых почв 1-2 %.

По результатам исследований заметно значительное его снижение до 2,9-3,3 % в черноземных и 1,9-2,5 % в темно-каштановых почвах, но есть пашня в которой отмечается повышенное его содержание – 6,1 %, в среднем по региону содержание гумуса составило 3,3-4,8 % (низкое и среднее содержание) (рис. 7), что говорит о снижении плодородия и необходимости его восполнения за счет внесения органических удобрений и соблюдения ресурсосберегающей агротехники возделывания сельскохозяйственных культур.

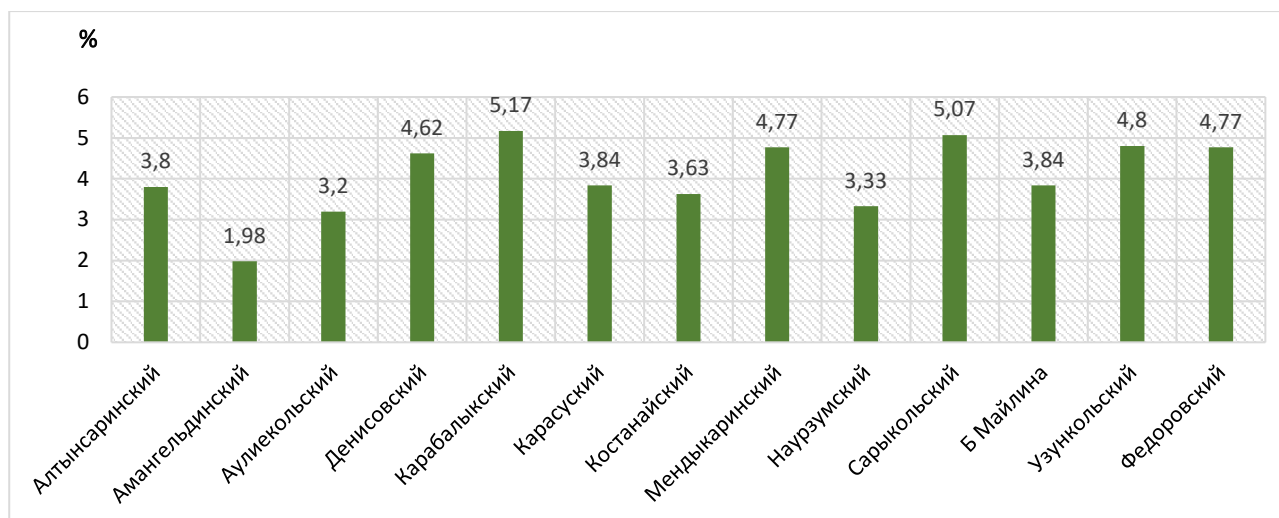


Рисунок 7 – Среднее содержание органического вещества по районам области

Результаты агрохимического анализа по содержанию органического вещества пашни показали, что уже есть почва в хозяйствах, где уровень плодородия является низким для черноземов и темно каштановых почв (Амангельдинский, Костанайский, Карасуский, Алтынсаринский и Наурзумский районы), со средним уровнем – Денисовский, Федоровский, Мендыкаринский и Узункольский районы, повышенный уровень гумуса (5-6 %) отмечен в хозяйствах Сарыкольского и Карабалыкского районов.

Что касается pH почвы, так как Костанайская область расположена в зоне черноземов, каштановых и бурых почв, а для этих почв pH в норме считается 7–7,5 (черноземов), 7,4-8,0 (темно-каштановых и бурых почв), а по результатам исследований показатель составил от 6,8 до 8,6 (рис. 8), максимальный показатель pH был 8,5-8,6, что говорит о подщелачивании почвы.

Результаты агрохимического анализа показали, что единицы хозяйств в районах, расположенных на севере и в центральной части области, сохранили pH почвы на уровне близком к нейтральному. В каждом районе почва пашни имеет слабощелочную или щелочную среду. Также отмечается что в Амангельдинском, Карасуском и Костанайском районах почва пашни с сильнощелочной реакцией (8,5 и выше).

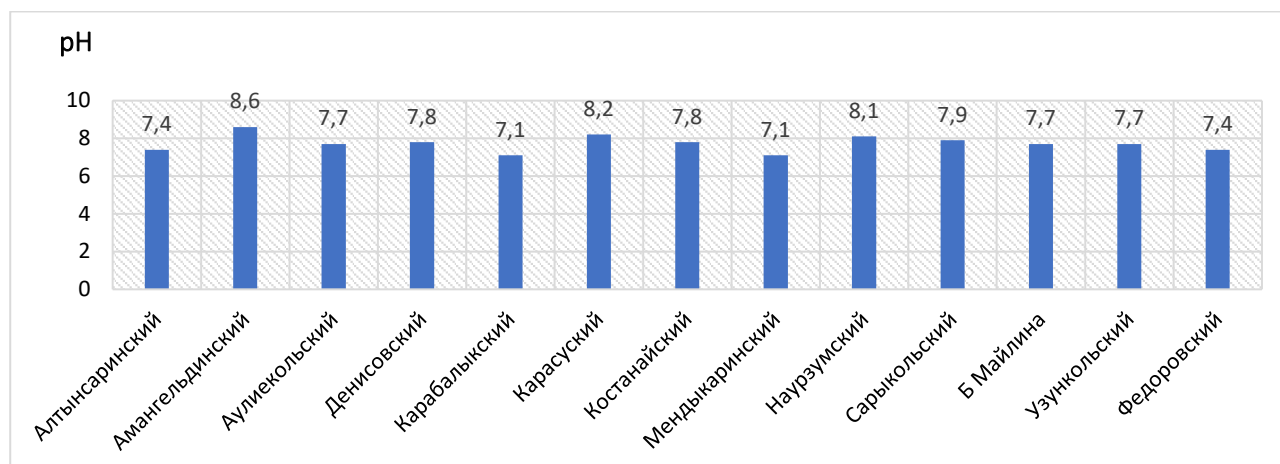


Рисунок 8 – Средний уровень реакции среды почвы по районам области

pH почвы зависит от климата, на который мы повлиять не можем, от избытка или недостатка влаги, также зависит от условий обработки почвы, которые можно регулировать в хозяйстве, т.к. от pH почвы зависит растворимость и усвояемость питательных веществ, и он может меняться в зависимости от применяемых удобрений.

Обсуждение. Агрохимическое исследование почв является важной составляющей агрономической практики и выполняется с целью оценки состояния почвы и определения ее плодородности. Вот несколько причин, почему такое исследование необходимо:

Определение плодородности почвы: Агрохимическое исследование позволяет определить содержание основных питательных элементов (азота, фосфора, калия и т.д.) в почве, что позволяет оценить плодородие и способность почвы поддерживать хороший урожай. Эти данные помогают сельскому хозяйству принимать решения относительно удобрений и агротехник для повышения урожайности, и качества почвы.

Подбор оптимальных удобрений: Исследование почвы позволяет определить ее потребности в питательных веществах и помогает выбрать наиболее эффективные удобрения для повышения плодородности почвы. Это помогает сельскому хозяйству увеличить эффективность применения удобрений и снизить избыточное использование удобрений, что в свою очередь способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Обнаружение наличия токсичных веществ: Агрохимическое исследование позволяет обнаружить наличие токсичных веществ, таких как тяжелые металлы и пестициды, в почве. Такие вещества могут негативно влиять на рост растений и качество урожая, а также на здоровье людей и животных, поэтому важно знать и контролировать их наличие.

Определение pH почвы: Агрохимическое исследование также помогает определить уровень реакции среды почвы, известной как pH. Это важно для определения возможности выращивания определенных типов растений, а также для корректировки pH с помощью добавления подходящих добавок, таких как известняк или сера.

Заключение. В целом, агрохимическое исследование почв является неотъемлемым инструментом для оптимального использования почвенных ресурсов, повышения плодородности почвы и улучшения урожайности сельскохозяйственных культур.

Агрохимическое исследование почв Костанайской области были проведены с целью изучения состава питательных веществ, уровня плодородия, показало, насколько она не однородна. Результаты варьируют от критически малого до необоснованно повышенного уровня в сравнении с грациями. По климатическим условиям регион относится к зоне неустойчивого увлажнения, периодически-промывной водный режим, рельеф равнинный. Данные исследования дали точечные оценки состояния почв на определенное время обследования, они характеризовали почвы вне связи с пространством и временем. Отмечается значительное снижение содержания органического вещества (гумуса), а процессы как было сказано ранее почвообразования очень медленные, восполнение утраченного плодородия важная задача, для эффективного возделывания сельскохозяйственных культур. Также отмечается повышение уровня pH почвы до сильнощелочной (pH-8,5), что влияет на усвояемость питательных элементов растениями, на процессы почвообразования. Поэтому агрохимический анализ необходим для более эффективного ведения сельского хозяйства, сохранения окружающей среды и благоприятной экологической обстановки. Нарушение природного баланса может привести к разрушению гумусного слоя, снижению урожайности сельскохозяйственных культур, нарушению обменной функции почв, появлению заболеваний, опасных, в том числе, и для человека.

Данное исследование предназначено для тех, кому не безразлично состояние пашни, полученного урожая, и может быть использовано в качестве руководства по сбалансированному и оптимальному вносу минеральных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Соцкова, Л.М., Чернов, Я.И. Мониторинг агрохимических показателей почв сельскохозяйственного назначения бахчисарайского района [Текст] / Л.М. Соцкова, Я.И. Чернов // Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2024. – Том 10(76). – №4. – с. 86-101.
2. Surinov A.V. Monitoring of the agrochemical state of agricultural chernozems of the forest-steppe zone of the central chernozem region of Russia [Text] / A.V. Surinov // BIO Web of Conferences. 2021. №36. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213603018>.
3. Туkenова, З.А., Алимжанова, М.Б., Ашимулы, К., Акылбекова, Т.Н. Влияние применения удобрений на физико-химические и биологические свойства почв в зоне орошения и богары Юго-Востока Казахстана [Текст] / З.А. Туkenова, М.Б. Алимжанова, К. Ашимулы, Т.Н. Акылбекова // Агрохимия. – 2021. – №5. – с. 21-36.
4. Касымова, Ж.С., Евлампиева, Е.П., Кливенко, А.Н., Садыкова, Р.А. Агрохимическое исследование плодородия почвы для оптимизации земледелия в агробиолaborатории [Текст] / Ж.С. Касымова, Е.П. Евлампиева, А.Н. Кливенко, Р.А. Садыкова // Вестник Университета Шакарима, №4(16), 2024. – с. 360-367. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-4\(16\)-46](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-4(16)-46).
5. Приказ и.о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 27 февраля 2015 года № 4-1/147 Об утверждении Правил проведения агрохимического обследования почв.
6. Kyrushin V.I. The management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive-landscape farm-ing systems [Text] / V.I. Kyrushin // Euras. Soil Sci. 2019. – V.52. – №9. – P. 1137-1145. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229319070068>.
7. Khusainov, A.T., Memeshov S.K., Durmekbayeva, Sh.N., Makhanova, S.K., Fakhrudanova, I.B., Kurmanbaeva, A.S. The Vascular Plant Flora Burabay National Park, Kazakhstan: Composition, Life Form Classification and Ecological Groups. [Text] / A.T. Khusainov, S.K. Memeshov, Sh.N. Durmekbayeva, S.K. Makhanova, I.B. Fakhrudanova, A.S. Kurmanbaeva // Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci. – 2024. – V94, P 553-561. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40011-024-01550-2>.

REFERENCES:

1. Sockova L.M., Chernov Ya.I. Monitoring agrohimicheskikh pokazatelej pochv sel'skoho-zyajstvennogo naznacheniya Bahchisarajskogo rajona [Monitoring of agrochemical parameters of agricultural soils in the Bakhchisarai district]. *Uchyony'e zapiski Kry'mskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo, Geografiya. Geologiya*, 2024, vol 10(76), no. 4, pp. 86-101. (In Russian)
2. Surinov A.V. Monitoring of the agrochemical state of agricultural chernozems of the forest-steppe zone of the central chernozem region of Russia. *BIO Web of Conferences*, 2021, no. 36. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213603018>.
3. Tukenova Z.A., Alimzhanova M.B., Ashimuly K., Akylbekova T.N. Vliyanie primeneniya udobrenij na fiziko-himicheskie i biologicheskie svojstva pochv v zone orosheniya i bogary' Yugo-Vostoka Kazahstana [The effect of fertilizer use on the physico-chemical and biological properties of soils in the irrigation and bogary zone of South-Eastern Kazakhstan]. *Agrohimiya*, 2021, no 5, pp. 21-36. (In Russian)
4. Kasymova Zh.S., Evlampieva E.P., Klivenko A.N., Sadykova R.A. Agrohimicheskoe issledovanie plodorodiya pochvy' dlya optimizacii zemledeliya v agrobiolaboratorii [Agrochemical study of soil fertility for optimizing agriculture in agrobiolaboratory]. *Vestnik Universiteta Shakarima*, 2024, no. 4(16), pp. 360-367. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-4\(16\)-46](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-4(16)-46). (In Russian)
5. Prikaz i.o. Ministra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 27 fevralya 2015 goda № 4-1/147 Ob utverzhdenii Pravil provedeniya agrohimicheskogo obsledovaniya pochv [Order of the acting Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated February 27, 2015 No. 4-1/147 On approval of the rules for conducting agrochemical soil examination]. (In Russian)
6. Kyrushin V.I. The management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive-landscape farm-ing systems. *Euras. Soil Sci.* 2019, vol. 52, no 9, pp. 1137-1145. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229319070068>
7. Khusainov A.T., Memeshov S.K., Durmekbayeva Sh.N., Makhanova S.K., Fakhrudanova I.B., Kurmanbaeva A.S. The Vascular Plant Flora Burabay National Park, Kazakhstan: Composition, Life Form Classification and Ecological Groups. *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci.*, 2024, vol. 94, pp. 553-561. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40011-024-01550-2>.

Сведения об авторах:

Кальяскарова Алмагуль Ербатыровна* – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией ТОО «AgroLab», Республика Казахстан, 150000, г. Петропавловск, ул. Сабита Муканова, 91, тел.: 87753334715, e-mail: a.kalyaskarova@agrolab.kz.

Аскарбекова Айнура Алтаевна – магистр, старший лаборант ТОО «AgroLab», Республика Казахстан, 150000, г. Петропавловск, ул. Магжана Жумабаева, 116, тел.: 87053344215, e-mail: aynura.tuyakbaeva@mail.ru.

Шаяхмет Нариман Шнарұлы – коммерческий директор ТОО «AgroLab», Республика Казахстан, 150000, г. Петропавловск, ул. Валиханова 40-34, тел.: 87778818331, e-mail: n.shayakhmet@agrolab.kz.

Кальяскарова Алмагуль Ербатыровна* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Agrolab» ЖШС зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, 150000, Петропавл қ., Сәбит Мұқанов көш, 91, тел.: 87753334715, e-mail: a.kalyaskarova@agrolab.kz.

Асқарбекова Айнура Алтаевна – магистр, «AgroLab» ЖШС аға зертханашысы, Қазақстан Республикасы, 150000, Петропавл қ., Мағжан Жұмабаев көш, 116, тел.: 87053344215, e-mail: aynura.tuyakbaeva@mail.ru.

Шаяхмет Нариман Шнарұлы – «AgroLab» ЖШС коммерциялық директоры, Қазақстан Республикасы, 150000, Петропавл қ., Уәлиханов көш, 40-34, тел.: 87778818331, e-mail: n.shayakhmet@agrolab.kz.

Kalyaskarova Almagul Yerbatyrovna* – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the laboratory of AgroLab LLP, Republic of Kazakhstan, 150000, Petropavlovsk, 91 Sabit Mukanov Str., tel.: 87753334715, e-mail: a.kalyaskarova@agrolab.kz.

Askarbekova Ainur Altayevna – Master, Senior laboratory assistant, AgroLab LLP, Republic of Kazakhstan, 150000, Petropavlovsk, 116 Magzhan Zhumabayev Str., tel.: 87053344215, e-mail: aynura.tuyakbaeva@mail.ru.

Shayakhmet Nariman Shnaruly – Commercial Director of AgroLab LLP, Republic of Kazakhstan, 150000, Petropavlovsk, 40-34 Valikhanov Str., tel.: 87778818331, e-mail: n.shayakhmet@agrolab.kz

XFTAP 68.41.31

ӨОЖ 631.95

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531175>

ҚАЗАҚСТАННЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МАҢЫЗЫ БАР СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРДЕГІ ТЕМІР МЕН МАРГАНЕЦТІҢ ҚҰРАМЫН АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ

Қуанышбаев С.Б. – география ғылымдарының докторы, Басқарма Төрағасы-Ректор, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Бугубаева А.У.* – а.ш.ғ.к., биология, экология және химия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Казбекова К.А. – «7М01503 Химия» БББ педагогика ғылымдарының магистрі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Нурсеитова А.М. – «7М05201 Геоэкология және табиғатты пайдалануды басқару» БББ магистратура білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада Қазақстан Республикасының Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймағындағы түптік шөгінділерді зерттеу нәтижелері келтірілген. Сынамаларды іріктеу қысқы кезеңде, төмен температура жағдайында су айдындарының мұз қабатының астынан жүргізілді. Зерттеу нәтижелері, түптік шөгінділерде темір мен марганец сияқты ауыр элементтердің құрамын анықтау арқылы көрсетілген. Бұл элементтердің орташа мөлшері оксидтік түрден элементтік түрге қайта есептеуді ескере отырып, жер қыртысындағы элементтердің кларк мөндерінің орташа деңгейінен аспайтыны анықталды. Алынған нәтижелер БҰҰ ЕЭК жұмыс тобының трансшекаралық және халықаралық көлдерді мониторингтеу мен бағалауға арналған басшылық қағидаттарының ережелеріне сәйкес келеді. Аталған құжатта түптік шөгінділердің ірі түйіршікті компоненттері үшін ауыр металдардың төмен мөлшері тән екендігі атап көрсетілген. Осы зерттеудің нәтижелерін қалыпты климаттық аймақтардағы ағынды су қоймаларының түптік шөгінділерінің сапалық құрамына қатысты анықтамалық ақпарат ретінде, тұщы ағынды су қоймаларының түптік шөгінділерінің сапалық және уытты көрсеткіштеріне кешенді баға беру бойынша әдістемелік ұсы-

нымдар ретінде, түптік шөгінділердің қатты фазалық түрлерін экспресс-рентгенофлуоресценттік спектрлік әдістермен талдау жүргізу бойынша әдістемелік нұсқаулық ретінде, сондай-ақ ауыл шаруашылығы мақсаттарына арналған су қоймаларындағы ауыр металдардың мөлшерін мониторингтеуге пайдалану ұсынылады.

Түйінді сөздер: темірдің мөлшері, марганецтің мөлшері, су қоймасы, түптік шөгінділер, рентгенофлуоресценттік спектрлік талдау, корреляциялық тәуелділік.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННО ЗНАЧИМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ КАЗАХСТАНА

Куанышбаев С.Б. – доктор географических наук, Председатель Правления-Ректор, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Бугубаева А.У.* – к.с.-х.н. ассоциированный профессор кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Костанай, Республика Казахстан.

Казбекова К.А. – магистр педагогических наук по ОП 7М01503 – Химия, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Нурсеитова А.М. – обучающийся магистратуры ОП 7М05201 – Геоэкология и управление природопользованием, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье представлены результаты исследований донных отложений прибрежной зоны Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ Республики Казахстан. Отбор проб проводился в зимний период в условиях низких температур из-под ледового покрова водоемов. Результаты исследования представляют собой содержание тяжелых элементов, таких как железо и марганец, в донных отложениях. Было выяснено, что среднее содержание данных элементов, с учетом перерасчета с оксидной формы в элементную, не превышает средних значений кларков элементов в земной коре. Полученные результаты согласуются с положениями Руководящих принципов мониторинга и оценки трансграничных и международных озер рабочей группы ЕЭК ООН, которые подчеркивают, что для грубозернистых компонентов донных отложений характерны низкие уровни содержания тяжелых металлов. Результаты настоящих исследований можно использовать в качестве справочных информационных данных по качественному составу донных отложений проточных водоемов умеренных климатических регионов, методических рекомендаций по организации и проведению комплексной оценки качественных и токсических показателей донных отложений пресноводных проточных водоемов, методических рекомендаций по организации и проведению экспрессных рентгенофлуоресцентных спектральных методов анализа твердофазных форм донных отложений, а также для мониторинга содержания тяжелых металлов в водоёмах, предназначенных для сельскохозяйственных нужд.

Ключевые слова: содержание железа, содержание марганца, водохранилище, донные отложения, рентгенофлуоресцентный спектральный анализ, корреляционная зависимость.

AGROECOLOGICAL CONTROL OF IRON AND MANGANESE CONTENT IN BOTTOM SEDIMENTS OF KAZAKHSTANI AGRICULTURAL RESERVOIRS

Kuanyshbayev S.B. – Doctor of Geographical Sciences, Chairperson of the Board-President, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Bugubayeva A.U.* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Kazbekova K.A. – Master of Pedagogical Sciences, “7M01503-Chemistry” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Nurseitova A.M. – Master’s student, “7M05201-Geoecology and Environmental Management” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article presents the results of studies on bottom sediments in the coastal zones of the Verkhnetobol and Karatomar reservoirs in the Republic of Kazakhstan. Sampling was carried out during the winter under low-temperature conditions from beneath the ice cover of the reservoirs. The findings reflect the concentrations of heavy elements, such as iron and manganese, in the bottom sediments. It was found that the average content of these elements, recalculated from their oxide form to the elemental form, does not exceed the average Clarke values of elements in the Earth’s crust. The obtained results are consistent with the provisions of the UNECE Guidelines on Monitoring and Assessment of Transboundary and International Lakes, which

emphasize that coarse-grained components of bottom sediments are typically characterized by low levels of heavy metal content. The results of this study may serve as reference information on the qualitative composition of bottom sediments in flowing water bodies of temperate climate regions; as methodological recommendations for organizing and conducting comprehensive assessments of qualitative and toxic indicators of bottom sediments in freshwater flowing water bodies; as methodological guidance for implementing rapid X-ray fluorescence spectral analysis of solid-phase forms of bottom sediments; and for monitoring heavy metal content in agricultural water bodies.

Key words: iron content, manganese content, reservoir, bottom sediments, X-ray fluorescence spectral analysis, correlation dependence.

Кіріспе. Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймалары Қостанай облысында орналасқан маңызды су нысандарының қатарына жатады. Аталған су қоймаларының жалпы көлемі тиісінше 816,6 млн м³ және 791 млн м³ құрайды. Бұл су қоймаларының маңызды міндеттерінің бірі – аталған өңірдің ауыл шаруашылығы жерлерін суару болып табылады. [1,2] Осыған байланысты су қоймаларында темір мен марганец сияқты ықтимал қауіпті химиялық заттардың құрамын бақылау қажеттілігі туындайды. Бұл химиялық элементтер ауыр металдар тобына жатады, сондықтан олардың ағзада жиналуы мен жоғары концентрациясы токсикологиялық әсер тудырады.

Сонымен қатар, марганец (Mn) пен темір (Fe) өсімдіктер физиологиясында маңызды рөл атқарады, олар фотосинтез, тыныс алу, азот алмасуы және тотығу стрессінен қорғану үдерістеріне қатысады. Олардың топырақ пен өсімдік тіңдеріндегі мөлшері мен арақатынасы ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуіне, дамуына және өнімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Бұл элементтердің ауыл шаруашылығы дақылдарына тигізетін әсерін қарастырайық.

Марганец бірқатар ферменттер үшін кофактор болып табылады, олардың қатарына супероксид-дисмутаза, оксалаксоксидазалар және лигнин, изопреноидтар мен гормондардың синтезіне қатысатын ферменттер жатады. Әсіресе марганецтің фотожүйе II-ге (PSII) қатысуы ерекше маңызды, онда ол судың ыдырауын катализдейтін оттегі-бөлу кешенінің құрамына кіреді [3. 11 б.].

Марганецтің артық мөлшері хлорозды, некрозды, жапырақтарда дақтардың пайда болуын және фотосинтездің бұзылуын тудыруы мүмкін. Өсімдіктердің түрлері мен сорттарына байланысты марганецке сезімталдық деңгейі әртүрлі болады. Мысалы, соя дақылында марганецтің артық мөлшері, әсіресе кальций, темір және магний тапшылығы жағдайында, құрғақ заттардың массасын және хлорофилл синтезін азайтады [4. 371 б.]. Сондай-ақ, марганецтің жоғары дозалары тамырлардың өсуін және басқа қоректік заттардың сіңуін шектейді [5. 183 б.].

Марганец тапшылығы көбінесе сілтілі және жақсы ауа алмасатын, әсіресе органикалық заттарға бай топырақтарда айқын байқалады. Бұл фотосинтездің бұзылуына, белсенді оттегі түрлерінің жиналуына және өнімділіктің төмендеуіне алып келеді [3. 14 б.].

Темір хлорофиллдің синтезіне, сондай-ақ тыныс алу және фотосинтез үдерістерінің жүруіне қатысады. Оның тапшылығы көбінесе сілтілі топырақтарда, әсіресе топырақты әктегеннен кейін байқалады. Темірдің жетіспеушілігі хлорозға, фотосинтетикалық белсенділіктің төмендеуіне және өнімділіктің азаюына себеп болады [6. 1181 б.].

Сояға жүргізілген зерттеулер марганецтің жоғары концентрациясы темірдің сіңуін тежеп, оның жетіспеушілік белгілерін тудыруы мүмкін екенін көрсетті. Қоректік ерітіндіге темір қосу марганецтің уытты әсерін жұмсартып, өсімдіктердің өсуін жақсартады [7. 3236]. Ұқсас нәтижелер күріш пен арпаға да тән: бұл дақылдарда марганецтің уыттылығы өнімділікті төмендетіп, темірдің тіңдердегі таралуына әсер етеді [8. 225 б.].

Темір мен марганецті жапырақ арқылы қоректендіру түрінде қолдану бидай өнімділігі мен дәндегі микроэлементтер мөлшерін арттырады. Ең жоғары әсер темір мен марганецті жапырақ арқылы қоректендірумен қатар 80 кг мырыш сульфатын бірге енгізу арқылы байқалады [9. 1326 б.].

Марганец пен темірді енгізу өсімдіктердің қоректенуіне ғана емес, сонымен қатар топырақтың химиялық қасиеттеріне де әсер етеді. Марганец мөлшерінің артуы тамыр ұзындығын және фотосинтез қарқындылығын арттырса, темір – жер үсті бөлігінің массасын, дән мөлшерін және хлорофилл деңгейін жоғарылатады [6. 1184 б.].

Айта кету керек, суару үшін пайдаланылатын су ресурстарын ғана қарастыру шектеулі. Су қоймалары – бұл қажет болған жағдайда су алынатын оқшауланған су айдындары. Сондықтан түптік шөгінділерді зерттеу маңызды, өйткені «су-тұнба» жүйесінде химиялық элементтердің миграция процесі жүреді.

Мысалы, Мексика шығанағының континенттік қайраңының жағалау аймағында жүргізілген зерттеу өзен сағаларында және гипоксия жағдайында темір мен марганецтің түптік шөгінділерден су бағанына айтарлықтай бөлінетінін көрсетеді. Бұл процесс оттегінің мөлшері азайған кезде күшейе түседі, себебі ол металл оксидтерінің тотықсыздануына және кейіннен олардың судың түпкі қабаттарына диффузиялануына байланысты [10. 7 б.].

Түптік шөгінділеріндегі темір мен марганецтің тіршілік ету формалары көбінесе олардың миграцияға бейімділігі мен биожетімділік деңгейін анықтайды. pH төмендеген және деоксигенация жағдайын-

да бұл элементтердің қозғалғыштығы артып, су ортасының ықтимал қайталама ластануына алып келеді. Бұл, әсіресе, эвтрофикацияға немесе антропогендік әсерге ұшыраған су айдындары үшін аса маңызды. Металдардың биожетімділігіне арналған зерттеу авторлары тотығу-тотықсыздану редокс жағдайлары өзгерген кезде бұл элементтердің ерігіш формаға ауысып, су организмдеріне қолжетімді болатынын және қоректік тізбектерге тартылатынын анықтаған [11. 148 б.].

Түптік шөгінділердің геомеханикалық сипаттамалары – олардың тығыздығы, кеуектілігі және қалыңдығы – «су-тұнба» жүйесінде темір мен марганецтің тік және көлденең бағытта қайта бөлінуіне тікелей әсер етеді. Өзен жүйелерінде жүргізілген зерттеу шөгінді қабатының қалыңдығы артқан сайын металдардың терең қабаттарда жиналуына ықпал ететінін көрсетті. Ал жұқа әрі борпылдақ шөгінділер фильтрация және ағыс жағдайлары өзгерген кезде металдарды суға оңай бөледі [12. 6 б.].

Ресейдің солтүстік-батысындағы Онега көлі мен шағын көлдер сияқты көл экосистемалерінде темір мен марганец «су-тұнба» шекарасына жақын аймақта пайда болатын қабатты түзілімдер – конкрециялар түзеді. Бұл түзілімдердің өсуі мен құрамына әсер ететін негізгі фактор – жергілікті тотығу-тотықсыздану редокс потенциалы болып табылады. Оттегі бар жағдайда Fe^{2+} және Mn^{2+} тотығып, олардың оксидтері тұнбаға түседі, ал тотықсыздану жағдайында бұл элементтердің еру процесі басталады [13. 11 б.].

Температурадан туындаған металдардың миграциясын эксперименттік модельдеу судың температурасы марганецтің миграциялық (көші-қон) қабілетіне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Температура жоғарылаған кезде микроорганизмдердің белсенділігі мен оксидтердің тотықсыздану қарқындылығы артып, судағы марганец концентрациясының өсуіне әкеледі. Ал темір аз қозғалғыш күйінде қалып, негізінен қатты фазада сақталады [14. 407 б.].

Осылайша, темір мен марганец сыртқы жағдайлардың – температураның, рН деңгейінің, оттегі мөлшерінің және шөгінділердің геохимиялық құрамының – өзгеруіне жоғары сезімталдық танытады. Олардың «су-тұнба» жүйесіндегі миграциясы физика-химиялық факторлармен қатар биогеохимиялық белсенділік арқылы да реттеледі. Бұл процестерді терең түсіну су айдындарының экологиялық жағдайын бағалау және ластану әсерін болжау үшін аса маңызды.

Бұл зерттеудің өзектілігі ауыр металдарды, атап айтқанда темір мен марганецті жинақтау және түрлендіру қабілеті бар су қоймалары экосистемінің маңызды құрамдас бөлігі ретінде түптік шөгінділерді кешенді түрде бағалау қажеттілігімен негізделеді. Түптік шөгінділер су айдындарының экологиялық жағдайын қалыптастыруда шешуші рөл атқарады және халықаралық ұсынымдарға (ЕЭК, БҰҰ) сәйкес міндетті мониторингке жатады. Мұндай бағалау Қостанай облысының стратегиялық маңызы бар су қоймалары – Қаратомар және Жоғарғы Тобыл үшін аса маңызды, өйткені осы су қоймалары өңірдің сумен қамтамасыз етілуі, ауыл шаруашылығы және экологиялық қауіпсіздігімен тікелей байланысты. Қазақстанда нормативтік базаның шектеулігі және осы саладағы зерттеулердің сирек жүргізілуі жағдайында түптік шөгінділерге мониторинг жүргізу су ресурстарын тиімді пайдалану мен қорғау үшін ерекше мәнге ие.

Мақсат, міндеттер. Бұл зерттеудің мақсаты – Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймаларының түптік шөгінділеріндегі темір мен марганецтің құрамына кешенді баға беру, олардың экологиялық жағдайын талдау және Солтүстік Қазақстан жағдайында мониторинг жүргізуге арналған әдістемелік ұсынымдар әзірлеу. Мақсатқа жету үшін түптік шөгінділердегі темір мен марганецтің мөлшерін анықтау, корреляциялық және рентгенфлуоресценттік талдау жүргізу, геофакторлардың әсерін бағалау, нормативтік талаптармен салыстыру және халықаралық тәсілдердің қолданылу мүмкіндігін қарастыру міндеттері қойылды.

Зерттеудің материалдары мен әдістері. ГОСТ 17.1.5.01-80 стандартына сәйкес, түптік шөгінділер – бұл табиғи және техногендік шығу тегі бар заттардың әсерінен су айдындарында жүретін физика-химиялық және биохимиялық үдерістер нәтижесінде түзіледі. Бұл шөгінділер су объектісінің түбіне шөгіп қалған қатты бөлшектерден тұрады және су мен минералдық негіздің түйісу аймағында орналасқан ерекше табиғи нысан болып саналады.

Сынама алу процесі аналитикалық зерттеулер жүргізілгенге дейін құрылымы мен химиялық құрамының талданатын көрсеткіштерінің тұрақтылығын қамтамасыз етуі тиіс. Осыған байланысты мемлекетаралық және ұлттық нормативтік құжаттардың талаптары мен ұсынымдары ескерілді:

1. ГОСТ 17.1.5.01-80 Табиғатты қорғау. Гидросфера. Ластануға талдау жүргізу үшін су объектілерінің түптік шөгінділерінен сынама алуға қойылатын жалпы талаптар.

2. ПНД Ф 12.1:2.2:2.3:3.2-03 әдістемелік ұсынымдар. Топырақ, топырақ жыныстары, түптік шөгінділер, лайлар, сарқынды сулардың тұнбалары, өнеркәсіптік сарқынды сулардың шламдары, сондай-ақ өндірістік және тұтыну қалдықтарының сынамаларын іріктеу.

3. РД 52.24.609-2013 басшылық құжат. Су объектілерінің түптік шөгінділеріндегі ластаушы заттардың болуына бақылауды ұйымдастыру және жүргізу.

Бұл нормативтік құжаттар құрам мен қасиеттер көрсеткіштерін анықтауға арналған сынамаларды іріктеу, тасымалдау және сақтауға дайындау бойынша жалпы талаптарды белгілейді. Стандарттар сынама алу орны мен іріктеу кезеңділігі су объектісінің ерекшеліктеріне қарай зерттеу бағдарламасына сәйкес айқындалатынын атап көрсетеді. Құжаттар зерттеу мақсаттары мен анықталатын көрсеткіштер

тізіміне сәйкес сынама алуға кең мүмкіндіктер ұсынады. Бұл мүмкіндіктер іріктеу барысында көрсеткіштер мәндерінің ықтимал өзгерістерін барынша азайтуға бағытталған.

Түптік шөгінділердің химиялық құрамын зерттеудің бірыңғай жүйесі жоқ екенін ескеру қажет. Сондықтан бағалау кезінде су, топырақ және минералдық заттардың химиялық құрам көрсеткіштерін бақылауға негізделген әдістерді басшылыққа алу қажет. Түптік шөгінділердің химиялық көрсеткіштерін бағалау барысында топырақ пен суға химиялық бақылау жүргізгендегідей, іс жүзінде ұқсас талдау әдістерін қолдану жоспарлануда [15. 76.; 17. 106.].

Агрохимиялық бақылаудың заманауи технологияларын енгізудің маңыздылығын атап өту қажет. Рентген-флуоресцентті спектрлік талдау (РФСА) әдісін қолдану зерттеулердің жылдамдығы мен көлемін едәуір арттыруға мүмкіндік береді. РФСА әдісі элементтің сипаттамалық флуоресценциясының қарқындылығы мен оның талданатын үлгідегі массалық үлесі арасындағы тәуелділікке негізделген.

Біздің зерттеуімізде Olympus VANTA C типті рентген-флуоресцентті спектрометр қолданылды. Бұл құрылғы Mg-ден бастап U-ге дейінгі химиялық элементтердің құрамын ppm-нің оннан бір бөлігіне дейінгі концентрацияда аналитикалық дәлдікпен бағалауға мүмкіндік береді. Жабдықты пайдалану ыңғайлы, әрі жоғары дәлдік пен зерттеулердің жедел жүргізілуін қамтамасыз етеді.

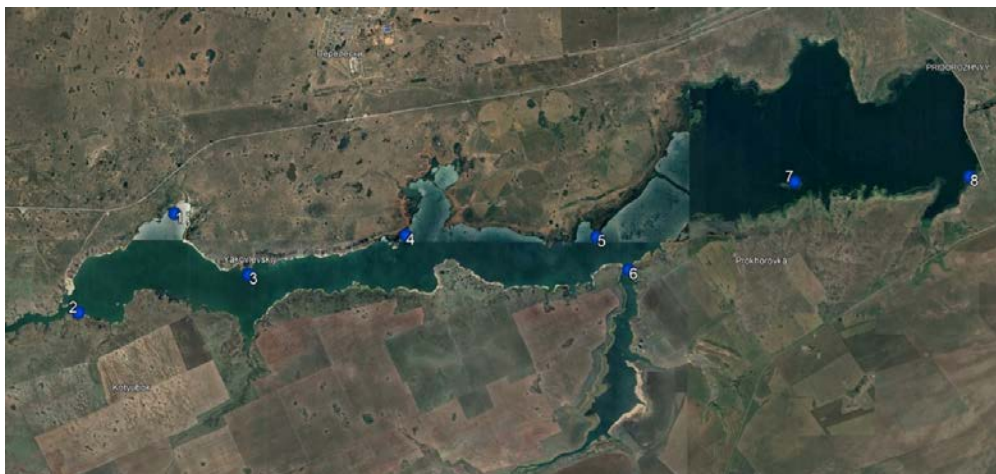
Аналитикалық жабдықты калибрлеу құрамында химиялық компоненттер белгілі топырақ материалдарының қасиеттері мен құрамының стандартты үлгілерін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл өлшеулердің дәлдігін нормативтік құжаттарға сәйкес қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Зерттеу барысында өлшеу жабдықтарын калибрлеу және жүргізілетін сынақтардың сапасын бағалау мақсатында келесі стандартты үлгілер пайдаланылды:

1. СГХ-3 (МСУ 3132-85) типіндегі терригенді фондық лайдың құрамы бойынша стандартты үлгі.
2. БИЛ-1 (МСУ 7126-94) типіндегі Байкал лайының құрамы бойынша стандартты үлгі.
3. БИЛ-2 (МСУ 7176-95) типіндегі Байкал көлі түптік шөгінділердің құрамы бойынша стандартты үлгі.
4. СГ-3 (МСУ 3333-85) типіндегі сілтілі апаитті граниттің құрамы бойынша стандартты үлгі.
5. СИ-3 (МСУ 3192-85) типіндегі далашпатты қамтитын доломиттің құрамы бойынша стандартты үлгі.

Түптік шөгінділердегі ықтимал уытты элементтердің концентрациясын бағалау кезінде топырақтағы құрамдас бөліктердің нормативтеріне сүйенген жөн, себебі түптік шөгінділердегі элементтердің шекті рұқсат етілген концентрацияларына (ШРК) нормативтік талаптар белгіленбеген. Гигиеналық стандарттар талаптарына сәйкес [18. 9 б.], шекті рұқсат етілген концентрациялар (ШРК) элементтердің қозғалмалы формаларына да, жалпы құрамына да қатысты белгіленуі мүмкін. ШРК сәйкестігін бағалау барысында элементтердің жалпы құрамындағы формалық ерекшеліктеріне назар аудару қажет. Сондай-ақ, элементтің Кларк ұғымын ескерген жөн. Кларк элементі немесе Кларк саны осы жүйенің жалпы массасына қатысты жер қыртысындағы, су объектілеріндегі, қалалық аумақтардың топырақтарындағы химиялық элементтердің орташа құрамын білдіреді. Дегенмен, әртүрлі зерттеушілер Кларк мәндерін мазмұн объектілеріне байланысты әртүрлі түрде келтіретінін ескеру қажет [19. 21 б.; 21. 1276 б.].

Өлшеу нәтижелерін және олардың статистикалық өңдеуін дұрыс жүргізу үшін ғылыми ұсыныстар мен нормативтік талаптарды ескеру қажет [22. 265 б.; 23. 6 б.]. Кездейсоқ өзгерістерді бағалау қалыпты үлестірім заңы немесе логарифмдік қалыпты үлестірім заңы негізінде жүргізілді. Өлшеу нәтижелерінің статистикалық өңдеуі 2024 жылғы нұсқадағы «Талдау» кеңейтімімен бірге стандартты Excel бағдарламалық пакетін пайдалану арқылы жүзеге асырылды [24, 25].

Нәтижелер және талқылау. Түптік шөгінділерден сынама алу 2024 жылдың наурыз айының басында жүргізілді, себебі бұл аймақ үшін ақпан-наурыз маусымы тұрақты және қалың қар жамылғысымен сипатталады. Су қоймалары учаскелеріндегі түптік шөгінділер мен су сынамаларын алу нүктелері тиісінше 1 және 2-суреттерде белгіленген. Сынама алу нүктелері арасындағы қашықтық орта есеппен 1–6 км аралығында болды.



1 сурет – Жоғарғы Тобыл су қоймасы учаскелеріндегі сынама алу нүктелері

1 кесте – Жоғарғы Тобыл су қоймасынан алынған түптік шөгінді үлгілеріндегі негізгі химиялық компоненттердің құрамы

Көрсеткіш (г/кг)	Сынама нөмірі және іріктеу нүктесі								ШРК, г/кг		Орташа мән	СКА	ВК, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	Қозғал- малы форма	Жалпы мөлшері			
Fe₂O₃	96,68	55,75	43,09	30,38	20,51	25,42	38,29	28,65	-	-	42,35	23,03	54,4
MnO	1,26	1,07	0,58	0,51	0,39	0,27	0,77	0,49	-	1,5*	0,67	0,32	48,2



2 сурет – Каратомар су қоймасы учаскелеріндегі сынама алу нүктелері

Жүргізілген жұмыстар барысында су қоймаларында іріктелген түптік шөгінді үлгілерінің химиялық құрамы зерттелді. Зертханалық зерттеулер нәтижесінде Fe (Fe₂O₃ түрінде қайта есептелген) және Mn (MnO түрінде қайта есептелген) элементтерінің жалпы (валдық) мөлшері бойынша көрсеткіштер алынды.

2 кесте – Қаратомар су қоймасының түптік шөгінділерінің үлгілерінің сынамаларындағы негізгі химиялық компоненттердің құрамы

Сынама нөмірі және іріктеу нүктесі	№	Fe ₂ O ₃	MnO
	1	36,32	0,73
	2	32,8	0,66
	3	13,28	0,20
	4	18,69	0,45
	5	23,06	0,45
	6	37,11	0,23
	7	26,50	0,20
	8	10,63	0,08
	9	33,32	0,78
ШРК г/кг	Қозғалмалы форма	-	-
	Жалпы мөлшері	-	1,5*
Орташа мән		25,75	0,42
СКА		9,94	0,26
ВК, %		38,59	61,79

Ескертпелер:

*Жалпы санитарлық шектеуші зияндылық көрсеткіші

-Бұл көрсеткіш үшін ШРК нормативтік құжатта белгіленбеген [18. 7 б.]

СКА – стандартты квадраттық ауытқу

БК – вариация коэффициенті

1 және 2-кестеде су қоймаларының жекелеген учаскелерінен алынған түптік шөгінділер сынама-ларындағы негізгі химиялық компоненттердің мөлшері көрсетілген. Су қоймаларының түптік шөгінділер үлгілерінің химиялық құрамы негізінен темір және марганец оксидтерінен тұрады. Сонымен қатар, жалпы су қоймасы бойынша орташа мән-дер мен олардың стандартты квадраттық ауытқуы (СКА) келтірілген. Көптеген сынамалар үшін СКА орташа мәннің 50%-ынан аспайды. Бұл түптік шөгінділер құрамының барлық іріктеу нүктелерінде жеткілікті тұрақты екенін көрсетеді.

Жоғарғы Тобыл су қоймасы бойынша темір (III) оксидінің Fe_2O_3 мәні 9 96,68-ден 20,51 г/кг-ға дейін, орташа мәні 42,35 г/кг құрайды. Марганец (II) оксидінің MnO мәні – 1,26-дан 0,27 г / кг-ға дейін, орташа – 0,67 г/кг. Fe_2O_3 ең жоғары концентрациясы №1 сынамада байқалады, бұл темірдің нүктелік жеткізілуін немесе жиналуын көрсетуі мүмкін (мысалы, судың тоқырау аймағында немесе түбіне жақын). MnO біркелкі таратылады, бірақ сонымен бірге №1 үлгідегі максимумды көрсетеді.

Қаратомар су қоймасы бойынша темір (III) оксидінің Fe_2O_3 мәндік диапазоны 10,63–37,11 г/кг, орташа мәні – 25,75 г/кг. Марганец (II) оксиді MnO үшін: 0,08-ден 0,78 г / кг-ға дейін, орташа-0,42 г / кг. Мұнда Fe_2O_3 Максим максимумы №1 және №6 үлгілерде болады, бұл жергілікті жинақтау ошақтарымен байланысты болуы мүмкін. Минимумдар №3 және №8 сынамаларда жазылады, бұл белсенді көші-қонды немесе жууды көрсетеді. Алынған деректер ұқсас объектілердің ғылыми сипаттамаларымен жақсы үйлеседі.

Түптік шөгінділердегі темір (III) оксиді Fe_2O_3 және марганец (II) оксидінің MnO ұтқырлығы тотығу-тотықсыздану жағдайларымен байланысты. Тотықсыздану жағдайында (оттегі тапшылығы) Fe^{3+} және Mn^{4+} түптік шөгінділерден суға көшу арқылы Fe^{2+} және Mn^{3+} еритін түрлеріне дейін тотықсыздануы мүмкін. Концентрациясы жоғары жерлерде тұндыру гидроксидтер/оксидтер түрінде, әсіресе су турбуленттілігі бар аймақтарда жүреді деп болжауға болады. Төмен мән-дер су бағанының ықтимал десорбциясын немесе көші-қонын көрсетеді, әсіресе термиялық стратификациямен жазғы маусымда.

Авторлардың [19. 226.; 21. 1283 б.] деректері бойынша жер қыртысындағы марганецтің кларкы 800–1000 мг/кг, ал темірдің кларкы 42000–56300 мг/кг аралығында ауытқиды. Темір (оксидтік түрінен элементтік түрге қайта есептеу ескерілген) және марганец (сондай-ақ қайта есептеу ескерілген) сияқты элементтердің жалпы орташа құрамы жер қыртысындағы кларк мән-дерінен аспайды.

Талдау жұмыстарын жаңа үлгілерге жасау арқылы зерттеуді толтықтыру алдағы уақытта қойылған мақсат болып табылады.

Қорытынды. Қазақстан Республикасының солтүстік өңіріндегі Жоғарғы Тобол және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймағындағы түптік шөгінділерді зерттеу нәтижесінде ауыр металдардың (темір және марганец) құрамы анықталды. Қыс мезгілінде су қоймаларының мұз жамылғысы астынан түптік шөгінділер мен су үлгілерін алу әдістері пысықталды.

Түптік шөгінділерді құрайтын негізгі химиялық компоненттер темір және марганец оксидтері екені анықталды, бұл тұщы су қоймаларының түбіне қатысты әртүрлі авторлар бұрын жүргізген зерттеулердің нәтижелерін растайды. Марганецтің жалпы түрдегі мөлшері шекті рұқсат етілген концентрация (ШРК) нормаларынан аспайды. Темір мен марганецтің мөлшері (оксидтік түрінен элементтік түрге қайта есептеу ескерілген жағдайда) жер қыртысындағы осы элементтердің кларк мән-дерінің орташа деңгейінен аспайтыны анықталды.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері ғылыми және экологиялық тұрғыдан маңызды. Бұл нәтижелерді келесі бағыттарда пайдалануға болады:

1. Қоңыржай климаттық белдеудегі су айдындарының түптік шөгінділері бойынша зерттеу нәтижелерінің анықтамалық ақпараттық деректері ретінде;

2. Ағынды тұщы су қоймаларының түптік шөгінділерінің сапалық және уыттылық көрсеткіштерін кешенді бағалауды ұйымдастыру және жүргізу бойынша әдістемелік ұсынымдар ретінде;

3. Түптік шөгінділердің қатты фазалық формаларын талдауға арналған экспресс рентген-флуоресценттік спектрлік әдістерді ұйымдастыру және жүргізу бойынша әдістемелік ұсынымдар ретінде;

4. Әртүрлі су айдындарындағы түптік шөгінділер көрсеткіштерін неғұрлым терең зерттеуге арналған ғылыми алғышарт ретінде.

Қаржыландыру бойынша ақпарат. Зерттеу жұмыстары 2023 жылы Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚҰУ-де 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыру аясында BR21881993 «Солтүстік Қазақстанның су ресурстарын жедел мониторингілеу және гидротехникалық инженерлік құрылыстарын экологиялық бақылау жүйесін құру» тақырыбындағы жобасы негізінде жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. **Жоғарғы Тобыл су қоймасы** [Электрондық ресурс] // Уикипедия – ашық энциклопедия. – Қолжетімді: [https://kk.wikipedia.org/wiki/ Жоғарғы_Тобыл_су қоймасы](https://kk.wikipedia.org/wiki/Жоғарғы_Тобыл_су_қоймасы) (жүгінген күні – 22.05.2025).

2. **Қаратомар су қоймасы** [Электрондық ресурс] // Уикипедия – ашық энциклопедия. – Қолжетімді: https://kk.wikipedia.org/wiki/Қаратомар_су_қоймасы (жүгінген күні – 22.05.2025).
3. **Alejandro S. Manganese in plants: From acquisition to subcellular allocation** [Text] / S. Alejandro, S. Höller, B. Meier, E. Peiter // *Frontiers in Plant Science*. – 2020. – Vol. 11. – № 300. – P. 1-23. DOI: 10.3389/fpls.2020.00300.
4. **El -Jaoual T. Manganese Toxicity in Plants** [Text] / T. El -Jaoual, D. A Cox // *Journal of Plant Nutrition*. – 1998. – Vol. 21. № 2. – P. 353–386. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904169809365409>.
5. **Lopes Júnior C. A. A Comparative Ionomimetic Approach Focusing on Cadmium Effects in Sunflowers (*Helianthus annuus* L.)** [Text] / C. A. Lopes Júnior, P. Mazzafera, M. A. Z. Arruda // *Environmental and Experimental Botany*. – 2014. – Vol. 107. – P. 180-186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.06.0026>.
6. **Moreira A. Iron and Manganese Effect on Soil Chemical Properties, Yield Components, and Nutritional Status of Soybean** [Text] / A. Moreira, L. A. C. Moraes, G. S. Aquino // *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. – 2018. – Vol. 49. – № 10. – P. 1177-1187. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1475564>.
7. **Heenan, D. P. Manganese and iron interactions on their uptake and distribution in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.)** [Text] / D. P. Heenan, L. C. Campbell // *Plant and Soil*. – 1983. – Vol. 70. – P. 317-326. DOI: 10.1007/BF02374888.
8. **Vlams J. Iron and manganese Relations in Rice and Barley** [Text] / J. Vlams, D. E. Williams // *Plant and Soil*. – 1964. – Vol. 20. – № 2. – P. 221–234. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01362634>.
9. **Pahlavan-Rad M. R. Response of wheat plants to zinc, iron, and manganese applications and uptake and concentration in wheat grains** [Text] / M. R. Pahlavan-Rad, M. Pessarakli // *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. – 2009. – Vol. 40. – № 7–8. – P. 1322-1332. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103620902761262>.
10. **Becker A. G. Sediments as a source of iron, manganese, cobalt and nickel to continental shelf waters (Louisiana, Gulf of Mexico)** [Text] / A. G. Becker, J. M. Cross, X. Hu, et al. // *Frontiers in Marine Science*. – 2022. – Vol. 9. – № 811953. – P. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.811953>.
11. **Mikhailova E. A. Migration capacity and bioavailability of metals in bottom sediments of surface water bodies** [Text] / E. A. Mikhailova, S. V. Chebotareva, V. A. Sedov, et al. // *Journal of Ecological Engineering*. – 2021. – Vol. 22. – N 7. – P. 144-151. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/139199>.
12. **Sun H. Migration and transformation mechanisms of iron and manganese during river infiltration affected by the changes in riverbed sediment thickness** [Text] / H. Sun, L. Zhou, S. Xie, et al. // *Journal of Hydrology*. – 2024. – Vol. 631. – № 129542. – P. 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.129542>.
13. **Fedorov-Davydov D.A. Distribution of Elements in Iron-Manganese Formations in Bottom Sediments of Lake Onego (NW Russia) and Small Lakes of Adjacent Territories** [Text] / D.A. Fedorov-Davydov, E.G. Yakovlev, A.V. Yanin, et al. // *Minerals*. – 2020. – Vol. 10. – № 5. – P. 1-30. DOI: <https://doi.org/10.3390/min10050440>.
14. **Khlystov V. L. Experimental Simulation of the Influence of Temperature on the Migration of Substances from Bottom Sediments** [Text] / V. L. Khlystov, I. V. Chugunov, A. A. Perminov, et al. // *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. – 2022. – Vol. 30. – № 3. – P. 405-413. DOI: <https://doi.org/10.3846/jeelm.2022.17399>.
15. **ГОСТ 33850–2016. Почвы. Определение химического состава методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии. Soils. Determination of chemical composition by X-Ray fluorescence spectrometry**. – Введ. 01.01.2017. – М.: Стандартиформ, 2017. – 13 с. – (Национальный стандарт Российской Федерации).
16. **СТ РК 2.273–2013. Методики выполнения измерений рентгеноспектральные. Общие требования**. – Астана: Комитет технического регулирования и метрологии МИР РК, 2013. – 14 с.
17. **СТ РК 2.737–2019. Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Методика выполнения измерений. Породы горные, руды и продукты их переработки. Рентгенофлуоресцентный спектрометрический метод определения показателей состава**. – Введ. 01.01.2019. – Алматы: ИПК Издательство стандартов, 2019. – 15 с.
18. **Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: гигиенические нормативы**. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с. – (ГН 2.1.7.2041–06; ГН 2.1.7.2042–06). – ISBN 5–7508–0599–9).
19. **Методические указания по определению тяжёлых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства**. – М.: [б. и.], 1992. – 28 с.
20. **Кларк** [Электрондық ресурс] // Уикипедия: – ашық энциклопедия. – Қолжетімді: <https://kk.wikipedia.org/wiki/Кларк> (жүгінген күні – 28.05.2025).
21. **Taylor, S. R. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table** [Text] / S. R. Taylor // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1964. – Vol. 28. N 8. – P. 1273-1285. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(64\)90129-2](https://doi.org/10.1016/0016-7037(64)90129-2).

22. Щербина В. В. Кларки // Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия, 1969–1978. – Т. 12: *Кварнер – Конгур*. – С. 265-266.
23. ГОСТ Р 8.736–2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. – Введ. 01.01.2012. – М.: Стандартинформ, 2012. – 16 с. – (Нац. стандарт Российской Федерации).
24. ГОСТ Р ИСО 3534-1–2019. Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Ч. 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей. *Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: General statistical terms and terms used in probability* (ISO 3534-1:2006, IDT). – М.: Стандартинформ, 2020. – 26 с. – (Нац. стандарт Российской Федерации).
25. Кеткина О. С. Возможности MS Excel для регрессионного анализа [Электронный ресурс] // Информационный портал УрФУ, 2020. – Режим доступа: <http://www.study.urfu.ru> (жүгінген күні – 22.05.2025).
26. Новаковский А. Взаимодействие Excel и статистического пакета R для обработки данных в экологии [Текст] / А. Новаковский // *Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН*. – 2016. – № 3 (197). – С. 26-33. DOI: 10.31140/j.vestnikib.2016.3(197).4.
27. Бекмухамбетова А. С., Салатова О. И. Мониторинг химического состава воды и рыбных ресурсов Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ Костанайской области [Текст] / А. С. Бекмухамбетова, О. И. Салатова // *Вестник Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова*. – 2016. – № 8 (112). – С. 468-472. – ISSN 2072-0297. – eISSN 2077-8295. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25966858>
28. Linnik P. Bioavailability and migration features of metals in bottom sediments–water system under the action of different environmental factors [Text] / P. Linnik, V. Zhezherya, R. Linnik // *Chemistry Journal of Moldova*. – 2023. – Vol. 18. № 1. – P. 9-27. DOI: 10.19261/cjm.2023.1185.
29. Wunder L. C. Manganese Reduction and Associated Microbial Communities in Antarctic Surface Sediments [Text] / L. C. Wunder, I. Breuer, G. Willis-Poratti, et al. // *Frontiers in Microbiology*. – 2024. – Vol. 15. № 1398021. – P. 1-12. DOI: 10.3389/fmicb.2024.1398021.
30. Hossain M. M. A review of potentially toxic elements in sediment, water, and aquatic species from the river ecosystems [Text] / M. M. Hossain, I. Jahan, M. A. Dar, et al. // *Toxics*. – 2025. – Vol. 13, № 26. – P. 1-26. DOI: 10.3390/toxics13010026.
31. Li Y. Fe/Mn (oxyhydr) oxides reductive dissolution promoted by dissolved organic matter: Implications for trace metal mobilization at the sediment–water interface [Text] / Li, Y., Wang, J., Zhang, Y., et al. // *Water Research*. – 2024. – Vol. 246. № 120800. DOI: 10.1016/j.watres.2024.120800.
32. Nowak B. Assessment of heavy metal content and identification of their sources in bottom sediments and aquatic plants [Text] / B. Nowak, J. Kowalska, et al. // *Minerals*. – 2025. – Vol. 15. № 8. DOI: 10.3390/min15010008.

REFERENCES:

1. Zhogargy Tobyl su kojmasy [Verhnetobol Reservoir]. Wikipedia, available at: https://kk.wikipedia.org/wiki/Zhogargy_Tobyl_su_qoymasy (accessed 22 May 2025). (In Kazakh)
2. Karatomar su kojmasy [Karatomar reservoir]. Wikipedia, available at: https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%80_%D0%B1%D3%A9%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%96. (In Kazakh)
3. Alejandro S., Höller S., Meier B., Peiter E. Manganese in plants: From acquisition to subcellular allocation. *Frontiers in Plant Science*, 2020, vol. 11, no. 300, pp. 1-23. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00300>.
4. El-Jaoual T., Cox D. A. Manganese Toxicity in Plants. *Journal of Plant Nutrition*, 1998, vol. 21, no 2, pp. 353-386. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904169809365409>.
5. Lopes Júnior C.A., Mazzafera P., Arruda M.A.Z. A Comparative Ionomic Approach Focusing on Cadmium Effects in Sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 2014, vol. 107, pp. 180-186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.06.0026>.
6. Moreira A., Moraes L.A.C., Aquino G.S. Iron and Manganese Effect on Soil Chemical Properties, Yield Components, and Nutritional Status of Soybean. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2018, Vol. 49, no 10, pp. 1177-1187. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1475564>.
7. Heenan D.P., Campbell L.C. Manganese and iron interactions on their uptake and distribution in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Plant and Soil*, 1983, vol. 70, pp. 317-326.
8. Vlamis J., Williams D.E. Iron and manganese Relations in Rice and Barley. *Plant and Soil*, 1964, vol. 20, no 2, pp. 221–234. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01362634>.
9. Pahlavan-Rad M.R., Pessarakli M. Response of wheat plants to zinc, iron, and manganese applications and uptake and concentration in wheat grains. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2009, vol. 40, no. 7-8, pp. 1322-1332. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103620902761262>.

10. Becker A.G., Cross J.M., Hu X., et al. Sediments as a source of iron, manganese, cobalt and nickel to continental shelf waters (Louisiana, Gulf of Mexico). *Frontiers in Marine Science*, 2022, vol. 9, no 811953, pp. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.811953>.
11. Mikhailova E.A., Chebotareva S.V., Sedov V.A., et al. Migration capacity and bioavailability of metals in bottom sediments of surface water bodies. *Journal of Ecological Engineering*, 2021, vol. 22, no 7, pp. 144-151. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/139199>.
12. Sun H., Zhou L., Xie S., et al. Migration and transformation mechanisms of iron and manganese during river infiltration affected by the changes in riverbed sediment thickness. *Journal of Hydrology*, 2024, vol. 631, no 129542, pp. 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.129542>.
13. Fedorov-Davydov D.A., Yakovlev E.G., Yanin A.V., et al. Distribution of Elements in Iron-Manganese Formations in Bottom Sediments of Lake Onego (NW Russia) and Small Lakes of Adjacent Territories. *Minerals*, 2020, vol. 10, no 5, pp. 440. DOI: <https://doi.org/10.3390/min10050440>.
14. Khlystov V.L., Chugunov I.V., Perminov A. A., et al. Experimental Simulation of the Influence of Temperature on the Migration of Substances from Bottom Sediments. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2022, vol. 30, no 3, pp. 405-413. DOI: <https://doi.org/10.3846/jeelm.2022.17399>.
15. GOST 33850–2016. Pochvy'. Opređenje himicheskogo sostava metodom rentgenofluorescentnoj spektrometrii [Soils. Determination of chemical composition using X-Ray fluorescence spectrometry]. Moscow, Izdatel'stvo standartov. (National Standard of the Russian Federation, Introduced on 01.01.2017). (In Russian)
16. ST RK 2.273–2013. Metodiki vy'polneniya izmerenij rentgenospektral'ny'e. Obshhie trebovaniya [X-ray spectrometry measurement procedures. General requirements]. Astana, Komitet tehničeskogo regulirovaniya i metrologii MIR RK. (National Standard of the Republic Kazakhstan, introduced on 01.01.2013). (In Russian)
17. ST RK 2.737–2019. Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmerenij Respubliki Kazahstan. Metodika vy'polneniya izmerenij. Porody' gornye, rudy' i produkty' ih pererabotki. Rentgenofluorescentny'j spektrometricheskij metod opredeleniya pokazatelej sostava [State system for ensuring the uniformity of measurements of the Republic of Kazakhstan. Measurement procedure. Rocks, ores, and their processing products. X-ray fluorescence spectrometric method for determining composition indicators]. Almaty, IPK Izdatel'stvo standartov. (National Standard of the Republic of Kazakhstan, introduced on 01.01.2019). (In Russian)
18. Predel'no dopustimy'e koncentracii (PDK) himicheskix veshhestv v pochve: gigienicheskie normativy' [Maximum permissible concentrations (MPC) of chemical substances in soil: hygienic standards.] Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor. (Hygienic Norms of the Russian Federation, introduced in 2006). (In Russian)
19. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu tyazhyoly'h metallov v pochvah sel'skhozajstvenny'h ugodij i produkcii rastenievodstva [Guidelines for the determination of heavy metals in agricultural soils and crop products]. Moscow, (State Standard of the USSR, introduced in 1992). (In Russian)
20. Klark [Clarke]. Wikipedia, available at: <https://kk.wikipedia.org/wiki/Кларк>. (accessed 22 May 2025). (In Kazakh)
21. Taylor S.R. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1964, vol. 28, no 8, pp. 1273-1285. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(64\)90129-2](https://doi.org/10.1016/0016-7037(64)90129-2).
22. Shcherbina V.V. Klarki [Clarke values]. Moscow, Great Soviet Encyclopedia, 1969–1978, vol. 12, Kvarner – Kongur, pp. 265-266. (In Russian)
23. GOST R 8.736–2011. Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmerenij. Izmereniya pryamy'e mnogokratny'e. Metody' obrabotki rezul'tatov izmerenij. Osnovny'e polozheniya. [State system for ensuring the uniformity of measurements. Repeated direct measurements. Methods for processing measurement results. General provisions]. Moscow, Standartinform, (National Standard of the Russian Federation, introduced on 01.01.2012). (In Russian)
24. GOST R ISO 3534-1–2019. Statisticheskie metody'. Slovar' i uslovny'e oboznacheniya. Ch. 1. Obshhie statisticheskie terminy' i terminy', ispol'zuemy'e v teorii veroyatnostej [Statistical methods. Vocabulary and symbols. Part 1. General statistical terms and terms used in probability theory]. Moscow, Standartinform. (National Standard of the Russian Federation, idt. ISO 3534-1:2006, introduced in 2020). (In Russian)
25. Ketkina O.S. Vozmozhnosti MS Excel dlya regressionnogo analiza [MS Excel for regression analysis]. Information Portal of the Ural Federal University, available at: <http://www.study.urfu.ru>. (accessed 22 May 2025). (In Russian)
26. Novakovskij A. Vzaimodejstvie Excel i statisticheskogo paketa R dlya obrabotki danny'h v e'kologii [Interaction between Excel and the R Statistical Package for data processing in ecology]. *Vestnik Instituta Biologii Komi NC UrO RAN*, 2016, no. 3 (197), pp. 26–33. DOI: [10.31140/j.vestnikib.2016.3\(197\).4](https://doi.org/10.31140/j.vestnikib.2016.3(197).4). (In Russian)

27. **Bekmukhambetova A.S., Salatova O. I. Monitoring himicheskogo sostava vody' i ry'bny'h resursov Verhnetobol'skogo i Karatomarskogo vodohranilishh Kostanajskoj oblasti** [Monitoring of the chemical composition of water and fish resources in the Verkhnetobol and Karatomar reservoirs of the Kostanay region]. *Vestnik Kostanajskogo gosudarstvennogo universiteta imeni A. Bajtursynova*, 2016, no. 8 (112), pp. 468-472, available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25966858>. (accessed 22 May 2025). (In Russian)

28. **Linnik P., Zhezhera V., Linnik R. Bioavailability and migration features of metals in bottom sediments–water system under the action of different environmental factors.** *Chemistry Journal of Moldova*, 2023, vol. 18, no 1, pp. 9-27. DOI: 10.19261/cjm.2023.1185.

29. **Wunder L.C., Breuer I., Willis-Poratti G., et al. Manganese Reduction and Associated Microbial Communities in Antarctic Surface Sediments.** *Frontiers in Microbiology*, 2024, vol. 15, no 1398021, pp. 1-12. DOI: 10.3389/fmicb.2024.1398021.

30. **Hossain M.M., Jahan I., Dar M.A., et al. A review of potentially toxic elements in sediment, water, and aquatic species from the river ecosystems.** *Toxics*, 2025, vol. 13, no 26, pp. 1-26. DOI: 10.3390/toxics13010026.

31. **Li Y., Wang J., Zhang Y., et al. Fe/Mn (oxyhydr)oxides reductive dissolution promoted by dissolved organic matter: Implications for trace metal mobilization at the sediment–water interface.** *Water Research*, 2024, vol. 246, no. 120800. DOI: 10.1016/j.watres.2024.120800.

32. **Nowak B., Kowalska J. Assessment of heavy metal content and identification of their sources in bottom sediments and aquatic plants.** *Minerals*, 2025, vol. 15, no. 8. DOI: 10.3390/min15010008.

Авторлар туралы мәліметтер:

Қуанышбаев Сейтбек Бекенович – география ғылымдарының докторы, Басқарма Төрағасы-Ректор, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы 110000 Қостанай қ., тел.: 87479666571, e-mail: kuanysbayev65@bk.ru.

Бугубаева Алия Узбековна* – а.ш.ғ.к., биология, экология және химия кафедрасының қауымдас-тырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақ-стан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Абай даң. 28/1, тел.: +77479666571, e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Казбекова Карина Азаматовна – «7М01503 Химия» БББ педагогика ғылымдарының магистрі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 87054662710, e-mail: karina09081999@gmail.com.

Нурсеитова Аружан Мағауяқызы – «7М05201 Геоэкология және табиғатты пайдалануды басқару» БББ магистрантура білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 87472814967, e-mail: nurseitova.am@ksu.edu.kz.

Қуанышбаев Сейтбек Бекенович – доктор географических наук, Председатель Правления-Ректор, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87058854684 e-mail: kuanysbayev65@bk.ru.

Бугубаева Алия Узбековна* – к.с.-х.н. ассоциированный профессор кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77479666571 e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Казбекова Карина Азаматовна – магистр педагогических наук по ОП «7М01503 Химия», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87054662710 e-mail: karina09081999@gmail.com.

Нурсеитова Аружан Мағауяқызы – обучающийся магистратуры ОП «7М05201 Геоэкология и управление природопользованием», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87472814967, e-mail: nurseitova.am@ksu.edu.kz.

Kuanysbayev Seitbek Bekenovich – Doctor of Geographical Sciences, Chairperson of the Board-President, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel: 87058854684, e-mail: kuanysbayev65@bk.ru.

Bugubayeva Aliya Uzbekovna* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77479666571, e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Kazbekova Karina Azamatovna – Master of Pedagogical Sciences, "7M01503-Chemistry" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: 87074088064, e-mail: karina09081999@gmail.com.

Nurseitova Aruzhan Magaiyakyzy – Master's student, "7M05201-Geoecology and Environmental Management" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: 87472814967, e-mail: nurseitova.am@ksu.edu.kz.

ХФТАР 34.31.29; 68.35.03

ӨОЖ 556.551.3:631.41

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531186>

**ҚАЗАҚСТАН СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ
ГРАНУЛОМЕТРИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ МЕН СОРБЦИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ:
АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ӘЛЕУЕТ ЖӘНЕ ЭКСПРЕСС-ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ**

Қуанышбаев С.Б. – география ғылымдарының докторы, Басқарма Төрағасы-Ректор, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Ермолдина Г.Т. – техника ғылымдарының магистрі, ҚБ ҒЗИ ғылыми кеңесшісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Науырзбаев Ж.К. – физика магистрі, ҚБ ҒЗИ физика-химиялық және технологиялық зерттеулер зертханасының қызметкері, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Нурсеитова А.М.* – «7М05201 Геоэкология және табиғатты пайдалануды басқару» БББ магистрантура білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада Қазақстан Республикасында орналасқан Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалаулық аймағындағы түптік шөгінділерге жүргізілген зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Далалық жұмыстар қыс мезгілінде, мұз жамылғысының астынан су және түптік шөгінділер үлгілерін іріктеуге бейімделген әдістемелерді қолдану арқылы жүргізілді. Зерттеу нәтижелері бойынша, бөлшек өлшемі 0,1 мм-ден кіші фракциялар органикалық заттармен, ауыр металдармен (Zr, Ni, Cu, Zn, As, Y, Pb және т.б.), металл оксидтерімен және фосформен (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , MnO , P_2O_5) жоғары адсорбциялық қабілетке ие екені анықталды. Сонымен қатар, хром, күкірт, кобальт элементтері мен кремний, магний, кальций оксидтері майда дисперсті және аллювийлі фракциялармен әлсіз корреляция көрсетеді. Шөгінділердің химиялық құрамын талдау үшін рентгенофлуоресценттік спектроскопияны пайдалану арқылы жедел әдістер игерілді. Гранулометриялық құрам, химиялық компоненттер мен органикалық заттар арасында тұрақты корреляциялық байланыстар анықталды. Алынған нәтижелер тек экологиялық мониторинг үшін ғана емес, сондай-ақ ауыл шаруашылығы саласында да – органикалық заттармен байытылған түптік шөгінділерді органикалық тыңайтқыш ретінде қайталама пайдалану, топырақтың құнарлылығын арттыру және бүлінген аумақтарды рекультивациялау үшін қолдануға болатын құнды тәжірибелік маңызға ие.

Түйінді сөздер: гранулометриялық құрамы, түптік шөгінділер, топырақтар, фракция, рентген-флуоресценттік спектрлік талдау, корреляциялық тәуелділік.

**ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА
ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ КАЗАХСТАНА:
АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И МЕТОДЫ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА**

Қуанышбаев С.Б. – доктор географических наук, Председатель Правления-Ректор, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Ермолдина Г.Т. – магистр технических наук, Научный консультант НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Науырзбаев Ж.К. – магистр физики, Научный сотрудник лаборатории физико-химических и технологических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Нурсеитова А.М.* – обучающийся магистратуры ОП «7М05201 – Геоэкология и управление природопользованием», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье представлены результаты исследований донных отложений прибрежной зоны Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ, расположенных в Республике Казахстан. Полевые работы проводились в зимний период с применением адаптированных методик отбора проб донных отложений и воды из-под ледового покрова. Установлено, что фракции с размером частиц менее 0,1 мм обладают высокой сорбционной способностью в отношении органического вещества, тяжёлых металлов (Zr, Ni, Cu, Zn, As, Y, Pb и др.), оксидов металлов и фосфора (Al_2O_3 ,

Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , MnO , P_2O_5). В то же время такие элементы, как хром, сера, кобальт, а также оксиды кремния, магния и кальция, демонстрируют слабую корреляцию с мелкодисперсными и аллювиальными фракциями. Отработаны экспрессные методы анализа химического состава с использованием рентгенофлуоресцентной спектроскопии. Установлены устойчивые корреляционные связи между гранулометрическим составом, химическими компонентами и органическим веществом. Полученные результаты обладают прикладной ценностью не только для экологического мониторинга, но и в сельскохозяйственной практике – как основа для повторного использования обогащённых органикой донных отложений в качестве органоминеральных удобрений, способных улучшить плодородие почв и рекультивировать нарушенные участки.

Ключевые слова: гранулометрический состав, донные отложения, грунты, фракция, рентгенофлуоресцентный спектральный анализ, корреляционная зависимость.

GRANULOMETRIC COMPOSITION AND SORPTION PROPERTIES OF BOTTOM SEDIMENTS OF KAZAKHSTANI RESERVOIRS: AGROECOLOGICAL POTENTIAL AND EXPRESS ANALYSIS METHODS

Kuanyshbayev S.B. – Doctor of Geographical Sciences, Chairperson of the Board-President, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Yermoldina G.T. – Master of Technical Sciences, Scientific Adviser of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Nauryzbayev Zh.K. – Master of Physics, Researcher of the Laboratory of Physico-Chemical and Technological Research of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Nurseitova A.M. – Master's student, "7M05201 Geoecology and Environmental Management" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.*

The article presents the results of studies on the bottom sediments of the coastal zones of the Verkhnetobol and Karatomar reservoirs located in the Republic of Kazakhstan. Fieldwork was conducted during the winter season using adapted sampling techniques for collecting bottom sediments and water from beneath the ice cover. The study revealed that particle fractions smaller than 0.1 mm exhibit high sorption capacity for organic matter, heavy metals (Zr, Ni, Cu, Zn, As, Y, Pb, etc.), metal oxides, and phosphorus compounds (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , MnO , P_2O_5). Conversely, elements such as chromium, sulfur, cobalt, as well as oxides of silicon, magnesium, and calcium show weak correlations with fine and alluvial fractions. Rapid analytical methods based on X-ray fluorescence spectroscopy were developed for determining the chemical composition. Stable correlations were established between the granulometric composition, chemical elements, and organic matter. The findings have practical value not only for environmental monitoring but also for agricultural applications—serving as a foundation for the reuse of organic-rich bottom sediments as organomineral fertilizers capable of improving soil fertility and reclaiming degraded lands.

Key words: granulometric composition, bottom sediments, soils, fraction, X-ray fluorescence spectral analysis, correlation dependence.

Кіріспе. Соңғы жылдары су айдындарының түптік шөгінділерін ауыл шаруашылығында органикалық және минералдық заттардың баламалы көзі ретінде пайдалану мәселесіне қызығушылық арта түсуде. Бұл заттар тозған топырақтардың құнарлылығын қалпына келтіруге және сапасын арттыруға ықпал етуі мүмкін. Түптік шөгінділер, әдетте, едәуір мөлшерде органикалық заттар мен макро- және микроэлементтерді, соның ішінде фосфор, калий, кальций және темірді қамтиды, бұл оларды агроөнеркәсіп көшені үшін әлеуетті құнды ресурсқа айналдырады.

Бірқатар зерттеулер түптік шөгінділерді қолдану өсімдіктердің өсуін жақсартуға, өнімділікті арттыруға және топырақ құрылымын қалпына келтіруге септігін тигізетінін көрсетті. Эвтрофты көл шөгінділері қолданылған төрт жылдық далалық тәжірибе барысында шөптесін дақылдардың тұрақты өсуі тіркеліп, өсімдіктердің қоректенуіне қажетті фосфор мен басқа да микроэлементтердің мөлшері артқаны байқалды [1, 1091 б.]. Алайда, бұл ретте қоршаған ортаға қоректік заттардың (ең алдымен азот пен фосфордың) шайылу қаупі ескеріліп, шөгінділерді енгізудің мөлшерін және әдістерін оңтайландыру қажеттігі туындайды [2, 163 б.].

Зерттеулердің бір бағыты – түптік шөгінділерді органикалық тыңайтқыш ретінде пайдалану арқылы құнарсызданған және тозған топырақтарды қалпына келтіру. Мәселен, органикалық көміртек мөлшері 0,54–3,07 % аралығындағы Цимлян су қоймасының шөгінділерін қолдану рекультивация үшін тиімді екенін көрсетті, бұл ретте санитарлық-гигиеналық көрсеткіштер рұқсат етілген шектерден аспаған [3, 317 б.].

Лабораториялық және далалық тәжірибелер барысында түптік шөгінділерді қолдану ауыл шаруашылығы дақылдарының, атап айтқанда қытай қырыққабатының биомассасының ұлғаюына, топырақтағы микробиологиялық белсенділіктің және қарашірік мөлшерінің артуына әкелгені байқалды [4]. Бұл

тұрғыда шөгінділерді алдын ала өңдеу технологиясының маңызы зор. Атап айтқанда, жауын құрты қатыстырылған вермикомпосттау әдісі ауыр металдардың құрамын едәуір төмендетуге және қоректік элементтердің биожетімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Мұндай тиімділік Қазақстандағы су қоймаларында да дәлелденген [5, 187 б.].

Қолданбалы зерттеулер шеңберінде түптік шөгінділерді салат, редис және қызанақ сияқты көкөніс дақылдарын өсіруде қолдану олардың өнімділігін арттыратынын және санитарлық нормалар сақталған жағдайда қауіпсіз екенін көрсетті [6, 58 б.].

Осылайша, су айдындарының түптік шөгінділері ауыл шаруашылығында пайдалануға болатын болашағы зор ресурс болып табылады. Алайда оларды қолдану экологиялық қауіпсіздіктің кешенді бағасын және енгізу мөлшерінің әрі өңдеу технологияларының ғылыми негізделуін қажет етеді.

Зерттеудің мақсаты – топырақтың құнарлылығын қалпына келтіру және арттыру контекстінде ауыл шаруашылығы ғылымдары үшін маңызды болып табылатын табиғи факторлардың әсерін ескере отырып, Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының түптік шөгінділерінің гранулометриялық құрамын бағалау.

Міндеттері: 1) Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының түптік шөгінділерінен сынамалар алу және зертханалық жағдайда талдау жүргізу. 2) Түптік шөгінділердің гранулометриялық құрамын анықтау және фракциялық ерекшеліктерін сипаттау. 3) Шөгінділердің физика-химиялық сипаттамалары мен агрономиялық маңызды компоненттер арасындағы өзара байланыстарды бағалау. 4) Алынған нәтижелер негізінде түптік шөгінділерді ауыл шаруашылығының қажеттіліктері үшін минералды және органикалық заттардың балама көзі ретінде қолдану әлеуетін айқындау.

Материалдар мен әдістер. Түптік шөгінділердің сынамаларын Қостанай облысының ауыл шаруашылық саласы үшін маңызды болып табылатын Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының түптік шөгінділерінің жалпы 17 сынамасы зерттеуге алынды.

Сынамаларды іріктеу түптік шөгінділерді іріктеу норативтік-әдістемелік нұсқаулықтары мен құжаттарына сай жүзеге асырылды. Жоғарғы Тобыл су қоймасының жағалау аймағының 8 іріктеу нүктесінен 8 сынама алынса, Қаратомар су қоймасының 9 іріктеу нүктесінен 9 сынама іріктеліп алынды.

Түптік шөгінділердің гранулометриялық құрамын зерттеу әдістемесі нормативтік құжаттарды (ГОСТ 12536-2014, ГОСТ 12536-79) және минералды және органо-минералды (сапропелдік) үлгілердің ерекшеліктерін ескере отырып, ғылыми ұсыныстарды қолдануға негізделген. Түптік шөгінділердің сынамалары 105-110 °C температурада алдын ала кептіріледі, содан кейін оларды 2,50-ден 0,050 мм-ге дейінгі ұяшықтары бар зертханалық електер жиынтығын және ВП-50 типті діріл жетегін пайдалана отырып, құрғақ елеуіш талдау әдісімен фракциялау жүргізіледі. Әрбір гранулометриялық фракцияның массалық үлесі құрғақ сынаманың жалпы массасының пайызы ретінде анықталады. Деректерді статистикалық өңдеу қалыпты немесе логарифмдік қалыпты үлестіруді ескере отырып, Microsoft Excel пакетін (2024 нұсқасы) пайдалана отырып жүргізіледі, бұл гранулометриялық және химиялық құрам, сондай-ақ зерттелетін түптік шөгінділердегі органикалық заттардың құрамы арасындағы корреляциялық тәуелділіктерді анықтауға мүмкіндік береді.

Нәтижелер мен талқылау. Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймақтарының түптік шөгінділердің гранулометриялық құрамын зерттеу нәтижелері бойынша түптік шөгінділер түйіршіктерінің (дән өлшемді) белгілі бір мөлшері бар фракциялардың массалық пайыздық құрамының деректері алынды (1,2 кестелер).

1 кесте – Жоғарғы Тобыл су қоймасының түптік шөгінділерінің гранулометриялық құрамы

Бөлшектер түйіршіктеріні ң өлшемі, мм	Сынама және іріктеу нүктелерінің нөмірлері								Орта мән, %	ОКА
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	Түптік шөгінді үлгілеріндегі әртүрлі түйіршіктері фракциялардың массалық үлестірілуі, %									
>2,50	10,33	9,48	11,50	8,65	3,85	20,19	11,68	3,98	10,0	5,1
1,60-2,50	6,17	6,61	4,81	5,32	5,22	6,38	7,51	4,06	5,8	1,1
1,00-1,60	9,42	9,89	7,92	8,17	11,92	6,98	10,27	7,73	9,0	1,6
0,63-1,00	10,62	12,80	17,18	14,77	24,08	5,24	12,39	8,13	13,2	5,8
0,40-0,63	11,49	13,98	26,37	25,50	26,09	6,21	14,90	12,39	17,1	7,8
0,315-0,40	5,09	5,13	7,65	6,71	6,58	2,75	5,90	4,92	5,6	1,5
0,20-0,315	16,32	11,75	12,65	16,38	12,04	21,76	13,41	31,85	17,0	6,8
0,16-0,20	2,88	2,18	1,94	2,06	1,75	10,48	2,26	2,35	3,2	2,9
0,10-0,16	17,85	10,51	4,80	7,58	4,37	17,10	13,23	17,92	11,7	5,7
0,063-0,10	3,68	5,90	1,68	2,23	1,29	1,18	4,08	2,21	2,8	1,6
0,050-0,063	2,72	1,52	0,61	0,72	0,49	0,33	1,49	1,25	1,1	0,8
<0,050	3,25	10,00	2,88	1,90	2,18	1,28	2,72	3,06	3,4	2,7

Жүргізілген зерттеу нәтижелері Жоғарғы Тобыл су қоймасындағы түптік шөгінділердің айтарлықтай әркелкі гранулометриялық құрамға ие екенін көрсетті. Атап айтқанда, түптік шөгінділерінде орташа және ұсақ түйіршікті фракциялардың басым екенін көрсетті. Атап айтқанда, 0,20–0,315 мм (17,0%) және 0,40–0,63 мм (17,1%) фракциялар жоғары үлеспен ерекшеленеді, бұл шөгінділердің құрылымының ауыл шаруашылығында қолдануға қолайлы екенін көрсетеді. Ұсақ бөлшектер (<0,063 мм) аз мөлшерде кездеседі, бұл шөгінділердің тығыз әрі тез шөгу қабілетін меңзейді. Ірі фракциялар (>2,50 мм) тек жекелеген учаскелерде жоғарылаған. Жалпы алғанда, шөгінділердің құрамы әркелкі және өңірлік ерекшеліктерге байланысты ауытқиды.

2 кесте – Қаратомар су қоймасының түптік шөгінділері үлгілерінің гранулометриялық құрамы

Бөлшектер түйіршіктер інің өлшемі, мм	Сынама және іріктеу нүктелерінің нөмірлері									Орта мән, %	ОКА
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	Түптік шөгінді үлгілеріндегі әртүрлі түйіршіктер фракциялардың массалық үлестірілуі, %										
>2,50	1,77	0,56	4,04	0,09	0,24	71,41	16,43	5,02	7,11	11,85	22,92
1,60-2,50	2,66	0,45	2,48	0,44	0,40	5,91	7,19	10,98	1,90	3,60	3,67
1,00-1,60	5,58	1,60	8,07	2,77	2,45	6,01	9,77	19,50	2,67	6,49	5,62
0,63-1,00	9,27	6,12	17,28	10,71	10,71	4,21	7,67	20,75	5,73	10,27	5,50
0,40-0,63	12,52	18,01	26,45	25,86	23,47	4,87	10,47	25,26	10,61	17,50	8,12
0,315-0,40	7,37	9,44	7,39	7,89	9,88	1,61	3,83	3,88	7,00	6,48	2,78
0,20-0,315	25,41	41,30	23,36	31,31	33,28	2,11	21,53	8,34	29,60	24,03	12,26
0,16-0,20	4,66	4,95	3,09	4,25	3,70	0,65	5,20	1,84	5,81	3,80	1,68
0,10-0,16	17,79	13,79	6,43	10,40	10,20	2,44	14,72	4,00	21,21	11,22	6,28
0,063-0,10	5,19	1,95	0,69	1,90	1,82	0,45	1,73	0,17	4,51	2,05	1,73
0,050-0,063	1,65	0,39	0,16	0,71	0,62	0,07	0,35	0,02	1,23	0,58	0,55
<0,050	6,02	1,27	0,38	3,48	3,06	0,15	1,07	0,04	2,48	2,00	1,97

Түптік шөгінділердің алынған фракциялық құрамы бөлшектердің мөлшеріне қарай шартты түрде жіктелуі мүмкін. Фракциялардың атаулары шартты болып табылады және қолда бар електерді ескере отырып, електен талдау барысында алынған фракциялардың түйіршіктерінің мөлшеріне байланысты (3 кесте).

3 кесте – су қоймаларының түптік шөгінділер түйіршіктерінің белгілі бір мөлшері бар фракциялардың массалық үлесі

Атауы	Өлшемі, мм	Сынама және іріктеу нүктелерінің нөмірлері								Орта мән, %	ОКА
		1	2	3	4	5	6	7	8		
		Фракциялардың массалық үлесі, %									
Жоғарғы Тобыл су қоймасы											
Үлкен фракция	>1,00	25,92	25,99	24,23	22,14	21,00	33,55	29,46	15,77	24,76	5,40
Орташа фракция	0,10 – 1,00	64,25	56,35	70,60	73,00	74,91	63,54	62,09	77,56	67,79	7,32
Кішкентай фракция	<0,10	9,64	17,42	5,17	4,85	3,97	2,79	8,30	6,51	7,33	4,65
Қаратомар су қоймасы											
Үлкен фракция	>1,00	10,01	2,61	14,58	3,30	3,08	83,33	33,38	35,50	11,67	21,94
Орташа фракция	0,10 – 1,00	77,01	93,61	84,01	90,43	91,24	15,88	63,43	64,07	79,96	73,29
Кішкентай фракция	<0,10	12,86	3,60	1,24	6,09	5,50	0,67	3,14	0,24	8,22	4,62

Көрсеткіштер арасындағы корреляциялық байланыстардың болуын бағалау материалдардың қасиеттерін болжаудың және процестерді болжаудың маңызды ғылыми құралы болып табылатыны сөзсіз. Төменгі шөгінділер көрсеткіштері арасындағы қатынастарды кешенді бағалау берілген басылымдарда процестердің динамикасына әсер етудің көп факторлылығы және факторлар мен параметрлердің мүмкіндігінше көп санын ескеру қажеттілігі көрсетілген [7, 56 б., 8, 327 б.].

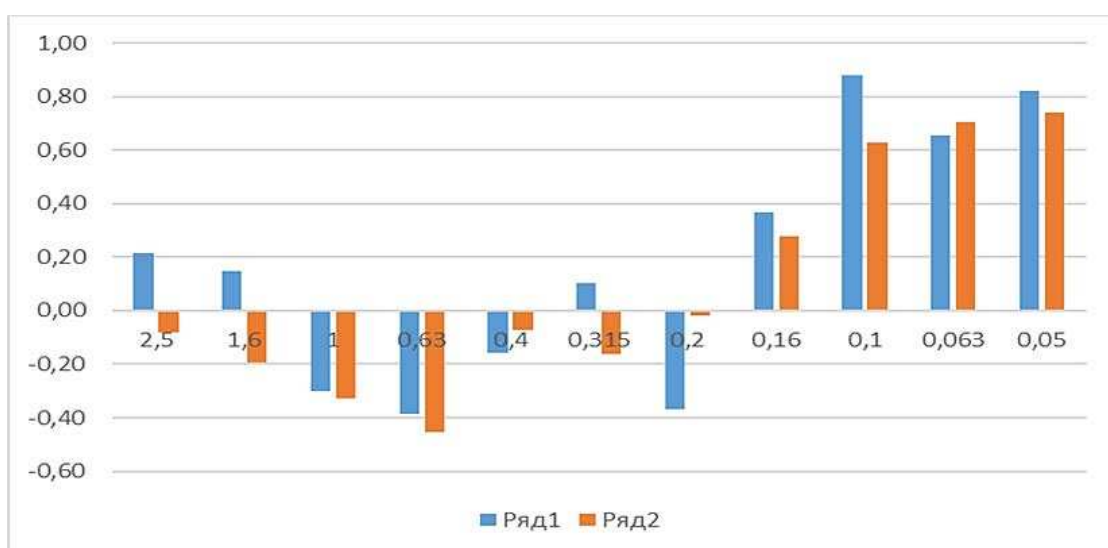
Белгілі бір түйіршік тектес мөлшері бар түптік шөгінді фракцияларының массалық құрамы мен органикалық заттар мөлшері арасындағы корреляциялық талдау нәтижелері бойынша, түйіршік мөлшері 0,16 мм және одан кіші фракциялар арасында тәуелділіктің жеткілікті жоғары деңгейлері анықталды.

(4 кесте). Бөлшектердің белгілі бір түйіршік мөлшері мен органикалық заттар мөлшері арасындағы корреляция коэффициенттерінің ең жоғары мәндері түйіршік мөлшері 0,1 мм-ден аз фракцияларға қатысты (4 кесте).

4 кесте – Органикалық заттардың құрамы мен бөлшектердің мөлшері арасындағы корреляция коэффициенттері 0,16 мм-ден аз

Бөлшектер түйіршіктерінің өлшемдері, мм	0.16-0.1	0.1-0.063	0.063-0.05	0.05-0.0
Жоғарғы Тобыл су қоймасы				
Органикалық зат	0.37	0.88	0.65	0.82
Қаратомар су қоймасы				
Органикалық зат	0,27	0,63	0,71	0,74

Түйіршік өлшемі 0,16 мм-ден жоғары болған жағдайда, белгілі бір түйіршік мөлшері бар түптік шөгінді фракцияларының массалық үлестері мен органикалық заттар мөлшері арасындағы тәуелділіктің күрт төмендегені байқалады (1 сурет).



1 сурет – Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларындағы түптік шөгінділерінің сынамаларында белгілі бір түйіршік мөлшері бар фракциялардың массалық үлестері мен органикалық заттар мөлшері арасындағы корреляция коэффициенттері (1-қатар – Жоғарғы Тобыл су қоймасы, 2-қатар – Қаратомар су қоймасы).

Органикалық заттардың көп бөлігі түйіршек мөлшері 0,16 мм-ден аз (4 кестедегі 9–12-фракциялар) екі су қоймасының түп шөгінділеріндегі фракцияларда шоғырланған деп айтуға болады. Бұл фракцияларға алевритті, сазды және сапропельді құрамдас бөліктер жатады. Ал түйіршік мөлшері 0,16 мм-ден асатын фракциялар бойынша олардың массалық үлестері органикалық заттар мөлшерімен іс жүзінде корреляцияланбайды немесе корреляция коэффициенттері теріс мәндер көрсетеді (1 сурет).

Корреляциялық талдау нәтижелері бойынша көптеген химиялық компоненттердің концентрациялары мен түйіршік мөлшері 0,1 мм-ден аз түптік шөгінді фракциялары арасында жеткілікті жоғары корреляциялық тәуелділік мәндері анықталды (4 кесте). Бұл, сондай-ақ, түйіршік мөлшері 0,16 мм-ден аз түптік шөгінді фракциялары Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , MnO , P_2O_5 , Ni , Cu , Zn , Zr , As , Y , Rb , Pb және басқа да элементтер мен химиялық компоненттердің тиімді адсорбенттері болып табылатынын көрсетеді. Алынған нәтижелер БҰҰ ЕЭК-нің трансшекаралық және халықаралық көлдерді мониторингтеу және бағалау жөніндегі жұмыс тобының жетекші қағидаттарымен толық сәйкес келеді. Бұл қағидаттар түптік шөгінділердің ірі түйіршік фракциялары ауыр металдар мен органикалық ластаушы заттардың төмен деңгейімен сипатталатынын атап көрсетеді. Мұндай ерекшелік жалпы сынамадағы ластаушы заттар концентрациясының төмендеуіне ықпал етеді [9].

Хром, күкірт, кобальт, кремний, магний және кальций оксидтері сияқты кейбір химиялық компоненттердің көрсеткіштері түптік шөгінділердің аллювиалды және сазды фракцияларының массалық үлесімен, сондай-ақ органикалық заттар мөлшерімен іс жүзінде корреляцияланбайды.

5 кесте – Белгілі бір түйіршік мөлшері бар фракциялардың массалық құрамы мен түптік шөгінділердің химиялық құрам көрсеткіштері арасындағы корреляция коэффициенттері

Кер-сет-кіш	ЖТСҚ	ҚСҚ	ЖТСҚ	ҚСҚ	ЖТСҚ	ҚСҚ	ЖТСҚ	ҚСҚ	ЖТСҚ	ҚСҚ	ЖТСҚ	ҚСҚ
	Фракция дәндерінің өлшемі (мм)											
	0,20-0,315	0,20-0,315	0,16-0,20	0,16-0,20	0,10-0,16	0,10-0,16	0,063-0,10	0,063-0,10	0,050-0,063	0,050-0,063	<0,050	<0,050
Al ₂ O ₃		0,56		0,63		0,63	0,83	0,82	0,61	0,82	0,74	0,77
Fe ₂ O ₃					0,35		0,56	0,49	0,89	0,58	0,35	0,49
K ₂ O							0,85	0,44	0,60	0,37	0,80	0,40
P ₂ O ₅						0,56	0,67	0,73	0,83	0,67	0,62	0,45
MnO				0,69		0,82	0,83	0,88	0,91	0,84	0,61	0,71
TiO ₂				0,51		0,55	0,89	0,56	0,88	0,49	0,67	0,49
Zr					0,75	0,65	0,59	0,50	0,60	0,42	0,38	0,35
Ni		0,54		0,39	0,08	0,48	0,85	0,65	0,81	0,65	0,70	0,60
Cu			0,85	0,26	0,73	0,39	0,49	0,45	0,87	0,40	0,39	
Zn			0,87	0,52	0,82	0,73	0,67	0,90	0,93	0,89	0,50	0,79
As			0,80						0,89			
Rb			0,87		0,82	0,35	0,96	0,39	0,59	0,31	0,91	0,28
Sr							0,80		0,60	0,11	0,42	0,07
Y						0,93	0,9	0,89	0,81	0,79	0,72	0,58
Pb				0,64		0,77	0,54	0,64	0,89	0,46		

*Белгілер: ЖТСҚ – Жоғарғы Тобыл су қоймасы, ҚСҚ – Қаратомар су қоймасы, R – корреляция коэффициенті

Зерттеу барысында 5 кесте деректеріне сүйене отырып, белгілі бір түйіршік мөлшеріне ие фракциялардың массалық құрамы мен екі су қоймасының түптік шөгінділеріндегі химиялық құрам көрсеткіштері арасындағы корреляция коэффициенттері салыстырмалы түрде талданды. Түйіршік мөлшері 0,16 мм-ден кіші фракциялар үшін екі су қоймасында да корреляция коэффициенттерінің жоғары мәндері айқын байқалды. Бұл белгілі бір түйіршік мөлшеріндегі фракциялардың массалық үлесі мен екі су қоймасының түптік шөгінділеріндегі негізгі химиялық компоненттер арасындағы жоғары корреляциялық тәуелділіктердің ұқсастығын көрсетеді. Сондай-ақ түйіршік мөлшері 0,16 мм-ден кіші фракциялар Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, TiO₂, MnO, P₂O₅, Ni, Cu, Zn, Zr, As, Y, Rb, Pb және басқа да компоненттердің тиімді адсорбенттері болып табылатыны дәлелденді.

Қорытынды. Солтүстік Қазақстандағы Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймақтарының түптік шөгінділерін зерттеу нәтижесінде үлгілердің фракциялық-гранулометриялық құрамы анықталды. Түйіршік мөлшері 0,1 мм-ден аз ең ұсақ фракциялардың органикалық заттарды, ауыр металдар мен көптеген элементтерді (мысалы, Zr, Ni, Cu, Zn, Rb, Y, Nb, Pb және т.б.), сондай-ақ металл оксидтері мен фосфор қосылыстарын (Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, TiO₂, MnO, P₂O₅) адсорбциялау қабілеті жоғары екені анықталды.

Талдау көрсеткендей, хром, күкірт, кобальт сияқты химиялық компоненттердің, сондай-ақ кремний, магний және кальций оксидтерінің мөлшері 0,1 мм-ден аз фракциялардың массалық үлесімен және органикалық заттардың мөлшерімен айтарлықтай байланыспайды. Зерттеу барысында әртүрлі гранулометриялық фракциялардың құрамы, түп шөгінділердің негізгі компоненттерінің химиялық көрсеткіштері мен екі су айдынындағы органикалық заттардың концентрациясы арасында жоғары корреляция коэффициенттерімен сипатталатын өзара байланыстар анықталды.

Алынған нәтижелер ғылыми және экологиялық тұрғыдан маңызды құндылыққа ие. Оларды келесі мақсаттарда пайдалануға болады:

1. Қоңыржай климаттық белдеудегі су айдындарының түп шөгінділерінің сипаттамалары бойынша анықтамалық деректер ретінде.

2. Ағынды тұщы су айдындарының түптік шөгінділерінің сапалық және уыттылық жағдайын кешенді бағалау бойынша әдістемелік ұсынымдар ретінде.

3. Түптік шөгінділердің қатты фазалық формаларын экспресс рентгенофлуоресценттік спектрлік талдау жұмыстарын ұйымдастыру және жүргізу үшін әдістемелік негіз ретінде.

4. Әртүрлі су объектілерінің түп шөгінділерінің сапалық және сандық көрсеткіштері бойынша әрі қарай тереңдетілген зерттеулер жүргізу үшін ғылыми негіз ретінде.

Қаржыландыру бойынша ақпарат. Зерттеу жұмыстары 2023 жылы Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚҰУ-де 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыру аясында BR21881993 «Солтүстік Қазақстанның су ресурстарын жедел мониторингілеу және гидротехникалық инженерлік құрылыстарын экологиялық бақылау жүйесін құру» тақырыбындағы жобасы негізінде жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Igarashi Yasunori. Hydrological setting controls 137Cs and 90Sr concentrations in a headwater catchment in the Chernobyl Exclusion Zone [Text] / Yasunori Igarashi, Yuichi Onda, Koki Matsushita, Hikaru Sato, Yoshifumi Wakiyama, Hlib Lisovyi, Gennady Laptev, Valentyn Protsak, Dmitry Samoilov, Serhii Kirieiev, Alexei Konoplev // *Science of The Total Environment*. – 2023. – vol. 891. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164384>.
2. Lalau C. M. Toxicological effects of AgNPs on duckweed (*Landoltia punctata*) [Text] / C. M. Lalau, C. Simioni, D.S. Vicentini, L.C. Ouriques, R. A. Mohedano, R. C. Puerari, W. G. Matias // *Science of The Total Environment*. – 2020. – vol. 710. – Article 136318. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136318>.
3. Stepanyan D. Climate Change Mitigation in Agriculture beyond 2030: Options for Carbon Pricing and Carbon Border Adjustment Mechanisms [Text] / D. Stepanyan, A. Spiegel, C. Heidecke, J.G. Fournier Gabela, M. Söder, F. Freund, A. Gocht, M. Banse, B. Osterburg // *EuroChoices*. – 2024. – vol. 23, no. 1. – P.19-27. DOI: 10.1111/1746-692X.12425.
4. Xie M. Selection and Application of ssDNA Aptamers for Fluorescence Biosensing Detection of Malachite Green [Text] / M. Xie, Z. Chen, F. Zhao, Y. Lin, S. Zheng, Sh. Han // *Food Analytical Methods*. – 2022. – vol. 11, no. 13. <https://doi.org/10.3390/foods11131933>.
5. Yessenbayeva Z. Utilization of bottom sediments of reservoirs [Text] / Z. Yessenbayeva, G. A. Sainova // *Eurasian Journal of Ecology*. – 2022. – vol. 73, no. 4. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v73.i4.03>.
6. Liao J. The association between artificial light at night and gestational diabetes mellitus: A prospective cohort study from China [Text] / J. Liao, Ch. Yu, J. Cai, R. Tian, X. Li, H. Wang, L. Li, G. Song, L. Fu, X. Li, Q. Ge, L. Zhang, Zh. Liu, Ch. Xiao // *Science of The Total Environment*. – 2024. – vol. 919. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170849>.
7. Дауальтер В. А. Исследование физического и химического состава донных отложений при оценке экологического состояния водоемов: учебное пособие по дисциплине «Геохимия окружающей среды» для направления 511100 «Экология и природопользование» и специальности 013600 «Геоэкология» [Текст] / В. А. Дауальтер. – Мурманск: Изд-во МГТУ, – 2006. – С.84: ил. – УДК 551.312.012:502.51(471.21). – ББК 26.222 Д21.
8. Саинова Г. А., Есенбаева Ж. Ж.Характеристика донных отложений водохранилищ Туркестанского района и области их применения [Текст] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 3-2. – С. 327–328. – URL: <https://applied-research.ru/article/view?id=11455> (жүгінген уақыты: 10.05.2025).
9. Рабочая группа ЕЭК ООН по мониторингу и оценке. Руководящие принципы мониторинга и оценки трансграничных и международных озер. – ECE/ENHS/NONE/2004/20; GE.04-31774 (R) 081104 191104. – Женева: ЕЭК ООН, 2004. – URL: https://unece.org/DAM/env/water/publications/assessment/LakesguidelinesA_B_russian.pdf (жүгінген уақыты: 10.05.2025).

REFERENCES:

1. Igarashi Y., Onda Y., Matsushita K. et al. Hydrological setting controls 137Cs and 90Sr concentrations in a headwater catchment in the Chernobyl Exclusion Zone. *Science of The Total Environment*, 2023, vol. 891, art. 164384. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164384>.
2. Lalau C.M., Simioni C., Vicentini D.S. et al. Toxicological effects of AgNPs on duckweed (*Landoltia punctata*). *Science of The Total Environment*, 2020, vol. 710, art. 136318. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136318>.
3. Stepanyan D., Spiegel A., Heidecke C. et al. Climate Change Mitigation in Agriculture beyond 2030: Options for Carbon Pricing and Carbon Border Adjustment Mechanisms. *EuroChoices*, 2024, vol. 23, no. 1, pp. 19–27. DOI: 10.1111/1746-692X.12425.
4. Xie M., Chen Z., Zhao F. et al. Selection and Application of ssDNA Aptamers for Fluorescence Biosensing Detection of Malachite Green. *Food Analytical Methods*, 2022, vol. 11, no. 13. <https://doi.org/10.3390/foods11131933>.
5. Yessenbayeva Z., Sainova G.A. Utilization of bottom sediments of reservoirs. *Eurasian Journal of Ecology*, 2022, vol. 73, no. 4. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v73.i4.03>.
6. Liao J., Yu Ch., Cai J. et al. The association between artificial light at night and gestational diabetes mellitus: A prospective cohort study from China. *Science of The Total Environment*, 2024, vol. 919, art. 170849. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170849>.
7. Dauvalter V.A. Issledovanie fizicheskogo i himicheskogo sostava donny'h otlozhenij pri ocenke e'kologicheskogo sostoyaniya vodoemov [Study of the physical and chemical composition of bottom sediments in the assessment of the ecological state of water bodies]. Murmansk, Izd-vo MGTU, 2006, 84 p. (In Russian)

8. Sainova G.A., Esenbayeva Zh.Zh. **Harakteristika donny'h otlozhenij vodohranilishh Turkestan-skogo rajona i oblasti ih primeneniya** [Characteristics of bottom sediments of the Turkestan district reservoirs and areas of their application]. *Mezhdunarodny'j zhurnal prikladny'h i fundamental'ny'h issledovaniy*, 2017, no. 3-2, pp. 327–328, available at: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11455> (accessed 10 May 2025). (In Russian)

9. **Rabochaya gruppa EE'K OON po monitoringu i ocenke. Rukovodyashhie principy' monitoringa i ocenki transgranichny'h i mezhdunarodny'h ozer** [UNECE Working Group on Environmental Monitoring and Assessment. Guidelines for monitoring and assessment of transboundary and international lakes]. Geneva, UNECE, 2004. ECE/ENHS/NONE/2004/20, available at: https://unece.org/DAM/env/water/publications/assessment/LakesguidelinesA_B_russian.pdf (accessed 10 May 2025). (In Russian)

Авторлар туралы мәліметтер:

Қуанышбаев Сейтбек Бекенович – география ғылымдарының докторы, Басқарма Төрағасы-Ректор, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ., 28/1, тел.: 87479666571 e-mail: kuanysbayev65@bk.ru.

Ермолдина Гульназ Тлеубаевна – техника ғылымдарының магистрі, ҚБ ҒЗИ ғылыми кеңесшісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ., 28/1, тел.: 87773674633, e-mail: yermoldina.g@ksu.edu.kz.

Наурызбаев Жанибек Қуанышбаевич – физика магистрі, ҚБ ҒЗИ физика-химиялық және технологиялық зерттеулер зертханасының қызметкері, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 87057233111, e-mail: nauryzbayev.zh@ksu.edu.kz.

Нурсеитова Аружан Мағауяқызы* – «7М05201 Геоэкология және табиғатты пайдалануды басқару» БББ магистрантура білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 87472814967, e-mail: nurseitova.am@ksu.edu.kz.

Қуанышбаев Сейтбек Бекенович – доктор географических наук, Председатель Правления-Ректор, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87058854684, e-mail: kuanysbayev65@bk.ru.

Ермолдина Гульназ Тлеубаевна – магистр технических наук, научный консультант научно-исследовательского института прикладной биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87773674633, e-mail: yermoldina.g@ksu.edu.kz.

Наурызбаев Жанибек Қуанышбаевич – магистр физики, научный сотрудник лаборатории физико-химических и технологических исследований НИИ ПБ НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87057233111, e-mail: nauryzbayev.zh@ksu.edu.kz.

Нурсеитова Аружан Мағауяқызы* – обучающийся магистратуры ОП «7М05201 Геоэкология и управление природопользованием», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87472814967, e-mail: nurseitova.am@ksu.edu.kz.

Kuanysbayev Seitbek Bekenovich – Doctor of Geographical Sciences, Chairperson of the Board-President, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: 87058854684, e-mail: kuanysbayev65@bk.ru.

Yermoldina Gulnaz Tleubayevna – Master of Technical Sciences, Scientific Adviser of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: 87773674633, e-mail: yermoldina.g@ksu.edu.kz.

Nauryzbayev Zhanibek Kuanysbayevich – Master of Physics, Researcher of the Laboratory of Physico-Chemical and Technological Research of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: 87057233111, e-mail: nauryzbayev.zh@ksu.edu.kz.

Nurseitova Aruzhan Magauyakyzy* – Master's student, "7M05201- Geoecology and Environmental Management" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: 87472814967, e-mail: nurseitova.am@ksu.edu.kz.

МРНТИ 68.05.43

УДК 631.453

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531194>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ И ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

Оразалиева А.Н.* – докторант PhD Алматинского университета энергетики и связи им. Г.Дукеева, главный научный сотрудник, Филиал РГП «Инфракос» в г. Алматы, Республика Казахстан.

Ермолдина Э.Т. – доктор PhD, филиал РГП «Инфракос» в г. Алматы, Республика Казахстан.

Степанова Е.Ю. – заместитель начальника экологического отдела Филиала РГП «Инфракос» в г. Алматы, Республика Казахстан.

Сайлығара А.А. – магистр, ведущий научный сотрудник, Филиал РГП «Инфракос» в г. Алматы, Республика Казахстан.

Сохранение и восстановление плодородия почв является одной из ключевых задач сельскохозяйственной науки, особенно в условиях возрастающей техногенной нагрузки. В районах, подверженных загрязнению углеводородными продуктами, в том числе компонентами ракетного топлива, происходят нарушения микробиологических процессов, определяющих устойчивость агроэкосистем. Оценка биологической и ферментативной активности почвы позволяет определить степень её деградации и перспективы дальнейшего использования в сельскохозяйственном производстве.

Целью исследования стало изучение влияния керосинов марок Т-1 и РГ-1 на микробное сообщество и ферментативную активность бурых почв, отобранных в зоне падения первой ступени РН «Союз». Задачи включали определение каталазной, протеазной, целлюлазной и дегидрогеназной активности микроорганизмов в динамике (на 1-й и 90-й день эксперимента), а также установление дозозависимого эффекта углеводородного загрязнения.

Методология работы основывалась на классических микробиологических и биохимических методах анализа почвы, включая *in vitro* тесты на ферментативную активность и спектрофотометрическое определение дегидрогеназ.

Результаты показали, что при концентрациях ракетного топлива выше 500 мг/кг наблюдается достоверное снижение численности почвенных микроорганизмов и биологической активности, что указывает на критический уровень токсичности для агроэкосистем. На 90-й день эксперимента сохраняется тенденция угнетения ферментативной активности, однако часть микробного сообщества демонстрирует устойчивость к загрязнению.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования выявленных показателей для экологического нормирования, мониторинга состояния почв сельскохозяйственного назначения и прогнозирования последствий загрязнения для их продуктивности. Вклад исследования состоит в уточнении пороговых концентраций углеводородов, влияющих на почвенную биоту, что имеет важное значение для агроэкологии и рационального использования земель.

Ключевые слова: почва, нефтепродукты, углеводородное ракетное топливо, биологическая активность, ферментативная активность, микроорганизмы, дегидрогеназная активность.

МҰНАЙ ӨНІМДЕРІНІҢ ТОПЫРАҚТЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ФЕРМЕНТАТИВТІК БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Оразалиева А.Н.* – PhD докторант *Ғ. Дукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті*, бас ғылыми қызметкер, "Инфракос" РМК-ның Алматы қаласындағы филиалы, Қазақстан Республикасы.

Ермолдина Э.Т. – PhD докторы, "Инфракос" РМК-ның Алматы қаласындағы филиалы, Қазақстан Республикасы.

Степанова Е.Ю. – экологиялық бөлімі бастығының орынбасары, "Инфракос" РМК-ның Алматы қаласындағы филиалы, Қазақстан Республикасы.

Сайлығара А.А. – магистр, жетекші ғылыми қызметкер, "Инфракос" РМК-ның Алматы қаласындағы филиалы, Қазақстан Республикасы.

Топырақтың құнарлылығын сақтау және қалпына келтіру ауыл шаруашылығы ғылымының, әсіресе өсіп келе жатқан техногендік жүктеме жағдайындағы негізгі міндеттерінің бірі болып табылады. Көмірсутек өнімдерімен, оның ішінде зымыран отыны компоненттерімен ластануға ұшыраған аудандарда агроэкосистемелердің тұрақтылығын айқындайтын микробиологиялық процестердің бұзылуы орын алады. Топырақтың биологиялық және ферментативтік белсенділігін бағалау оның тозу дәрежесін және ауыл шаруашылығы өндірісінде одан әрі пайдалану перспективаларын анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты Т-1 және РГ-1 маркалы керосиндердің микробтық қоғамдастыққа және «Союз» ЗТ бірінші сатысының құлдырау аймағынан іріктелген қоңыр топырақтың ферментативтік белсенділігіне әсерін зерттеу болды. Міндеттер динамикадағы микроорганизмдердің каталазалық, протеазалық, целлюлозалық және дегидрогеназалық белсенділігін анықтауды (эксперименттің 1-ші және 90-шы күні), сондай-ақ көмірсутекті ластанудың дозаға тәуелді әсерін белгілеуді қамтыды.

Жұмыс әдіснамасы ферментативтік белсенділікке және дегидрогеназды спектрофотометриялық анықтауға *in vitro* тесттерді қоса алғанда, топырақты талдаудың классикалық микробиологиялық және биохимиялық әдістеріне негізделген.

Нәтижелер зымыран отынының 500 мг/кг жоғары шоғырлануы кезінде топырақты микроорганизмдер санының және биологиялық белсенділіктің анық төмендеуі байқалатынын көрсетті, бұл агроэкожүйелер үшін уыттылықтың шекті деңгейін көрсетеді. Эксперименттің 90-шы күнінде ферментативтік белсенділіктің қысым көрсету үрдісі сақталуда, алайда микробтық қоғамдастықтың бір бөлігі ластануға төзімділігін көрсетеді.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы экологиялық нормалау, ауыл шаруашылығы мақсатындағы топырақтың жай-күйін мониторингілеу және олардың өнімділігі үшін ластану салдарларын болжау үшін анықталған көрсеткіштерді пайдалану мүмкіндігінен тұрады. Зерттеудің үлесі топырақ биотасына әсер ететін көмірсутектердің шекті шоғырлануын нақтылаудан тұрады, бұл агроэкология мен жерді ұтымды пайдалану үшін маңызды мәнге ие.

Түйінді сөздер: топырақ, мұнай өнімдері, көмірсутекті зымыран отыны, биологиялық белсенділік, ферментативтік белсенділік, микроорганизмдер, дегидрогеназды белсенділік.

RESEARCH ON PETROLEUM PRODUCTS EFFECT ON THE BIOLOGICAL AND ENZYMATIC ACTIVITY OF SOIL

Orazaliyeva A.N.* – PhD student, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeyev, Chief Researcher, Almaty Branch of Infracos RSE, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Yermoldina E.T. – PhD, Almaty Branch of Infracos, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Stepanova Ye.Yu. – Deputy Head of the Environmental Department of the Almaty Branch of Infracos RSE, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Sailygara A.A. – Master, Leading Researcher, Almaty Branch of Infracos RSE, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Preserving and restoring soil fertility is one of the key tasks of agricultural science, especially under increasing anthropogenic pressure. In areas exposed to hydrocarbon pollution, including missile fuel, disturbances occur in microbiological processes that determine the stability of agroecosystems. Assessment of soil biological and enzymatic activity enables to determine the degree of its degradation and the prospects for agricultural use.

The research purpose was to investigate the effect of T-1 and RG-1 kerosene on the microbial community and enzymatic activity of brown soils collected in the impact zone of the Soyuz first-stage booster. The objectives included determining catalase, protease, cellulase, and dehydrogenase activity of microorganisms in dynamics (1st and 90th days of the experiment), as well as establishing the dose-dependent effect of hydrocarbon pollution.

The methodology was based on classical microbiological and biochemical approaches to soil analysis, including *in vitro* tests for enzymatic activity and spectrophotometric determination of dehydrogenases.

The results showed that at fuel concentrations above 500 mg/kg there was a marked decrease in soil microorganisms and biological activity, indicating a critical level of toxicity for agroecosystems. By the 90th day, the suppression of enzymatic activity persisted, although part of the microbial community demonstrated resistance to contamination.

The practical relevance of the study lies in the use of identified indicators for environmental standardization, monitoring of agricultural soils, and predicting the consequences of pollution for productivity. The study contribution is the clarification of threshold concentrations of hydrocarbons affecting soil biota, which is essential for agroecology and sustainable land use.

Keywords: soil, petroleum products, hydrocarbon missile fuel, biological activity, enzymatic activity, microorganisms, dehydrogenase activity.

Введение. Проблема загрязнения почв углеводородными соединениями, в частности нефтепродуктами и компонентами ракетного топлива, является одной из наиболее актуальных в экологии и сельскохозяйственных науках [1, с. 113; 2, с. 394].

Почва представляет собой сложную и высокоорганизованную систему, устойчивость и продуктивность которой во многом определяются активностью почвенной биоты. Любое внешнее техногенное воздействие, приводящее к изменению численности микроорганизмов и ферментативной активности, неизбежно сказывается на плодородии и экологическом состоянии земель [1, с. 102; 2, с. 395; 3, с. 210].

Особенно остро эта проблема проявляется в регионах, где размещены районы падения отделяющихся частей ракет-носителей. На территории Казахстана такие зоны охватывают обширные участки степных экосистем, включая Улытаускую и Северо-Казахстанскую области, что приводит к формированию очагов локального загрязнения углеводородами [3, с. 210; 4, с. 532].

Углеводородное ракетное топливо (УВГ) обладает высоким токсическим потенциалом по отношению к живым организмам. Попадая в почву, оно нарушает процессы минерализации органических веществ, изменяет соотношение основных групп микроорганизмов, подавляет деятельность ферментов и, как следствие, снижает способность почв к самовосстановлению. Результатом может стать деградация почвенных экосистем, утрата их агроэкологического потенциала и ограничение возможности использования таких земель в сельском хозяйстве.

Современные исследования показывают, что одним из наиболее информативных показателей состояния почвы является её ферментативная активность. Ферменты катализируют ключевые процессы разложения и трансформации органического вещества, а их уровень отражает как генетические особенности почвы, так и её текущее состояние под влиянием загрязнителей. Наиболее часто в почвоведении оцениваются каталазная, протеазная, целлюлазная и дегидрогеназная активности. Каталаза обеспечивает расщепление токсичной перекиси водорода и связана с численностью аэробных микроорганизмов. Протеазы и целлюлазы отвечают за разрушение белковых и целлюлозных соединений, обеспечивая поступление питательных элементов. Дегидрогеназы отражают метаболическую активность микробного сообщества в целом, так как они функционируют только в живых клетках.

Несмотря на значительное количество публикаций о влиянии нефтепродуктов на почвы, остаётся недостаточно изученным воздействие конкретных марок ракетного топлива – керосинов Т-1 и РГ-1, – на ферментативный профиль бурых почв Центрального Казахстана [6, с. 7, 7, с. 4]. Более того, в литературе недостаточно данных о динамике изменений активности ферментов при длительном воздействии УВГ, что существенно ограничивает возможности прогнозирования последствий для агроэкосистем.

Цель исследования – изучить воздействие керосинов Т-1 и РГ-1 на биологическую и ферментативную активность бурых почв, отобранных в районах падения боковых блоков первой ступени ракеты-носителя «Союз» в Казахстане. Для достижения цели исследования определены следующие задачи исследования:

- Определение каталазной, протеазной, целлюлазной и дегидрогеназной активности микроорганизмов в образцах почвы на 1-й и 90-й день эксперимента;
- Сравнение изменений ферментативной активности в зависимости от концентрации углеводородного загрязнения;
- Оценка дозозависимого эффекта влияния керосинов Т-1 и РГ-1 на почвенную биоту;
- Установление пороговой концентрации токсичности углеводородного ракетного топлива, влияющей на биологическую активность почв.

Материалы и методы. Для оценки биологической и ферментативной активности использовались образцы бурых почв, отобранные в зоне падения боковых блоков ракеты-носителя «Союз». В качестве загрязнителей применялись углеводородные ракетные топлива марок Т-1 и РГ-1 в различных концентрациях. Объектами анализа служили микроорганизмы, выделенные из почвенных образцов на 1-й и 90-й день после внесения топлива.

В качестве диагностических показателей состояния почвы рассматривались:

- общая микробная обсемененность (ОМЧ), включающая аэробные и анаэробные микроорганизмы;
- активность гидролитических ферментов (протеазы, целлюлазы);
- активность окислительно-восстановительных ферментов (каталазы и дегидрогеназы).

Эти показатели позволяли судить о жизнеспособности почвенной микробиоты, её способности к поддержанию гомеостаза и о потенциальных изменениях в ферментативном профиле под воздействием углеводородного загрязнения.

Биологическая и ферментативная активность почв оценивалась по уровню микробной обсемененности и активности ферментов микроорганизмов, обитающих в почве. В качестве диагностических показателей рассматривались каталазная, протеазная, целлюлазная и дегидрогеназная активности.

Для анализа использовались микроорганизмы, выделенные из образцов бурых почв, подвергнутых загрязнению керосинами Т-1 и РГ-1. Оценка проводилась на 1-й и 90-й день эксперимента.

Результаты. Каталазная активность определялась *in vitro* на клеточных культурах выделенных изолятов микроорганизмов [8, с. 5, 9, с. 8-10]. В качестве субстрата применялся 3%-ный раствор перекиси водорода. Интенсивность реакции фиксировалась по газообразованию (выделение кислорода), возникающему при ферментативном распаде пероксида водорода до воды и молекулярного кислорода под действием каталаз.

Общая микробная обсемененность (ОМЧ) оценивалась с учётом аэробных и анаэробных микроорганизмов. При этом учитывалось, что синтез каталазы преимущественно осуществляется аэробными формами, численность которых может снижаться в глубинных горизонтах почвы вследствие уменьшения содержания кислорода.

Каталазная активность тестировалась у бактериальных и грибных изолятов, выделенных из контрольных и опытных образцов. Сравнительный анализ проводился для изолятов, полученных на 1-й и 90-й день после внесения ракетного топлива.

Результаты и обсуждение. Анализ микробного сообщества и ферментативной активности почв, подвергшихся воздействию углеводородного ракетного топлива, показал, что даже на 1-й и 90-й день после внесения топлива сохраняется часть жизнеспособных микроорганизмов. Однако с увеличением концентрации керосинов Т-1 и РГ-1 наблюдалась выраженная тенденция к снижению численности аэробных микроорганизмов и общей биологической активности почвы. Это указывает на прямую дозозависимую реакцию микробного сообщества на углеводородное загрязнение.

Полученные данные подтверждают сведения литературы о том, что нефтепродукты, в том числе компоненты ракетного топлива, оказывают ингибирующее действие на микробные сообщества, что проявляется как в снижении их численности, так и в угнетении ферментативных систем [10, с. 6, 11 с. 6]. При этом часть микроорганизмов сохраняла активность, что свидетельствует о наличии устойчивых форм, способных функционировать даже при повышенной нагрузке углеводородами. Результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты качественной оценки каталазной активности изолятов на 1-й день эксперимента с загрязнением почвы керосинами Т-1 и РГ-1.

№	Каталазная активность (бактерии)	Каталазная активность (микробицеты)
1	+	+
2	++	++
3	++	++
4	+++	++
5	+++	+
6	+++	++
7	++	++
8	++	
9	++	
10	++	

Примечание – «+» – слабое газообразование; «++» – хорошее газообразование; «+++» – сильное газообразование

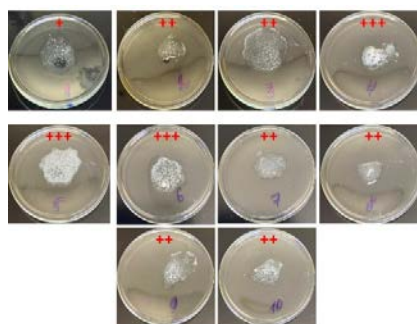


Рисунок 1 – Каталазная активность 10 изолятов бактерий на 1-й день эксперимента при загрязнении почвы керосинами Т-1 и РГ-1 (интенсивность газообразования отмечена знаком «+»).

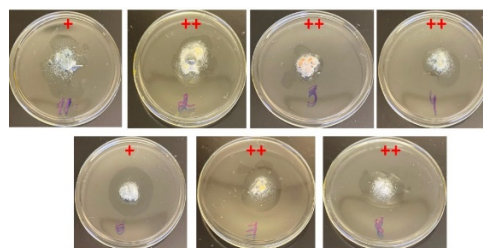


Рисунок 1.1 – Каталазная активность для 7-ми изолятов микромицетов (красным знаком «+» указана интенсивность газообразования) на 1-й день эксперимента с загрязнением почвы керосинами Т-1 и РГ-1

Таблица 1.1 – Результаты качественной оценки каталазной активности у выделенных изолятов микроорганизмов на 90-й день эксперимента с загрязнением почвы керосинами Т-1 и РГ-1

№	Каталазная активность (бактерии)	Каталазная активность (микробицеты)
1	++	++
2	+++	+
3	++	+++
4	+	+++
5	++	+
6		+
7		++

Примечание – «+» – слабое газообразование; «++» – хорошее газообразование; «+++» – сильное газообразование

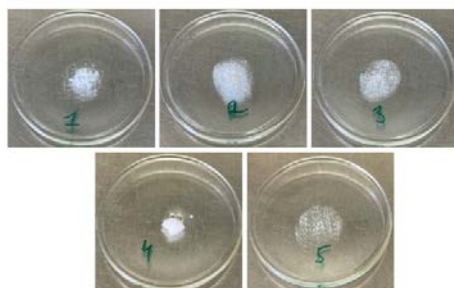


Рисунок 1.3 – Результаты качественной оценки каталазной активности для 5-ти изолятов бактерий на 90-й день эксперимента с загрязнением почвы керосинами Т-1 и РГ-1

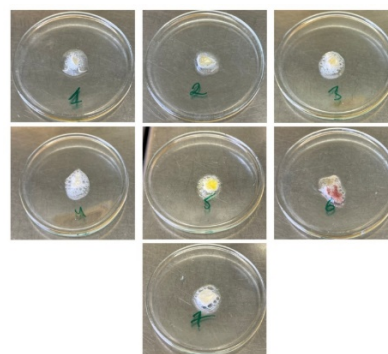


Рисунок 1.4 – Результаты качественной оценки каталазной активности для 7-ми изолятов микромицетов на 90-й день с загрязнением почвы Т-1 и РГ-1

Протеазы обеспечивают гидролиз белков и пептидов, что является важным процессом минерализации органического вещества в почве. На 1-й день эксперимента протеазная активность была зафиксирована у 9 из 10 бактериальных изолятов, хотя степень выраженности различалась. Наибольшие зоны гидролиза казеина наблюдались у изолятов № 4 и № 8 (18 мм), а также № 1 (14,3 мм) и № 7 (15 мм).

На 90-й день эксперимента протеазная активность сохранялась только у 2 бактериальных изолятов (№ 1 и № 2), тогда как у остальных зон гидролиза не отмечалось. Среди грибных изолятов протеазная активность была выявлена у культур № 1, 2, 5 и 7.

Динамика протеазной активности указывает на существенное угнетение гидролитического потенциала микробного сообщества в условиях длительного воздействия углеводов. Это согласуется с литературными данными о том, что протеазы являются более чувствительными к нефтепродуктам ферментами по сравнению, например, с каталазами.

Таблица 2 – Результаты качественной оценки протеазной активности изолятов на 1-й день эксперимента с загрязнением почвы керосинами Т-1 и РГ-1

№	Диаметр зоны гидролиза белка, мм M±StD
1	14,3±0,58
2	9,3±0,58
3	8,0±0,00
4	18,0±0,00
5	отсутствует
6	8,7±1,15
7	15,0±0,00
8	18,0±0,00
9	7,0±1,00
10	11,7±0,58

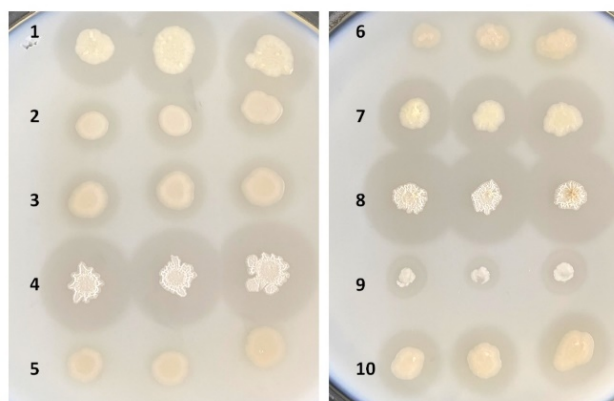


Рисунок 2 – Протеазная активность для 10-ти изолятов бактерий (номера 1-10 – порядковые номера изолятов; светлые зоны вокруг колоний – зоны гидролиза казеина) на 1-й день эксперимента с загрязнением почвы Т-1 и РГ-1

Таблица 2.1 – Результаты качественной оценки протеазной активности у выделенных изолятов микроорганизмов на 90-й день эксперимента с загрязнением почвы керосинами Т-1 и РГ-1

№	Диаметр зоны гидролиза белка, мм M±StD (бактерии)	Диаметр зоны гидролиза белка, мм M±StD (микромикеты)
1	18,00±0,00	12,67±0,58
2	10,67±0,58	19,67±0,58
3	отсутствует	отсутствует
4	отсутствует	отсутствует
5	отсутствует	16,67±0,58
6		отсутствует
7		16,67±0,58

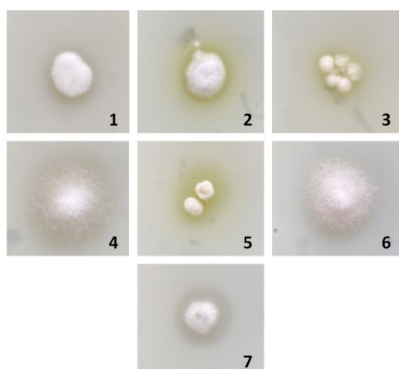


Рисунок 2.1 – Протеазная активность 7 изолятов микроскопических грибов (№1–7) на 90-й день эксперимента при загрязнении почвы керосинами Т-1 и РГ-1 (светлые зоны – гидролиз казеина)

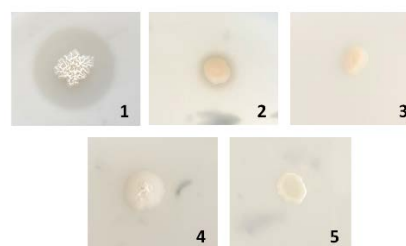


Рисунок 2.2 – Протеазная активность 5 изолятов бактерий (№1–5) на 90-й день эксперимента при загрязнении почвы керосинами Т-1 и РГ-1 (светлые зоны вокруг колоний – гидролиз казеина)

Целлюлазная активность отражает способность почвенной биоты разрушать растительные остатки и является важным показателем круговорота углерода. На 1-й день эксперимента активность целлюлазы была обнаружена у всех 10 бактериальных изолятов, хотя диаметр зон гидролиза варьировал. Наибольшие показатели зарегистрированы у изолятов № 4 (9,3 мм), № 7 (8,7 мм) и № 8 (11,3 мм).

К 90-му дню целлюлазная активность сохранялась у всех 5 бактериальных и 7 грибных изолятов. Особенно высокие значения зафиксированы у грибов № 4, 6 и 7 (до 24,7 мм). Это свидетельствует о том, что грибная микрофлора играет более значимую роль в разложении целлюлозы в условиях углеводородного загрязнения.

В отличие от протеаз, целлюлазная активность демонстрирует большую устойчивость к присутствию углеводов. Вероятно, это связано с тем, что грибы обладают более широким спектром ферментов, участвующих в деградации полисахаридов.

Таблица 3 – Результаты качественной оценки целлюлазной активности изолятов на 1-й день эксперимента с загрязнением почвы Т-1 и РГ-1

№	Диаметр зоны гидролиза белка, мм M±StD
1	7,3±4,62
2	2,0±0,00
3	2,0±0,00
4	9,3±1,15
5	2,0±0,00
6	2,0±0,00
7	8,7±1,15
8	11,3±1,15
9	2,0±0,00
10	2,0±0,00

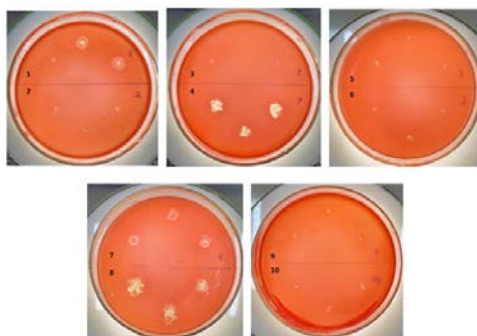


Рисунок 3 – Результаты качественной оценки целлюлазной активности для 10-ти изолятов бактерий (номера 1-10 – порядковые номера изолятов; светлые зоны – зоны гидролиза целлюлозы) на 1-й день эксперимента с загрязнением почвы керосинами Т-1 и РГ-1

Таблица 3.1 – Результаты качественной оценки целлюлазной активности у выделенных изолятов микроорганизмов на 90-й день эксперимента с загрязнением почвы Т-1 и РГ-1

№	Диаметр зоны гидролиза целлюлозы, мм M±StD (Бактерии)	Диаметр зоны гидролиза целлюлозы, мм M±StD (Микромицеты)
1	9,33±1,15	11,67±0,58
2	6,33±0,58	11,33±0,58
3	5,67±0,58	12,00±0,00
4	4,67±0,58	24,67±0,58
5	1,33±0,58	11,00±0,00
6		24,33±0,58
7		16,67±0,58

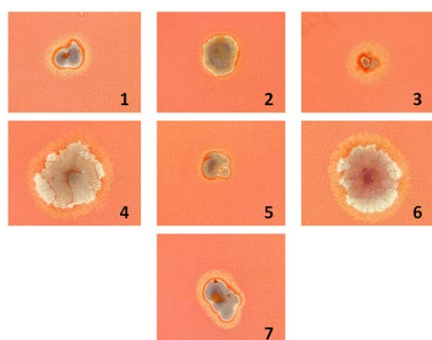


Рисунок 3.1 – Целлюлазная активность 7 изолятов микромицетов (№1–7) на 90-й день эксперимента при загрязнении почвы керосинами Т-1 и РГ-1 (светлые зоны – гидролиз целлюлозы)

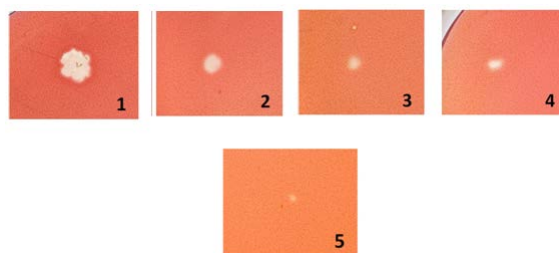


Рисунок 3.2 – Целлюлазная активность 5 изолятов бактерий (№1–5) на 90-й день эксперимента при загрязнении почвы керосинами Т-1 и РГ-1 (светлые зоны – гидролиз целлюлозы)

Дегидрогеназные ферменты отражают интенсивность метаболизма микробного сообщества и считаются одним из наиболее надёжных индикаторов биологической активности почвы [8, с. 11, 9, с. 10]. Их специфическая особенность заключается в том, что они функционируют только в живых клетках, а потому напрямую показывают уровень жизнеспособности микробиоты.

На 1-й день эксперимента максимальные значения дегидрогеназной активности были зафиксированы в контрольных образцах (158,9 мг формазана/кг), что соответствует нормальной метаболической активности почвенной микрофлоры. При внесении керосинов Т-1 и РГ-1 наблюдалось дозозависимое снижение показателей: минимальные значения составили 80,1 мг формазана/кг (Т-1, 14 925 мг/кг) и 70,6 мг формазана/кг (РГ-1, 4325 мг/кг). Это свидетельствует о выраженном токсическом эффекте углеводородов, подавляющих активность почвенных микроорганизмов.

К 90-му дню эксперимента снижение дегидрогеназной активности сохранялось. Даже в вариантах с меньшими концентрациями топлива показатели оставались ниже контрольных значений. В образцах с максимальными дозами РГ-1 и Т-1 ферментативная активность составляла лишь 68,7–87,3 мг формазана/кг, что указывает на устойчивое угнетение микробной метаболической активности.

Статистическая обработка данных подтвердила достоверную корреляцию между ростом концентрации топлива и падением активности ферментов ($p < 0,0001$). Однако сравнение результатов 1-го

и 90-го дня показало отсутствие достоверных различий ($p=0,2221$), что говорит о том, что метаболический потенциал микробного сообщества остаётся подавленным на протяжении всего периода наблюдений, без признаков восстановления.

Эти результаты согласуются с литературными данными, где дегидрогеназы рассматриваются как наиболее чувствительные биомаркеры токсичности почв. Их угнетение при внесении углеводов свидетельствует о снижении способности почвы к разложению органических веществ и замедлении основных биогеохимических циклов. В условиях сельского хозяйства это напрямую отражается на снижении плодородия, так как уменьшается интенсивность процессов минерализации и мобилизации элементов питания.

Таблица 4 – Результаты оценки дегидрогеназной активности образцов почв на 1-й день эксперимента с загрязнением почвы керосинами Т-1 и РГ-1

№	Содержание компонентов ракетного топлива, мг/кг	Количество восстановленного формазана, мг/л	Показатель дегидрогеназной активности, мг формазана/кг почвы
Контроль	1,08	17,7	158,9
Т-1-1	108,5	14,8	133,3
Т-1-2	587,5	13,1	118,1
Т-1-3	1087,5	12,8	115,0
Т-1-4	4625,0	12,7	114,2
Т-1-5	14925,0	8,9	80,1
РГ-1-1	84,75	15,1	135,7
РГ-1-2	600,0	12,3	111,1
РГ-1-3	895,0	11,7	105,5
РГ-1-4	4325,0	7,8	70,6
РГ-1-5	5800,0	8,1	72,9



Рисунок 4 – Результаты оценки дегидрогеназной активности образцов почв на 1-й день эксперимента с загрязнением почвы керосинами Т-1 и РГ-1

Таблица 4.1 – Результаты оценки дегидрогеназной активности образцов почв на 90-й день эксперимента с загрязнением почвы керосинами Т-1 и РГ-1

Наименование образца	Содержание ракетного топлива, мг/кг	1-й день исследований		90-й день исследований	
		количество восстановленного формазана, мг/л	показатель дегидрогеназной активности, мг формазана/кг почвы	количество восстановленного формазана, мг/л	показатель дегидрогеназной активности, мг формазана/кг почвы
Контроль	1,08	17,7	158,9	16,8	151,6
РГ -1-1	84,75	15,1	135,7	12,7	114,4
РГ -1-2	600,0	12,3	111,1	12,2	110,1

Продолжение таблицы 4.1

РГ -1-3	895,0	11,7	105,5	10,9	97,9
РГ -1-4	4325,0	7,8	70,6	7,6	68,8
РГ -1-5	5800,0	8,1	72,9	7,6	68,7
Т-1-1	108,5	14,8	133,3	14,7	132,5
Т-1-2	587,5	13,1	118,1	13,8	124,6
Т-1-3	1087,5	12,8	115,0	13,0	116,9
Т-1-4	4625,0	12,7	114,2	12,1	108,9
Т-1-5	14925,0	8,9	80,1	9,7	87,3



Рисунок 4.1 – Результаты оценки дегидрогеназной активности образцов почв на 90-й день эксперимента для образцов почв Т-1-1 – Т-1-5



Рисунок 4.2 – Результаты оценки дегидрогеназной активности образцов почв на 90-й день эксперимента для образцов почв РГ-1-1 – РГ-1-5

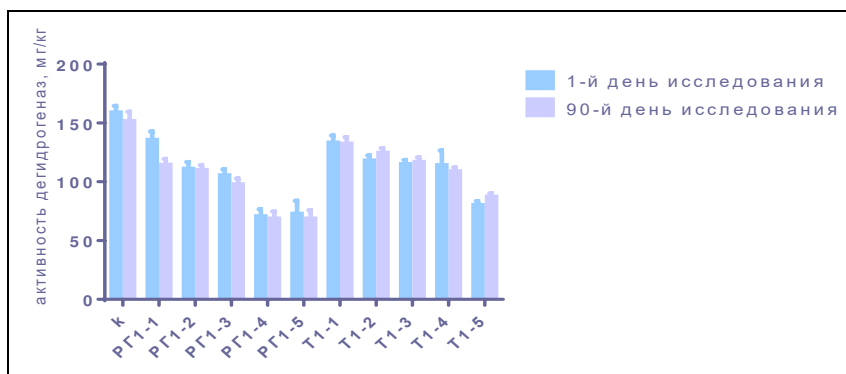


Рисунок 4.4 – Результаты сравнительной оценки дегидрогеназной активности образцов почв на 1-й и 90-й дни эксперимента

Обсуждение. Анализ полученных данных показал, что углеводородное загрязнение оказывает комплексное и разнонаправленное влияние на микробные сообщества бурых почв Центрального Казахстана. Уже на ранних этапах эксперимента (1-й день) наблюдалось снижение численности аэробных микроорганизмов, что сопровождалось падением каталазной активности. Учитывая, что большинство выделенных культур являлись каталазоположительными, уменьшение их численности напрямую отражается на снижении суммарной ферментативной активности почвы. Этот факт указывает на тесную зависимость между структурными изменениями микробиоценоза и функциональными параметрами почвенной системы [12, с. 12].

Протеазная активность проявлялась у подавляющего большинства бактериальных изолятов, однако её уровень снижался с ростом концентрации топлива и увеличением продолжительности эксперимента. Это показывает, что процессы белкового обмена наиболее чувствительны к воздействию углеводородов [13, с. 7]. В отличие от этого целлюлозолитическая активность сохранялась у всех изолятов, что подтверждает относительную устойчивость целлюлозоразрушающих микроорганизмов и важную роль грибов в обеспечении стабильности разложения растительных остатков даже при стрессовых условиях.

Дегидрогеназная активность оказалась наиболее информативным показателем общего метаболического состояния почвы. Установлено, что её уровень снижается пропорционально росту концентрации углеводородного топлива, что подтверждается статистически высокой значимостью ($p < 0,0001$). При этом на протяжении всего эксперимента (90 дней) не зафиксировано достоверного восстановления

показателей ($p=0,2221$). Это позволяет говорить о стойком и длительном ингибирующем эффекте углеводородного загрязнения на микробиоту.

Сравнение действия керосинов Т-1 и РГ-1 показало сходный характер токсичности, однако воздействие РГ-1 оказалось несколько более выраженным. Вероятно, это связано с различиями в химическом составе топлива и скоростью деградации его компонентов в почве.

Закключение. Проведённое исследование влияния углеводородных ракетных топлив на бурые почвы Центрального Казахстана позволило выявить основные закономерности изменения микробных сообществ и их ферментативной активности.

Установлено, что даже при сохранении отдельных функциональных возможностей микробного сообщества, общее снижение численности микроорганизмов и угнетение ферментативных систем указывают на выраженный токсический эффект. Наиболее чувствительными показателями воздействия оказались протеазная и дегидрогеназная активности, тогда как каталазы и целлюлазы продемонстрировали относительную устойчивость.

Статистически достоверное ($p<0,0001$) снижение дегидрогеназной активности при концентрациях топлива выше 500 мг/кг позволяет рассматривать этот показатель в качестве интегрального биоиндикатора токсичности. Определённая пороговая нагрузка (500 мг/кг) может быть использована в качестве критерия по общесанитарному показателю вредности для нормирования содержания углеводородов в почве [8, с. 14, 11, с. 7].

Информация о финансировании

Исследования проведены при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках гранта № AP19679969 «Исследование процессов идентификации ракетного углеводородного топлива в почвах районов эксплуатации ракет-носителей и разработка их гигиенического норматива», послужат основой разработке гигиенического норматива.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Alef K., Nannipieri P. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry** [Text] / K. Alef, P. Nannipieri. – London: Academic Press, 1995. – 576 с.
2. **Anderson J.P.E., Domsch K.H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions on microbial biomass** [Text] / J.P.E. Anderson, K.H. Domsch // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1993. – Vol. 25. – № 3. – P. 393-395.
3. **Atlas R.M. Petroleum Microbiology** [Text] / R.M. Atlas. – New York: Macmillan, 1984. – 692 с.
4. **Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Ковач Р.Г., Шевченко В.В. Углеводородный статус почв разного возраста нефтяного загрязнения** [Текст] / А.Н. Геннадиев, Ю.И. Пиковский, Р.Г. Ковач, В.В. Шевченко // *Почвоведение*. – 2016. – Т. 49. – № 5. – С. 529-537.
5. **Исаева А., Успабаева А., Бишимбаев В., Исаев Е., Сатарова А. Биоремедиация нефтезагрязнённых почв Южного Казахстана** [Текст] / А. Исаева, А. Успабаева, В. Бишимбаев, Е. Исаев, А. Сатарова // *Modern Applied Science*. – 2015. – Т. 9. – № 6. – С. 97-104.
6. **Bekeshev Y., Semenov I., Stepanova Y., et al. Data on the temporal changes in soil properties at the emergency crash site of the launch vehicle 'Soyuz-FG' in Kazakhstan** [Text] / Y. Bekeshev, I. Semenov, Y. Stepanova, et al. // *Data in Brief*. – 2024. – Vol. 55. – Article 110646. – 12 p.
7. **Бекешев Е., Жумабекова Ж., Молдабеков М. Детоксикация почв, загрязнённых углеводородным ракетным топливом, методом биоремедиации** [Текст] / Е. Бекешев, Ж. Жумабекова, М. Молдабеков // *Journal of Space Safety Engineering*. – 2024. – Т. 4. – С. 605-613.
8. **Jia W., Cheng L., Tan Q., et al. Response of the soil microbial community to petroleum hydrocarbon stress shows a threshold effect** [Text] / W. Jia, L. Cheng, Q. Tan, et al. // *Frontiers in Microbiology*. – 2023. – Vol. 14. – Article 1188229. – 15 p.
9. **Moradi S., Sarikhani M.R., Ale-Agha A.B., et al. Effects of natural and prolonged crude oil pollution on soil enzyme activities** [Text] / S. Moradi, M.R. Sarikhani, A.B. Ale-Agha, et al. // *Geoderma Regional*. – 2024. – Vol. 36. – e00742. – 12 p.
10. **Li J., Xu Y., Song Q., et al. Structural and functional perturbations of microbial communities in historically petroleum-contaminated soils** [Text] / J. Li, Y. Xu, Q. Song, et al. // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2021. – Vol. 28. – P. 10589-10602.
11. **Wang X., Guan X., Zhang X., et al. Microbial communities in petroleum-contaminated seasonally frozen soil and their response to temperature changes** [Text] / X. Wang, X. Guan, X. Zhang, et al. // *Chemosphere*. – 2020. – Vol. 258. – Article 127375. – 10 p.
12. **Ławniczak Ł., Woźniak-Karczewska M., Loibner A.P., Heipieper H.J., Chrzanowski Ł. Microbial degradation of hydrocarbons—basic principles for bioremediation: A review** [Text] / Ł. Ławniczak, M. Woźniak-Karczewska, A.P. Loibner, H.J. Heipieper, Ł. Chrzanowski // *Molecules*. – 2020. – Vol. 25. – № 4. – 856. – 18 p.
13. **Lee S.-H., Kim M.-S., Kim J.-G., Kim S.-O. Use of soil enzymes as indicators for contaminated soil monitoring** [Text] / S.-H. Lee, M.-S. Kim, J.-G. Kim, S.-O. Kim // *Sustainability*. – 2020. – Vol. 12. – № 19. – 8209. – 15 p.

REFERENCES:

1. Alef K., Nannipieri P. *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. London, Academic Press, 1995, 576 p.
2. Anderson J.P.E., Domsch K.H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions on microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 1993, vol. 25, no. 3, pp. 393-395.
3. Atlas R.M. *Petroleum Microbiology*. New York, Macmillan, 1984, 692 p.
4. Gennadiev A.N., Pikovskij Yu.I., Kovach R.G., Shevchenko V.V. Uglevodorodny'j status pochv raznogo vozrasta neftyanogo zagryazneniya [Hydrocarbon profile of soils at different stages of oil contamination]. *Pochvovedenie*, 2016, vol. 49, no. 5, pp. 529-537. (In Russian)
5. Isaeva A., Uspabaeva A., Bishimbaev V., Isaev E., Satarova A. Bioremediaciya neftezagryaznenny'h pochv Yuzhnogo Kazakhstana [Bioremediation of oil-contaminated soils in Southern Kazakhstan]. *Modern Applied Science*, 2015, vol. 9, no. 6, pp. 97-104. (In Russian)
6. Bekeshev Y., Semenov I., Stepanova Y., et al. Data on the temporal changes in soil properties at the emergency crash site of the launch vehicle 'Soyuz-FG' in Kazakhstan. *Data in Brief*, 2024, vol. 55, art. 110646.
7. Bekeshev Y., Zhumabekova Zh., Moldabekov M. Detoxification of contaminated soils from hydrocarbon rocket fuel used in «Soyuz» launch vehicles using the bioremediation method. *Journal of Space Safety Engineering*, 2024, vol. 4, pp. 605-613.
8. Jia W., Cheng L., Tan Q., et al. Response of the soil microbial community to petroleum hydrocarbon stress shows a threshold effect. *Frontiers in Microbiology*, 2023, vol. 14, art. 1188229.
9. Moradi S., Sarikhani M.R., Ale-Agha A.B., et al. Effects of natural and prolonged crude oil pollution on soil enzyme activities. *Geoderma Regional*, 2024, vol. 36, art. e00742.
10. Li J., Xu Y., Song Q., et al. Structural and functional perturbations of microbial communities in historically petroleum-contaminated soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021, vol. 28, pp. 10589-10602.
11. Wang X., Guan X., Zhang X., et al. Microbial communities in petroleum-contaminated seasonally frozen soil and their response to temperature changes. *Chemosphere*, 2020, vol. 258, art. 127375.
12. Ławniczak Ł., Woźniak-Karczewska M., Loibner A.P., Heipieper H.J., Chrzanowski Ł. Microbial degradation of hydrocarbons—basic principles for bioremediation: A review. *Molecules*, 2020, vol. 25, no. 4, art. 856.
13. Lee S.-H., Kim M.-S., Kim J.-G., Kim S.-O. Use of soil enzymes as indicators for contaminated soil monitoring. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 19, art. 8209.

Сведения об авторах:

Оразалиева Арай Назарбайқызы* – докторант PhD кафедры космической инженерии, НАО «Алматинский университет энергетики и связи», главный научный сотрудник филиала РГП «Инфракос», Республика Казахстан, 050046, г. Алматы, ул. Абая 191, тел.: 87006649097, e-mail: orazaliyevaaray@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5480-4835>.

Ермолдина Эльмира Тлеубаевна – доктор PhD, филиал РГП «Инфракос», Республика Казахстан, 050046, г. Алматы, ул. Абая 191, тел.: 87772991582, e-mail: ermoldina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8567-1342>.

Степанова Елена Юрьевна – заместитель начальника экологического отдела филиала РГП «Инфракос», Республика Казахстан, 050046, г. Алматы, ул. Абая 191, тел.: 87789313989, e-mail: s.ell@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9983-5857>.

Сайлығара Айсұлу Алтынбекқызы – магистр, ведущий научный сотрудник филиала РГП «Инфракос», Республика Казахстан, 050046, г. Алматы, ул. Абая 191, тел.: 87477942126, e-mail: aisulusin@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4245-142X>.

Оразалиева Арай Назарбайқызы* – PhD докторант, ғарыштық инженерия кафедрасы, «Алматы энергетика және байланыс университети» КЕАҚ, РГП «Инфракос» филиалының бас ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050046, Алматы қ., Абай көш, 191, тел.: 87006649097, e-mail: orazaliyevaaray@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5480-4835>.

Ермолдина Эльмира Тлеубаевна – PhD докторы, РГП «Инфракос» филиалы, Қазақстан Республикасы, 050046, Алматы қ., Абай көш, 191, тел.: 87772991582, e-mail: ermoldina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8567-1342>.

Степанова Елена Юрьевна – РГП «Инфракос» филиалы экология бөлімінің басшы орынбасары, Қазақстан Республикасы, 050046, Алматы қ., Абай көш, 191, тел.: 8778931398-9, e-mail: s.ell@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9983-5857>.

Сайлығара Айсұлу Алтынбекқызы – магистр, РГП «Инфракос» филиалының жетекші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050046, Алматы қ., Абай көш, 191, тел.: 8747794212-6, e-mail: aisulusin@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4245-142X>.

Orazaliyeva Aray Nazarbaykyzy* – PhD student, Department of space engineering, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Chief Researcher of the Almaty Branch of Infracos RSE, Republic of Kazakhstan, 050046, Almaty, 191 Abai Str., tel.: 87006649097, e-mail: orazaliyevaaray@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5480-4835>.

Yermoldina Elmira Tleubayevna – PhD, Almaty Branch of Infracos RSE, Republic of Kazakhstan, 050046, Almaty, 191 Abai Str., tel.: 87772991582, e-mail: ermoldina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8567-1342>.

Stepanova Yelena Yuriyevna – Deputy Head of the Environmental Department, Almaty Branch of Infracos RSE, Republic of Kazakhstan, 050046, Almaty, 191 Abai Str., tel.: 87789313989, e-mail: s.ell@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9983-5857>.

Sailygara Aissulu Altynbekkyzy – Master, Leading Researcher, Almaty Branch of Infracos RSE, Republic of Kazakhstan, 050046, Almaty, 191 Abai Str., tel.: 87477942126, e-mail: aisulusin@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4245-142X>.

МРНТИ 68.01.94:68.29.01

УДК 631.95

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531205>

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МИКРОЗОНИРОВАНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ ТОО «ПОБЕДА» ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Оспанова А.А.* – докторант кафедры землеустройства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Озеранская Н.Л. – кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Мерзляков О.Э. – кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения и экология почв, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, Российская Федерация.

Целью данного исследования является разработка системы микрозонирования на основе эколого-ландшафтного подхода для организации эффективной охраны и рационального использования сельскохозяйственных угодий в проектных и прогнозных документах. В порядке исследования применялся комплексный анализ ландшафтной структуры землепользования; проведено изучение экологического состояния почвенного покрова с использованием геоинформационных технологий и на основе полевых исследований. В результате исследования на примере объекта сухостепной зоны Северного Казахстана выявлены закономерности деградации почв в зависимости от ландшафтных особенностей территории и интенсивности сельскохозяйственного использования. На основе выявленных зависимостей разработана система эколого-ландшафтного микрозонирования, обеспечивающая дифференцированный подход к планированию землепользования и охране почв в региональных условиях. Значимость полученных результатов заключается в возможности предотвращения деградационных процессов, сохранения и восстановления плодородия почв без снижения экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Разработанная система эколого-ландшафтного микрозонирования агрохозяйственных землепользований применима для территорий с различными эколого-ландшафтными условиями и может быть интегрирована в действующие системы земледелия. Особенностью разработанной методики является детальный учет ландшафтной структуры местности, основанный на выделении морфологических единиц и учет экологических региональных особенностей территории. Детализированный подход к выделению однородных эколого-ландшафтных структур повышает эффективность разработанных мероприятий по сохранению почвенного плодородия при организации использования земель агроформирований.

Ключевые слова: сельскохозяйственные угодья, охрана земель, деградация почв, устойчивое землепользование, рациональное использование земли, экологическое микрозонирование агроландшафтов.

**ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫНДА АГРОЛАНШАФТТАРДЫ
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МИКРОАЙМАҚТАУ**

Оспанова А.А.* – жерге орналастыру кафедрасының докторанты, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ, Қазақстан Республикасы.

Озеранская Н.Л. – экономика ғылымдарының кандидаты, жерге орналастыру кафедрасының доценті, «Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ, Қазақстан Республикасы.

Мерзляков О.Э. – биология ғылымдарының кандидаты, Топырақтану және топырақ экологиясы кафедрасының доценті, «Ұлттық зерттеу Томск мемлекеттік университеті» ФМАОО ЖБ, Томск, Ресей Федерациясы.

Бұл зерттеудің мақсаты жобалық және болжамдық құжаттарда ауыл шаруашылығы жерлерін тиімді қорғауды және ұтымды пайдалануды ұйымдастыру үшін экологиялық-ландшафттық тәсілге негізделген микроаймақтау жүйесін әзірлеу болып табылады. Зерттеу барысында жер пайдалану ландшафттық құрылымына кешенді талдау жүргізілді; топырақ жамылғысының экологиялық жағдайы геоақпараттық технологияларды пайдалана отырып және далалық зерттеулер негізінде зерделенді. Ауыл шаруашылығын пайдалану қарқындылығына байланысты және топырақтың деградация ұшырауының жүйелілігін зерттеу нәтижесінде Солтүстік Қазақстанның құрғақ дала аймағындағы объектінің мысалын пайдалана отырып аумақтың ландшафттық ерекшеліктері анықталды. Жерді пайдалануды жоспарлауға және топырақты қорғауға сараланған тәсілді аймақтық жағдайларда қамтамасыз ететін анықталған тәуелділіктер негізінде экологиялық-ландшафттық микроаймақтау жүйесі әзірленді. Алынған нәтижелердің маңыздылығы: ауыл шаруашылығы өндірісінің экономикалық тиімділігін төмендетпей, деградация процестерінің алдын алу, топырақ құнарлығын сақтау және қалпына келтіру. Өртүрлі экологиялық-ландшафттық жағдайлары бар аумақтарға және қолданыстағы ауыл шаруашылығы жүйелеріне біріктірілуі ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді экологиялық-ландшафттық микроаймақтаудың әзірленген жүйесі қолданылуы мүмкін. Әзірленген әдістеменің ерекшелігі морфологиялық бірліктерді анықтау негізінде және аумақтың экологиялық аймақтық ерекшеліктерін ескере отырып, аумақтың ландшафттық құрылымын егжей-тегжейлі есепке алу болып табылады. Біртекті экологиялық-ландшафттық құрылымдарды анықтаудың егжей-тегжейлі тәсілі ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалануды ұйымдастыру кезінде топырақ құнарлығын сақтау бойынша әзірленген шаралардың тиімділігін арттырады.

Түйінді сөздер: ауылшаруашылық жерлері, жерді сақтау, топырақтың деградациясы, жерді тұрақты пайдалану, жерді ұтымды пайдалану, ауыл шаруашылығы ландшафтарын экологиялық микроаймақтау.

**ECOLOGICAL MICROZONING OF CULTIVATED LAND
IN THE CONDITIONS OF POBEDA LLP, PAVLODAR REGION**

Ospanova A.A.* – Doctoral student of the Department of land management, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

Ozeranskaya N.L. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of land management, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

Merzlyakov O.E. – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of soil science and soil ecology, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation.

The objective of this study is to develop a microzoning system based on the ecological-landscape approach for organizing effective protection and rational use of agricultural land in planning and forecasting documents. The study employed a comprehensive analysis of the landscape structure of land use and examined the ecological condition of the soil cover using geoinformation technologies and field investigations. As a result of the study, conducted in the dry-steppe zone of Northern Kazakhstan, patterns of soil degradation were identified in relation to the landscape features of the area and the intensity of agricultural use. Based on the identified dependencies, a system of ecological-landscape microzoning was developed providing a differentiated approach to land use planning and soil protection in regional conditions. The significance of the results lies in the possibility of preventing degradation processes, preserving and restoring soil fertility without reducing the economic efficiency of agricultural production. The developed system of ecological-landscape microzoning of agricultural land uses is applicable to territories with different ecological-landscape conditions and can be integrated into existing farming systems. The peculiarity of the developed methodology lies in its detailed consideration of the landscape structure of the area, based on the identification of morphological units and the incorporation of the territory's ecological and regional characteristics. A detailed approach to delineating homogeneous ecological-landscape structures enhances the effectiveness of measures aimed at preserving soil fertility in the management of agricultural lands.

Key words: *agricultural land, land conservation, soil degradation, sustainable land use, rational use of land, ecological microzoning of cultivated land.*

Введение. Рациональное использование и охрана земельных ресурсов являются приоритетными направлениями современного сельскохозяйственного производства [1]. В условиях интенсификации аграрного сектора особую актуальность приобретает разработка научно обоснованных подходов к организации территории с учетом ландшафтных особенностей и экологического состояния почв [2, с.662]. Эколого-ландшафтное микрозонирование представляет собой методологический подход, позволяющий дифференцированно оценивать территорию и планировать систему землепользования с минимальными рисками деградации почвенного покрова [3, с.878].

Территория Павлодарской области Казахстана характеризуется значительным разнообразием агроландшафтов, обусловленным особенностями геоморфологического строения, почвенно-климатических условий и характера сельскохозяйственного использования [4, с.255]. В этих условиях особую значимость приобретает адаптивно-ландшафтный подход к организации землепользования, учитывающий специфику каждого агроландшафтного контура [5, с.260].

Научные исследования показывают, что игнорирование ландшафтной дифференциации территории при планировании сельскохозяйственного производства приводит к активизации деградационных процессов, снижению плодородия почв и, как следствие, к ухудшению экономических показателей сельскохозяйственных предприятий [6, с.787]. Опыт ведущих аграрных стран свидетельствует о высокой эффективности применения технологий точного земледелия, базирующихся на детальном агроэкологическом зонировании территории [7, с.408].

Товарищество с ограниченной ответственностью (ТОО) «Победа» расположено в типичных для Павлодарской области условиях и характеризуется разнообразием ландшафтных условий, что делает его репрезентативным объектом для разработки и апробации методических подходов к эколого-ландшафтному микрозонированию сельскохозяйственных угодий [8, с.420].

Цель работы. Разработка научно обоснованной системы экологического микрозонирования агроландшафтов сельскохозяйственных угодий ТОО «Победа» Павлодарской области для обеспечения устойчивого функционирования агроландшафтов и сохранения плодородия почв.

Задачи работы. Провести комплексное изучение ландшафтной структуры территории ТОО «Победа»; выполнить детальную характеристику почвенного покрова исследуемой территории с определением пространственного распределения и экологического состояния; провести агроэкологическое зонирование территории с выделением зон различной сельскохозяйственной ценности и степени деградационных процессов на основе комплексной оценки экологического состояния почв и эрозионной опасности; осуществить эколого-ландшафтное микрозонирование сельскохозяйственных угодий путем детализации агроэкологических зон; разработать дифференцированную систему агротехнических и мелиоративных мероприятий для каждой эколого-ландшафтной микрозоны, направленную на оптимизацию землепользования, предотвращения деградации почв и повышение их плодородия.

Методы исследования. Методологической основой исследования послужил системный подход к анализу ландшафтной структуры территории и оценке экологического состояния сельскохозяйственных угодий. Исследование проводилось с использованием комплекса методов, включающих полевые обследования, картографический анализ, геоинформационную обработку данных.

Полевые исследования проводились в 2007 году почвоведом Дегтяревым А.С. на территории Щербактинского района Павлодарской области. Исследование включало почвенное обследование, в ходе которого для каждого выделенного типа агроландшафта определялись морфологические характеристики почв: мощность генетических горизонтов, структура, цвет, характер вскипания, и физико-химические характеристики: гранулометрический состав, содержание гумуса, реакция почвенного раствора и другие агрохимические показатели. На основе полученных данных был проведен анализ пространственного распределения почвенных разностей в зависимости от особенностей рельефа, глубины залегания грунтовых вод и растительного покрова. Это позволило выявить структуру почвенного покрова исследуемой территории и оценить её ландшафтно-экологические особенности.

Для картографического анализа использовались топографические карты масштаба 1:25000, материалы дистанционного зондирования Земли, почвенные карты и данные агрохимического обследования территории. Картографические материалы были интегрированы в геоинформационную систему ArcGIS для проведения пространственного анализа. Для определения весовых долей различных типов агроландшафтов применялась опция «Вычисления геометрии поля» атрибутивной таблицы соответствующего картографического слоя в геоинформационной системе ArcGIS.

Результаты исследования и обсуждение результатов.

Территория ТОО Победа расположена в каштановой зоне – темно-каштановой подзоне (рисунок 1). В результате полевого почвенного обследования на территории выделены следующие типы и подтипы почв: темно-каштановые, луговато-каштановые, лугово-каштановые, луговые каштановые, солонцы и солончаки.

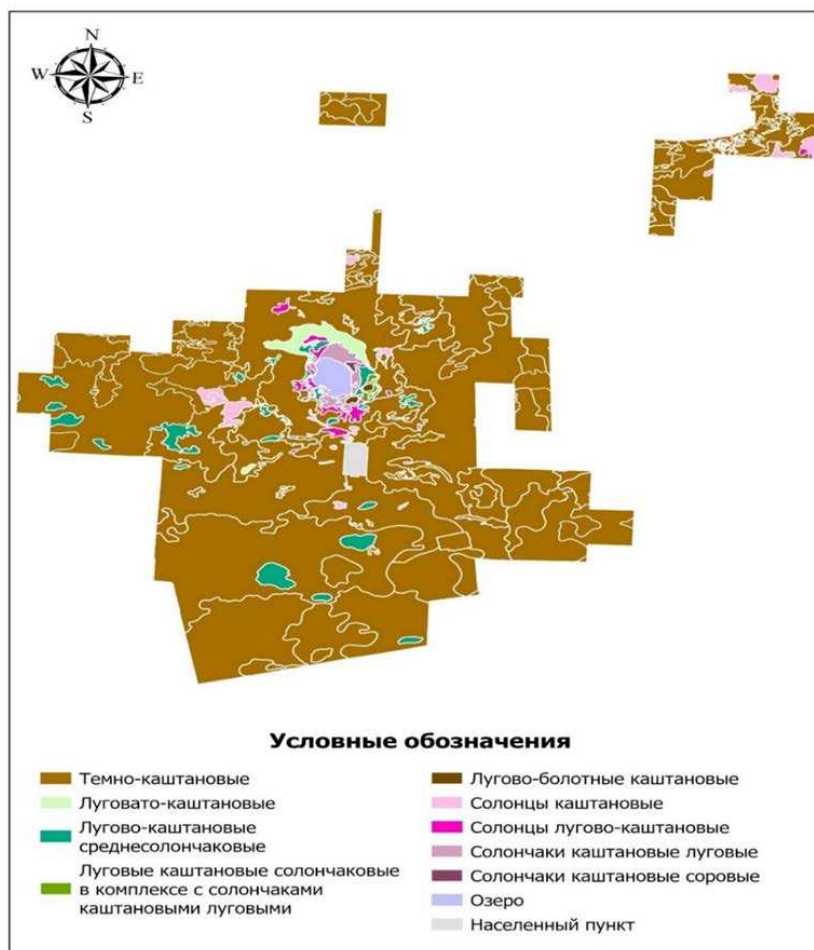


Рисунок 1 – Почвенный покров ТОО «Победа»

Наибольшее распространение на исследуемой территории получили темно-каштановые почвы. Они располагаются на выровненных и возвышенных участках рельефа, где пресные и слабоминерализованные грунтовые воды залегают на значительной глубине (от 5-6 м и глубже). Формирование этих почв происходит преимущественно на древнеаллювиальных незасоленных суглинистых и супесчаных отложениях. В зависимости от особенностей рельефа, растительного покрова и морфологического строения профиля выделяются глубоковскипающие и обычные роды.

Темно-каштановые глубоковскипающие почвы залегают на обследуемой территории, как однородными контурами, так и в сочетании с другими почвами. Распространены на слабоволнистой равнине, сложенной мощной толщей песков и супесей. Почвообразующие породы благодаря аллювиальному происхождению не содержат сколько-нибудь значительного количества водноростворимых солей и карбонатов.

Темно-каштановые обычные почвы занимают значительную часть территории ТОО «Победа». Так же распространены на слабоволнистой равнине, сложенной мощной толщей песков и супесей. Почвообразующие породы не содержат водорастворимых солей. Грунтовые воды залегают глубже шести метров.

Луговато-каштановые почвы имеют ограниченное распространение и формируются в пониженных элементах рельефа под воздействием временного повышенного увлажнения поверхностными водами. Грунтовые воды здесь залегают глубже 4 м и не влияют на почвообразовательные процессы.

В депрессиях рельефа при дополнительном увлажнении (как поверхностными водами, так и при подпитывании от неглубоких, 3-5 м, грунтовых вод) под лугово-степной растительностью образуются лугово-каштановые почвы [9]. На обследуемой территории выявлены глубоковскипающие, обычные и солончаковые роды. Лугово-каштановые солончаковые почвы морфологически сходны с обычными лугово-каштановыми, но отличаются близким к поверхности залеганием водорастворимых солей.

Солонцы также встречаются на изучаемой территории, но в небольшом количестве. Их главная характеристика – высокое содержание обменного натрия. Они малопроницаемы для воды, влага в них малодоступна для растений, содержат токсичные соли. На вспаханных участках при отвальной обработке солонцовый горизонт выходит на поверхность, образуя глыбы или растрескивающуюся корку,

непригодную для культурных растений. Верхний надсолонцовый горизонт сохраняется при безотвальной обработке или формируется заново при улучшении. Солонцы на территории землепользования расположены на различных элементах рельефа и гипсометрических уровнях относительно уровня грунтовых вод.

Учитывая данные почвенного покрова, был проведен анализ ландшафта территории. Исследование структуры почв позволило определить особенности рельефа, гидрологического режима и растительного покрова изучаемой местности. Распределение темно-каштановых, лугово-каштановых и солонцовых почв на разных элементах рельефа дало возможность охарактеризовать ландшафтные комплексы и выявить закономерности их формирования под влиянием как природных, так и антропогенных факторов [10, с.1769].

Классификация агроландшафтов базировалась на структурно-генетической методологии В.А. Николаева с дополнительным учетом существующих видов землепользования. Итогом исследования стала разработанная агроландшафтная карта территории (рисунок 2).

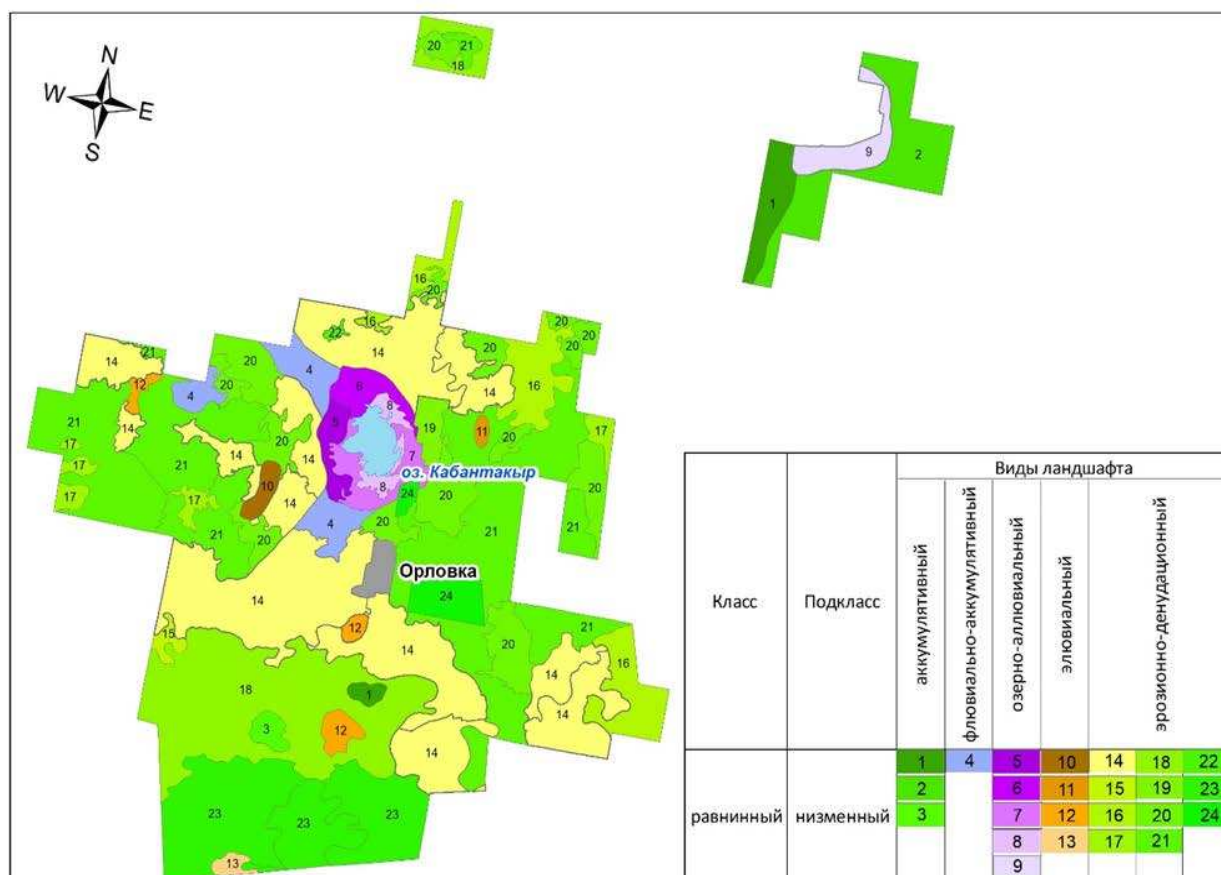


Рисунок 2 – Агроландшафтная карта территории ТОО «Победа»

Анализ агроландшафтной структуры территории ТОО «Победа» показал наличие пяти основных типов агроландшафтов: аккумулятивные равнины, флювиально-аккумулятивные ложбины, озерно-аккумулятивные равнины, элювиальные водораздельные поверхности и эрозийно-денудационные склоновые поверхности.

Агроландшафты аккумулятивных равнин приурочены к приозерным котловинам и незначительным понижениям, формируются в результате осадконакопления. Растительный покров представлен разнотравно-типчаково-перистоковыльными сообществами на лугово-каштановых почвах легкосуглинистого состава, местами с солонцами. Агроландшафты флювиально-аккумулятивных ложбин занимают линейные понижения рельефа, сформированные деятельностью временных водотоков. Растительность аналогична предыдущему типу, но почвенный покров представлен темно-каштановыми почвами в сочетании с лугово-каштановыми легкосуглинистого состава. Озерно-аккумулятивные равнины наблюдаются в понижениях озерных котловин, в частности озера Кабантакыр. Растительность представлена разнотравно-типчаково-перистоковыльными сообществами на темно-каштановых, луговато-каштановых почвах, а также солонцах и солончаках легко- и среднесуглинистого состава. Элювиальные водораздельные поверхности формируются на возвышенностях с процессами выветривания и частичной денудации. Растительность характеризуется типчаково-овсяницево-ковыльными сообщест-

вами на темно-каштановых почвах легкосуглинистого и супесчаного состава. Эрозионно-денудационные склоновые поверхности занимают значительную долю территории, включая склоновые и межгрядовые поверхности. Растительность представлена типчаково-ковыльными и типчаково-овсяницево-ковыльными формациями на темно-каштановых почвах и солонцах легкосуглинистого, супесчаного состава.

Агроэкологическое зонирование территории проводилось на основе экологического состояния почв и степени эрозионной опасности. При выделении агроэкологических зон учитывались также особенности землепользования и специфика производственной деятельности ТОО «Победа». На основании комплексного анализа территории проведено агроэкологическое зонирование и выделены шесть агроэкологических зон, также учитывая местоположение агроэкологических зон на типах урочищ было проведено эколого-ландшафтное микрозонирование и составлена карта (рисунок-3).

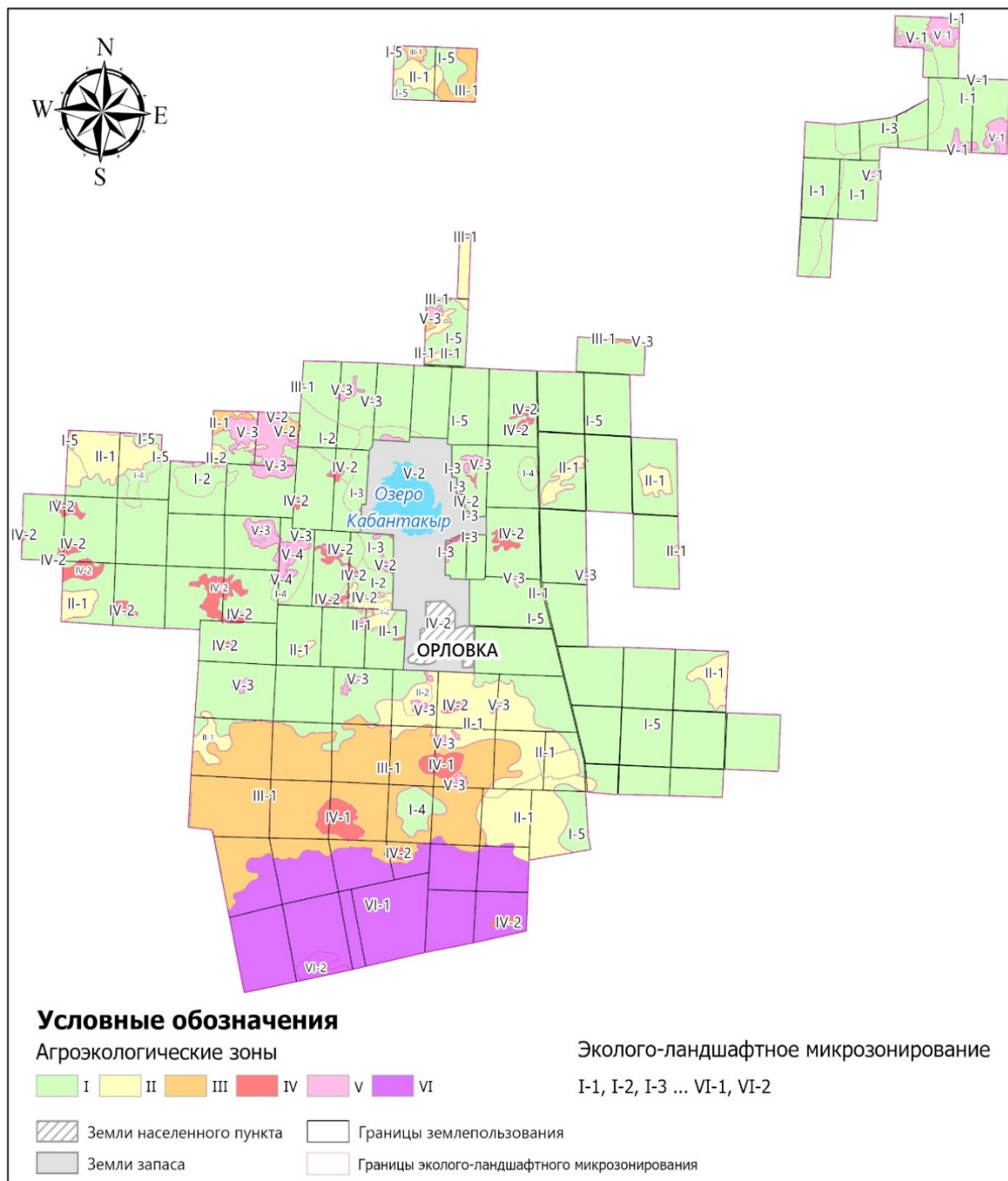


Рисунок 3 – Карта экологического микрозонирования на ландшафтной основе

Таблица 1 представляет собой систему классификации сельскохозяйственных земель по агро-экологическим зонам и ландшафтным микроразнообразиям с соответствующими рекомендациями по их использованию и улучшению. Земли разделены на шесть основных агроэкологических зон (I-VI) в зависимости от их ценности, рельефа и степени деградации:

- Зона I: особо ценные земли с минимальными уклонами;
- Зона II: ценные земли со средней степенью деградации;
- Зона III: деградированные земли пропашных культур;
- Зона IV: слабодренлируемые, переувлажняемые земли;
- Зона V: солонцовые земли различной комплексности;
- Зона VI: сильно деградированные пастбищные земли.

Каждая агроэкологическая зона подразделяется на микроразнообразия по типу ландшафта (равнинные, ложбинные, склоновые, озерно-котловинные, водораздельные). Для каждой микроразнообразия предложены специфические мероприятия, учитывающие особенности ландшафта, а для агроэкологических зон в целом даны общие рекомендации по севооборотам и агротехническим мероприятиям.

Таблица 1 – Эколого-ландшафтное микроразнообразие

Агроэкологические зоны	Ландшафтные микроразнообразия	Рекомендуемый комплекс мероприятий
I – Особо ценные земли с уклонами местности до 1.5°, неподверженные процессам деградации	I-1 на аккумулятивно равнинных урочищах	ликвидация засоренности, создание культурно-пахотного слоя
	I-2 на ложбинных урочищах	регулирование водного режима, противоэрозийная обработка почвы
	I-3 на озерно-котловинном урочище	регулирование влажности почвы, борьба с заболачиванием
	I-4 на водораздельных урочищах с процессами выветривания	создание защитных насаждений
	I-5 на склоновых и межрядовых урочищах	контурная обработка почвы
Общие рекомендации для зоны I:		зональные полевые севообороты с мерами по повышению плодородия (внесение удобрений), накопление и сохранение влаги
II – Ценные земли с уклонами местности 1-2°, с зональными почвами подверженными деградационным процессам в средней степени	II-1 на склоновых и межрядовых урочищах	севообороты с многолетними травами, мульчирование почвы, минимизация обработки почвы, ветрозащитные посадочные полосы шириной 100 м ориентированных перпендикулярно преобладающим ветрам
	II-2 на ложбинных урочищах	регулирование поверхностного стока, сохранение пожнивных остатков
Общие рекомендации для зоны II		почвозащитные севообороты с агротехническими противоэрозийными мероприятиями
III – Земли пропашных культур утратившие свои свойства, подверженные деградации в сильной степени	III-1 на склоновых и межрядовых урочищах	создание защитных полос из многолетних трав, устройство травяных полос через каждые 50 метров, применение нулевой или минимальной обработки почвы
	III-2 на ложбинных урочищах	регулирование поверхностного стока, залужение территории многолетними травами
Общие рекомендации для зоны III		противоэрозийная организация территории, использование многолетних злаковых и бобовых трав с мощной корневой системой
IV – Земли слабодренлируемые, временно переувлажняемые	IV-1 на аккумулятивно равнинных урочищах	щадящая минимальная обработка почвы
	IV-2 на склоновых и межрядовых урочищах	комплексный подход к управлению почвенными процессами и регулированию водного режима

Продолжение таблицы 1

Общие рекомендации для зоны IV		зональные полевые севообороты с дифференцированной агротехникой, проведение обработки почвы в более поздние сроки
V – Земли солонцовые средне и сильно комплексные, автоморфные и полугидроморфные	V-1 на аккумулятивно равнинных урочищах	глубокое рыхление почв, создание мелиоративных валов
	V-2 на озерно-котловинном урочище	регулирование водного режима, создание защитных растительных полос
	V-3 на склоновых и межрядовых урочищах	контурная обработка почвы, щелевание и глубокое рыхление, внесение органо-минеральных комплексов
	V-4 на водораздельных урочищах с процессами выветривания	противоэрозионное устройство территории, создание защитных лесополос, контроль процессов выветривания, травянистые многолетние культуры
Общие рекомендации для зоны V		севообороты или внесевооборотные участки с солеустойчивыми зернофуражными культурами
VI – Земли пастбища коренного улучшения, подверженные деградации сильной степени	VI-1 на склоновых и межрядовых урочищах	чередование однолетних и многолетних трав, создание смешанных травостоев, посев глубококорневых многолетних трав
	VI-2 на водораздельных урочищах с процессами выветривания	создание системы ветрозащитных полос, посадка кустарников и древесных насаждений
Общие рекомендации для зоны VI		посев почвозащитных культур, применение почвозащитных технологий

Проведенное исследование позволило выявить значительную дифференциацию ландшафтных условий на территории ТОО «Победа», что обуславливает необходимость применения дифференцированного подхода к организации территории и системе земледелия.

Предложенный комплекс мероприятий для обеспечения устойчивого функционирования агроландшафтов и сохранения плодородия почв хорошо учитывает различные виды агроландшафтов, представленных на территории ТОО «Победа». Дифференциация рекомендаций по агроэкологическим зонам с I по VI позволяет учесть особенности каждого типа ландшафта, его уязвимость к различным видам деградации и оптимизировать сельскохозяйственное использование с минимальным негативным воздействием на окружающую среду. Особенно ценным является комплексный подход к агротехническим мероприятиям, учитывающий как сохранение плодородия почв, так и защиту от эрозии, что критически важно для всех типов представленных агроландшафтов.

Общими рекомендациями для всех типов агроландшафтов являются организация системы агроэкологического мониторинга, оптимизация структуры посевных площадей и применение адаптивно-ландшафтной системы земледелия.

Выводы и предложения.

1. Проведенное исследование позволило разработать научно обоснованную систему эколого-ландшафтного микрозонирования сельскохозяйственных угодий ТОО «Победа» Павлодарской области, учитывающую особенности ландшафтной структуры и экологическое состояние территории с выделением основных типов агроландшафтов с различными экологическими условиями, требующими дифференцированного подхода к организации территории и системе земледелия.

2. С целью детализации микрозонирования предлагается разделение агроэкологических зон на микрозоны эколого-ландшафтного типа, что позволяет учесть морфологическую ландшафтную структуру, почвенные характеристики и строение рельефа.

3. Разработан и предложен комплекс мероприятий для каждой эколого-ландшафтной микрозоны, направленный на оптимизацию землепользования и повышение экологической устойчивости агроландшафтов.

4. Предложенная система эколого-ландшафтного микрозонирования может быть использована для организации рационального землепользования и обеспечения устойчивого функционирования агроландшафтов на территории сельскохозяйственных предприятий со схожими ландшафтными условиями, типичными для сухостепной зоны Северного Казахстана.

5. Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности их использования в проектах землеустройства для оптимизации структуры землепользования и устройства

территории пашни, для внедрения противоэрозионных мероприятий, а также при установлении структуры посевных площадей, внедрения адаптивно-ландшафтной системы земледелия и разработки целевых программ по охране почв и повышению их плодородия.

6. Дальнейшие исследования в данном направлении целесообразно сосредоточить на мониторинге эффективности предложенных мероприятий, оценке их влияния на плодородие почв и продуктивность сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Саммит по устойчивому развитию. Преобразование нашего мира в интересах людей и планеты.** (25-27 сентября 2015 года) [Электронный ресурс] // Организация Объединенных Наций [Официальный сайт]. URL: http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/wp-content/uploads/sites/5/2015/08/Overview_Sustainable_Development_Summit (дата обращения 19 марта 2025 г.).
2. **Tursynbaev N.A., Kuzhevskaya I.V., Tatarintsev L.M., Ospanova A.A. Assessment of the environmental state and sustainability of agrolandscape at the local level** [Текст] / Tursynbaev N.A., Kuzhevskaya I.V., Tatarintsev L.M., Ospanova A.A. // Sustainable Development of Mountain Territories. 2023- vol.15-№3: 662-671. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-3-662-671.
3. **S Jago, J.S. Borrell. Agrobiodiversity conservation enables sustainable and equitable land sparing** [Текст] / S Jago, J.S. Borrell // Trends in Ecology & Evolution Vol. Published online: September 4, 2024.- vol39.Issue10. – p 877-880.
4. **I. Grass, P. Batáry, T. Tschardt. Combining land-sparing and land-sharing in European landscapes** [Текст] / I. Grass, P. Batáry, T. Tschardt // Advances in Ecological Research, Academic Press. – 2021. – Volume 64. – Pages 251-303, <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2020.09.002>.
5. **R.R. Chase, L. Büchi, J. Rodenburg, N. Roux, A. Wendawek, J. S. Borrell. Smallholder farmers expand production area of the perennial crop onset as a climate coping strategy in a drought-prone indigenous agrisystem** [Текст] / R.R. Chase, L. Büchi, J. Rodenburg, N. Roux, A. Wendawek, J. S. Borrell // Plants, People, Planet. – 2022 – Volume 5. – p 254-266 <https://doi.org/10.1002/ppp3.10339>.
6. **T.M. Meshesha, A. Tsunekawa, N. Haregeweyn, M. Tsubo, A. A. Fenta, M. L. Berihun, A. Mulu, Tadesual Asamin Setargie, Samuel Berihun Kassa. Agroecology- based land use/land cover change detection, prediction and its implications for land degradation: A case study in the Upper Blue Nile Basin** [Текст] / T. M. Meshesha, A. Tsunekawa, N. Haregeweyn, M. Tsubo, A. A. Fenta, M. L. Berihun, A. Mulu // International Soil and Water Conservation Research. – 2024. – Volume 12. – Issue 4. p 786-797. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2024.02.002>.
7. **Пашков, С.В. Ландшафтно-экологические основы земледельческой освоенности территории Северо-Казахстанской области** [Текст]/ С.В. Пашков // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Естественные науки. – 2019. – Т.43. – №4. – С. 400-411. <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2019-43-4-400-411>.
8. **P. Tsymbarovich, G. Kust, M. Kumani, V. Golosov, O. Andreeva. Soil erosion: An important indicator for the assessment of land degradation neutrality in Russia** [Текст]/ P. Tsymbarovich, G. Kust, M. Kumani, V. Golosov, O. Andreeva // International Soil and Water Conservation Research. – 2020. – Volume 8. – Issue 4. – Pages 418-429, <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2020.06.002>.
9. **DeBoe G. Impacts of agricultural policies on productivity and sustainability performance in agriculture** [Электронный ресурс]/ DeBoe, G//A literature review. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers № 141. Paris, OECD. 2020. URL:<https://doi.org/10.1787/6bc916e7-en> (дата обращения 6 февраля 2025 г.).
10. **Unysheva N.K., Makenova S.K., Repnikov I.V., Tatarintsev V.L. Assessment of economic potential of arid steppe territory to improve the efficiency of arable land use** [Текст / Unysheva N.K., Makenova S.K., Repnikov I.V., Tatarintsev V.L.// Sustainable development of mountain territories. – 2024. – Vol. 16. – № 4. – P. 1766-1782. DOI: 10.21177/1998-4502-2024-16-4-1766-1782.

REFERENCES:

1. **Sammit po ustojchivomu razvitiyu. Preobrazovanie nashego mira v interesah lyudej i planety'** [Summit on sustainable development. Transforming our world for the benefit of people and the planet]. September 25-27, 2015. United Nations Organization, available at: http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/wpcontent/uploads/sites/5/2015/08/Overview_Sustainable_Development_Summit (accessed 19 March 2025). (In Russian)
2. **Tursynbaev N.A., Kuzhevskaya I.V., Tatarintsev L.M., Ospanova A.A. Assessment of the environmental state and sustainability of agrolandscape at the local level.** *Sustainable Development of Mountain Territories*, 2023, vol.15, no. 33, pp. 662-671. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-3-662-671.
3. **S. Jago, J.S. Borrell. Agrobiodiversity conservation enables sustainable and equitable land sparing.** *Trends in Ecology & Evolution* Vol, 2024, vol. 39, iss. 10, pp. 877-880.

4. I. Grass, P. Batáry, T. Tschardtke. **Combining land-sparing and land-sharing in European landscapes.** *Advances in Ecological Research*, Academic Press, 2021, vol. 64, pp. 251-303, <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2020.09.002>.
5. R.R. Chase, L. Büchi, J. Rodenburg et al. **Smallholder farmers expand production area of the perennial crop enset as a climate coping strategy in a drought-prone indigenous agrisystem.** *Plants, People, Planet*, 2022, vol. 5, pp. 254-266. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10339>.
6. T.M. Meshesha, A. Tsunekawa, N. Haregeweyn et al. **Agroecology-based land use/land cover change detection, prediction and its implications for land degradation: A case study in the Upper Blue Nile Basin.** *International Soil and Water Conservation Research*, 2024, vol. 12, iss. 4, pp. 786-797. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2024.02.002>.
7. Pashkov S.V. **Landshaftno-e'kologicheskie osnovy' zemledeľcheskoj osvoennosti territorii Severo-Kazhstanskoy oblasti** [Landscaping and ecological principles of land development in the North Kazakhstan region]. *Belgorod State University Scientific Bulletin, Series: Natural Sciences*, 2019, vol. 43, no. 4, pp. 400-411. <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2019-43-4-400-411>. (In Russian)
8. P.Tsymbarovich, G. Kust, M. Kumani, V. Golosov, O. Andreeva. **Soil erosion: An important indicator for the assessment of land degradation neutrality in Russia.** *International Soil and Water Conservation Research*, 2020, vol. 8, iss. 4, pp. 418-429, <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2020.06.002>.
9. DeBoe G. **Impacts of agricultural policies on productivity and sustainability performance in agriculture.** OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, 2020, no. 141, available at: <https://doi.org/10.1787/6bc916e7-en> (accessed 6 February 2025).
10. Unysheva N.K., Makenova S.K., Repnikov I.V., Tatarintsev V.L. **Assessment of economic potential of arid steppe territory to improve the efficiency of arable land use.** *Sustainable development of mountain territories*, 2024, vol. 16, no. 4, pp. 1766–1782. DOI: 10.21177/1998-4502-2024-16-4-1766-1.

Сведения об авторах:

Оспанова Айдана Асыгатовна* – докторант кафедры землеустройства, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Жеңіс, 62а, тел.: 87022751772; e-mail: aidosha12@mail.ru.

Озеранская Наталия Львовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Жеңіс, 62а, тел.: 87011515015; e-mail: n_ozerskaya@mail.ru.

Мерзляков Олег Эдуардович – кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения и экологии почв, «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, тел.: +79138823380, e-mail: molege@mail.ru.

Оспанова Айдана Асыгатовна* – жерге орналастыру кафедрасының докторанты, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62а, тел.: 87022751772, e-mail: aidosha12@mail.ru.

Озеранская Наталия Львовна – экономика ғылымдарының кандидаты, жерге орналастыру кафедрасының доценті, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62а, тел.: 87011515015, e-mail: n_ozerskaya@mail.ru.

Мерзляков Олег Эдуардович – биология ғылымдарының кандидаты, Ұлттық зерттеу Томск мемлекеттік университетінің топырақтану және топырақ экологиясы кафедрасының доценті, Ресей Федерациясы, 634050, Томск қ., Ленин даңғылы, 36, тел.: +79138823380, e-mail: molege@mail.ru.

Ospanova Aidana Assygatovna* – Doctoral student of the Department of land management, S.Seifullin Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.:87022751772, e-mail: aidosha12@mail.ru.

Ozeranskaya Natalya Lvovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of land management, S.Seifullin Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87011515015; e-mail: n_ozerskaya@mail.ru.

Merzlyakov Oleg Eduardovich – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of soil science and soil ecology, National Research Tomsk State University, Russian Federation, 634050, Tomsk, 36 Lenin Ave, tel.: +79138823380, e-mail: molege@mail.ru.

МРНТИ 68.35.37

УДК 633.34:631.52

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531215>

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОГО РАПСА В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА

Ошергина И.П.* – магистр агрономии, аспирант ОмГАУ, заведующий отделом селекции зернобобовых, масличных и крупяных культур, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева», посёлок Научный, Республика Казахстан.

Тен Е.А. – магистр агрономии, аспирант ОмГАУ, заведующий лабораторией селекции зернобобовых и масличных культур, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева», посёлок Научный, Республика Казахстан.

В условиях глобального изменения климата и возрастания требований к устойчивости и продуктивности сельскохозяйственных культур особую актуальность приобретает изучение адаптивного потенциала перспективных генотипов ярового рапса (*Brassica napus* L.). В статье представлены результаты трёхлетних исследований (2022-2024 гг.), направленных на оценку способности селекционных линий рапса противостоять различным абиотическим (засуха, температурные экстремумы, дефицит влаги) и биотическим стрессам (болезни, вредители). Проведён комплексный анализ морфофизиологических и агрономических показателей, таких как интенсивность роста, фотосинтетическая активность, накопление биомассы, урожайность и качество семян. Установлено, что линии 69-04, 56-06 и 12-10 демонстрируют высокую стабильность, пластичность и продуктивность даже в экстремальных условиях. Эти генотипы характеризуются повышенной засухоустойчивостью, устойчивостью к болезням и способностью сохранять высокие показатели урожайности. Исследования также выявили значительную роль генетической изменчивости в формировании адаптивных свойств растений. Полученные данные имеют важное значение для разработки новых сортов рапса, адаптированных к условиям Северного Казахстана, и внедрения их в системы устойчивого земледелия. Это не только способствует повышению продовольственной безопасности региона, но и открывает новые возможности для развития масличного производства в условиях меняющегося климата.

Ключевые слова: яровой рапс, адаптивный потенциал, продуктивность, селекция, климат, стрессовые факторы, устойчивость.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК Өңірінің өзгермелі климаттық жағдайларындағы перспективалы жаздық рапс желілерінің бейімделу әлеуеті.

Ошергина И.П.* – агрономия магистрі, ОмГАУ-дың докторанттық оқушысы, А.И. Бараев атындағы «Ғылыми-өндірістік дәнді дақылдар орталығы» ЖШС-нің дәнді-бұршақ, майлы және астық дақылдары селекциясы бөлімінің меңгерушісі, Ғылыми кенті, Қазақстан Республикасы.

Тен Е.А. – агрономия магистрі, ОмГАУ-дың докторанттық оқушысы, А.И. Бараев атындағы «Ғылыми-өндірістік дәнді дақылдар орталығы» ЖШС-нің Астық бұршақ және майлы дақылдар селекциясы зертханасының меңгерушісі, Ғылыми кенті, Қазақстан Республикасы.

Жаһандық климаттың өзгеруі және дақылдардың тұрақтылығы мен өнімділігіне қойылатын талаптардың артуы жағдайында көктемгі рапстың (*Brassica napus* L.) перспективалы генотиптерінің бейімделу әлеуетін зерттеу ерекше өзекті болып отыр. Мақалада рапс селекциялық желілерінің әртүрлі абиотикалық (құрғақшылық, температура экстремумдары, ылғал тапшылығы) және биотикалық стрессерге (аурулар, зиянкестер) төтеп беру қабілетін бағалауға бағытталған үш жылдық зерттеулердің (2022-2024) нәтижелері келтірілген. Өсу қарқындылығы, фотосинтетикалық белсенділік, биомассаның жинақталуы, тұқымның өнімділігі мен сапасы сияқты морфофизиологиялық және агрономиялық көрсеткіштерге кешенді талдау жүргізілді. 69-04, 56-06 және 12-10 желілері экстремалды жағдайларда да жоғары тұрақтылықты, икемділікті және өнімділікті көрсететіні анықталды. Бұл генотиптер құрғақшылыққа төзімділіктің жоғарылауымен, ауруға төзімділікпен және жоғары өнімділікті сақтау қабілетімен сипатталады. Зерттеулер сонымен қатар өсімдіктердің бейімделу қасиеттерін қалыптастыруда генетикалық вариацияның маңызды рөлін анықтады. Алынған мәліметтер Солтүстік Қазақстанның жағдайына бейімделген рапстың жаңа сорттарын әзірлеу және оларды орнықты егіншілік жүйелеріне енгізу үшін маңызды мәнге ие. Бұл өңірдің азық-түлік қауіпсіздігін арттыруға ықпал етіп қана қоймай, өзгермелі климат жағдайында май өндірісін дамыту үшін жаңа мүмкіндіктер ашады.

Түйінді сөздер: жаздық рапс, бейімделу потенциалы, өнімділік, селекция, климат, стресс факторлары, тұрақтылық.

ADAPTIVE POTENTIAL OF PROMISING SPRING RAPESEED LINES IN CHANGING CLIMATIC CONDITIONS OF THE NORTHERN REGION OF KAZAKHSTAN

Oshergina I.P.* – Master of Agronomy, PhD student of the Omsk State Agrarian University, Head of the Department of grain legumes, oilseeds, and cereal crops of the A.I. Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, Nauchnyi village, Republic of Kazakhstan.

Ten Y.A. – Master of Agronomy, PhD student of the Omsk State Agrarian University, Head of the Department of grain legumes, oilseeds, and cereal crops of the A.I. Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, Nauchnyi village, Republic of Kazakhstan.

*In the context of global climate change and increasing demands for the sustainability and productivity of agricultural crops, the study of the adaptive potential of promising genotypes of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) has become particularly relevant. The article presents the results of three years of research (2022–2024) aimed at evaluating the ability of rapeseed breeding lines to withstand various abiotic (drought, temperature extremes, moisture deficit) and biotic stresses (diseases, pests). A comprehensive analysis of morphophysiological and agronomic indicators, such as growth intensity, photosynthetic activity, biomass accumulation, yield, and seed quality, was conducted. It was found that lines 69-04, 56-06, 12-10 demonstrate high stability, plasticity, and productivity even under extreme conditions. These genotypes are characterized by enhanced drought resistance, disease tolerance, and the ability to maintain high yield levels. The research also highlighted the significant role of genetic variability in shaping the adaptive properties of plants. The obtained data are of great importance for developing new rapeseed varieties adapted to the conditions of the Northern Kazakhstan and integrating them into sustainable farming systems. This not only contributes to improving regional food security but also opens new opportunities for the development of oilseed production in the face of a changing climate.*

Key words: spring rapeseed, adaptive potential, productivity, breeding, climate, stress factors, resilience.

Введение. Яровой рапс (*Brassica napus* L.) – одна из важнейших масличных культур, играющая значимую роль в агропромышленном комплексе. Его востребованность обусловлена высокой продуктивностью, универсальностью использования в пищевой, технической и кормовой отраслях, а также способностью адаптироваться к разнообразным климатическим условиям [1, с.11, 2, с. 19]. В современных условиях возрастающих климатических рисков и нестабильности погодных факторов возрастает потребность в новых сортах и линиях рапса, обладающих устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам и способных обеспечивать стабильно высокую урожайность [3, с. 8].

Снижение урожайности, качества и количества масла часто связано с отклонением от оптимальных условий выращивания, таких как температурный режим, влажность почвы и уровень освещённости [4, с. 890, 5, с. 28]. Это определяет необходимость селекционной работы, направленной на создание устойчивых к стрессам и продуктивных генотипов рапса. За последние десятилетия значительно возрос интерес к селекционным программам, ориентированным на выведение перспективных форм с высоким потенциалом урожайности, улучшенными качественными характеристиками семян и способностью к адаптации в условиях климатической нестабильности [6, с 71, 7, с. 1235].

Особую актуальность приобретают исследования, направленные на совершенствование адаптивного потенциала рапса с применением как традиционных методов селекции, так и современных молекулярно-генетических подходов [8, с.45, 9, с. 1463]. При этом важным условием успешной селекционной работы является учёт региональных особенностей – почвенно-климатических условий, агротехнических приёмов и реакции конкретных генотипов на внешний стресс [10, с. 103, 11, с 15].

В условиях Северного Казахстана, где климат характеризуется высокими колебаниями температуры, частыми засухами и ограниченной влажностью, особенно актуальной становится необходимость разработки адаптированных форм ярового рапса, способных обеспечить устойчивое производство даже при неблагоприятных погодных условиях [12, с. 238].

Целью настоящего исследования явилось изучение адаптивного потенциала перспективных селекционных линий ярового рапса с целью выделения форм, обладающих стабильной урожайностью, устойчивостью к стресс-факторам и ценными хозяйственными признаками для последующего использования в селекционных программах и внедрения в производство в условиях изменяющегося климата северного региона Казахстана.

Задачи исследования:

- 1) провести агроклиматический анализ погодных условий вегетационных периодов 2022-2024 гг. и выявить их влияние на рост и развитие ярового рапса в условиях Северного Казахстана;
- 2) определить продолжительность и особенности прохождения основных фенологических фаз (от всходов до цветения и созревания) у различных селекционных линий;
- 3) оценить морфометрические параметры растений (высоту, количество продуктивных ветвей, стручков и семян) и установить их корреляционную связь с урожайностью;

4) сравнить продуктивность селекционных линий в условиях различного уровня увлажнённости (засушливых и благоприятных лет) по основным показателям: урожайность, масса семян с растения, масса 1000 семян;

5) выделить селекционные линии с высокой адаптивностью к абиотическим стрессам и стабильной урожайностью для последующего включения в селекционный процесс;

6) оценить стабильность урожайности селекционных линий по годам в условиях изменчивого климата, с использованием показателей пластичности и коэффициента вариации.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в период 2022-2024 гг. на территории Акмолинской области, на экспериментальных полях ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева». Объектом исследований являлись 16 селекционных линий ярового рапса (*Brassica napus* L.), которые оценивались в сравнении со стандартным сортом Майкұдық. Отбор линий был основан на предварительной оценке их перспективности и адаптивности к региональным условиям.

Полевые опыты закладывались в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными специалистами ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» [13]. В качестве предшественника использовался чистый пар. Посев осуществлялся в третьей декаде мая, в оптимальные агротехнические сроки с использованием селекционной сеялки ССФК-7. Площадь одной учетной делянки составляла 24 м², схема размещения – четырёхкратная повторность, что обеспечивало статистическую достоверность данных [10, с. 98].

В течение вегетационного периода проводилась защита растений от сорняков и вредителей с применением зарегистрированных препаратов, особенно в критические фазы роста. Перед уборкой отбирались сноповые образцы, по которым оценивались морфологические и хозяйственно-ценные признаки по наиболее типичным растениям каждого варианта [6, с. 73].

Уборка проводилась по достижении полной физиологической спелости растений согласно методическим рекомендациям ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» [14], с применением малогабаритного селекционного комбайна Wintersteiger Classic. Урожайность определялась методом сплошного обмолота с последующим пересчётом на 100% чистоту и стандартную влажность (10%). Массу семян с растений и массу 1000 семян определяли в лабораторных условиях [8, с.40].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы «Snedecor» в модификации О.Д. Сорокина [15]. Для анализа применялись стандартные методы описательной статистики, включая расчёт средних значений, коэффициентов вариации (CV). Метеорологические данные о температуре воздуха, количестве осадков и гидротермическом коэффициенте (ГТК) за 2022–2024 гг. были предоставлены Шортандинской метеостанцией.

Результаты и обсуждения. Урожайность ярового рапса (*Brassica napus* L.) напрямую зависит от его биологических особенностей и климатических условий, таких как температура, осадки и уровень влажности почвы. Осадки представляют собой крайне изменчивый фактор климата, который может распределяться неравномерно как по времени, так и по интенсивности в течение вегетационного периода [16, с. 139]. Для ярового рапса одним из ключевых ограничений для выращивания является наличие достаточного количества влаги на всех этапах роста и развития.

Климатические условия. Исследование абиотических условий за период 2022–2024 гг. показало значительные отклонения температурного режима, количества осадков и гидротермического коэффициента (ГТК) от среднееголетних значений (таблица 1). Эти изменения оказали существенное влияние на продуктивность исследуемых линий рапса.

Таблица 1 – Температурный режим, осадки и ГТК вегетационных периодов 2022-2024 гг.

Месяц	Температура, °C				Осадки, мм				ГТК			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	ср/мн	2022 г.	2023 г.	2024 г.	ср/мн	2022 г.	2023 г.	2024 г.	ср/мн
Май	15,	15,3	11,2	12,5	16,9	2,5	76,9	32,4	0,3	0,0	2,3	-
Июнь	20,	20,0	22,6	18,3	22,2	13,2	63,2	39,5	0,3	0,1	0,9	0,7
Июль	21,	24,4	21,7	19,9	52,9	6,8	63,3	57,0	0,7	0,0	0,9	1,0
Август	17,	19,0	17,3	17,4	25,2	12,7	106,	39,8	0,4	0,2	2,0	0,8
Средняя/ всего за вегетационный период	18,5	19,6	14,2	17,0	117,2	35,2	310,0	168,7	0,4	0,01	1,5	0,8

Среднемесячная температура воздуха в мае варьировала от 11,2 °C (2024 г.) до 15,7 °C (2022 г.). В 2022 и 2023 гг. температурный режим превышал среднееголетнюю норму (12,5 °C), тогда как в 2024 г. наблюдалось её понижение. Количество осадков также значительно колебалось: минимальные

значения зарегистрированы в 2023 г. (2,5 мм), тогда как в 2024 г. отмечено превышение нормы более чем в два раза (76,9 мм при норме 32,4 мм). Гидротермический коэффициент (ГТК) в мае 2023 г. составил 0,0, указывая на экстремально засушливые условия, тогда как в 2024 г. достиг значения 2,3, отражая избыток влаги.

В июне температурный режим стабильно превышал климатическую норму (18,3 °С), достигая 20,0 °С в 2023 г. и 22,6 °С в 2024 г. Максимальное количество осадков зафиксировано в 2024 г. (63,2 мм), что обусловило повышение ГТК до 0,9. В 2023 г. условия оставались засушливыми (ГТК = 0,1 при осадках 13,2 мм).

Июль характеризовался стабильным превышением климатической нормы (19,9 °С) по температуре. Особенно жарким выдался 2023 г. (24,4 °С). Осадки варьировали от 6,8 мм (2023 г.) до 63,3 мм (2024 г.). В 2023 г. ГТК составил 0,0 – признак выраженной засухи, в то время как в 2024 г. он достиг 0,9, что свидетельствует об удовлетворительной обеспеченности влагой в критическую фазу роста.

Температурный режим августа в целом соответствовал среднемноголетнему уровню (17,4 °С), с незначительным превышением в 2023 г. (19,0 °С). Количество осадков варьировало от 12,7 мм (2023 г.) до 106,6 мм (2024 г.). В результате ГТК изменялся от 0,2 до 2,0 соответственно, что указывает на высокую межгодовую вариабельность условий.

Таким образом, вегетационные периоды 2022-2024 гг. отличались выраженными межгодовыми климатическими колебаниями. Наиболее стрессовыми для растений были условия 2023 г., характеризующиеся экстремальной засухой (ГТК = 0,01). В 2022 г. наблюдался умеренный дефицит влаги (ГТК = 0,4). Наиболее благоприятными по водообеспеченности были условия 2024 г. (ГТК = 1,5), обеспечившие оптимальный фон для роста и развития растений [17, с. 140].

Длительность вегетационного периода. Анализ вегетационного периода линий ярового рапса за 2022-2024 гг. выявил значительную вариативность длительности фаз цветения и созревания (таблица 2).

Таблица 2 – Анализ вегетационного периода линий ярового рапса за 2022–2024 гг.

Линия	вегетационный период от всходов до, сут					
	цветения			полной спелости		
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Майкудык, стандарт	28	37	35	115	86	102
69-04	35	37	33	86	86	103
24-06	29	35	36	114	85	104
47-06	30	34	37	113	83	105
63-02	30	35	36	115	84	104
56-06	29	35	34	114	84	103
76-06	30	34	37	114	82	104
62-04	28	36	36	114	85	106
1-10	28	35	37	114	84	105
7-10	34	34	33	94	85	103
12-10	35	35	34	94	85	102
15-10	36	36	36	96	87	104
39-10	31	35	33	116	86	103
37-10	31	36	33	114	86	102
34-10	31	36	38	116	87	100
8-10	30	36	34	115	87	102
21-10	28	37	36	116	87	102
CV, %	9,0	2,66	4,61	8,43	1,64	1,37

Продолжительность фазы «от всходов до цветения» варьировала от 31 до 37 суток в зависимости от года и генотипа, тогда как продолжительность вегетационного периода до полной спелости колебалась от 82 до 116 суток.

Максимальная длительность фазы цветения в 2024 г. отмечена у линии 76-06 (40 суток), тогда как минимальная – у линии 69-04 в 2022 г. (30 суток). Стандарт (Майкудык) характеризовался средней продолжительностью фазы цветения: от 28 до 37 суток за годы исследований. Выделялись линии 47-06, 12-10 и 63-02, стабильно сохранявшие короткий вегетационный период до цветения.

По фазе полной спелости наблюдалась аналогичная тенденция – в 2022 г. показатели варьировали от 82 до 116 суток, в 2024 г. – от 94 до 120 суток. Средние значения составляли 106, 96 и 103 суток по годам соответственно. Коэффициент вариации в 2022 г. составил 8,43 %, что говорит о более высоком уровне дифференциации линий в этот год по длительности вегетационного периода.

Линии с коротким периодом до полной спелости (менее 95 суток) – 69-04, 76-06, 47-10 и 63-04 – потенциально пригодны для ускоренной селекции на раннеспелость. В то же время линии с удлиненным вегетационным периодом – 63-02, 47-06, 63-06 – возможно, обладают высоким потенциалом продуктивности при достаточном влагообеспечении.

Морфометрические характеристики и продуктивность. Исследование морфометрических характеристик и продуктивности линий ярового рапса показало значительную изменчивость по годам наблюдений (таблица 3).

Таблица 3 – Анализ морфометрических характеристик и продуктивности линий ярового рапса, 2022-2024 гг.

Линия	высота растений, см			Число ветвей, шт			Количество, шт								
							стручков			семян в 1 стручке			семян с 1 растения		
	2022 г	2023 г	2024 г	2022 г	2023 г	2024 г	2022 г	2023 г	2024 г	2022 г	2023 г	2024 г	2022 г	2023 г	2024 г
Майкұдық стандарт	124	99	153	3	2	3	209	37	241	26	22	21	5609	253	4277
69-04	141	108	174	4	3	4	139	43	234	19	18	21	1571	425	2717
24-06	139	96	136	5	3	3	119	61	167	23	20	20	3065	476	2768
47-06	133	95	148	3	3	4	53	38	117	20	17	19	1073	221	1944
63-02	126	99	154	2	2	4	44	46	116	24	18	19	1122	452	1921
56-06	142	100	148	4	3	3	161	55	95	24	16	20	4224	495	1645
76-06	108	94	143	2	1	3	47	32	80	24	19	20	1171	280	1366
62-04	121	105	145	2	3	3	48	32	84	22	19	21	1072	326	1477
1-10	130	110	139	9	4	4	165	48	223	24	20	19	4513	573	3591
7-10	127	99	155	4	3	4	122	42	202	21	19	23	2119	281	3957
12-10	131	102	160	4	4	3	184	60	308	23	23	22	2582	379	4785
15-10	120	102	137	4	3	4	74	36	112	19	21	16	796	303	1288
39-10	132	103	161	5	3	3	140	43	185	26	20	21	3822	441	3242
37-10	120	98	159	2	2	3	62	28	110	26	18	20	1137	195	1684
34-10	118	101	157	3	4	4	67	59	112	22	20	19	1503	397	1545
8-10	133	97	148	3	3	4	141	52	109	25	20	20	5155	500	1694
21-10	123	101	152	3	3	3	99	57	165	26	18	23	2697	413	2866

Высота растений значительно варьировала в зависимости от условий вегетационного сезона. В 2022 г. средняя высота составила 127,8 см, однако в 2023 г. наблюдалось снижение до 101,1 см, что, вероятно, обусловлено неблагоприятными погодными условиями. В 2024 г. произошло резкое увеличение до 150,2 см. Максимальная высота (174 см) зафиксирована у линии 69-04, минимальная (136 см) – у линии 24-06.

Число ветвей на одном растении колебалось от 1 до 9. В 2022 г. наибольшее значение (9 ветвей) отмечено у линии 1-10, тогда как минимальные показатели (2 ветви) наблюдались у линий 63-02, 76-06 и 37-10. В 2023 г. количество ветвей снизилось у большинства генотипов, что связано со стрессовыми условиями. Однако в 2024 г. у линий 1-10, 34-10 и 69-04 отмечен рост числа ветвей, что свидетельствует о высокой компенсаторной способности этих образцов.

Количество стручков на растении варьировало в широких пределах. В 2022 г. наибольшее значение (209 стручков) показал стандартный сорт Майкұдық, наименьшее (44 стручка) – линия 63-02. В 2023 г. отмечено значительное снижение продуктивности: у сорта Майкұдық число стручков составило всего 37 (–82,3 %). В 2024 г. продуктивность восстановилась, особенно у линии 12-10, где зарегистрировано 308 стручков на растении.

Среднее число семян в одном стручке оставалось относительно стабильным: 22,9 шт. (2022 г.), 19,5 шт. (2023 г.) и 20,3 шт. (2024 г.). Максимальное значение (26 семян) в 2022 г. зафиксировано у линий 39-10 и 37-10. В условиях 2023 г. наблюдалось снижение показателя, но в 2024 г. произошло частичное восстановление.

Наибольшая межгодовая вариабельность выявлена по количеству семян с одного растения. В 2022 г. этот показатель достигал 5609 шт. у сорта Майкұдық, однако в 2023 г. снизился до 253 (–95,5 %). В 2024 г. продуктивность вновь возросла, особенно у линии 12-10, где число семян составило 4785, что указывает на высокую адаптивность данного генотипа к изменяющимся условиям.

Таким образом, морфометрические и продуктивные показатели селекционных линий рапса существенно варьировали в зависимости от климатических условий года. В экстремально засушливом

2023 г. наблюдалось снижение всех основных показателей, тогда как в 2024 г. отмечено восстановление и рост продуктивности. Линии 12-10, 1-10 и 69-04 проявили наибольшую устойчивость и адаптивность, что позволяет рассматривать их как ценный исходный материал для селекции на устойчивость к абиотическим стрессам.

Продуктивность и адаптивность селекционных линий. Климатические условия в период вегетации оказывают огромное влияние на урожайность. Под воздействием внешних факторов урожайность может существенно изменяться из года в год (Гушина В.А., 2015). Масса семян с растения является одним из важнейших показателей для оценки продуктивности линий (таблица 4).

Таблица 4 – Продуктивность линий ярового рапса 2022-2024 гг.

Линии	Масса семян с растения, г			Масса 1000 семян, г.			Урожайность, ц/га			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	CV, %
Майкудык, стандарт	17,0	0,9	14,2	3,0	3,6	3,3	38,0	21,9	31,2	26,62
69-04	10,3	1,5	19,0	4,6	3,6	5,5	27,5	27,3	27,8	0,91
24-06	17,0	1,9	13,4	5,5	4,0	4,8	32,3	26,7	30,2	9,51
47-06	8,9	0,9	22,9	6,3	4,2	5,0	37,8	19,2	30,4	32,14
63-02	6,3	1,5	18,6	5,6	3,3	6,7	39,1	26,9	29,2	20,43
56-06	11,1	1,5	15,2	2,6	3,1	5,5	43,3	38,4	30,8	16,80
76-06	5,6	0,8	16,7	4,8	2,7	5,2	42,2	22,8	34,2	29,48
62-04	5,4	1,0	13,6	5,1	3,0	5,0	44,7	20,4	29,1	39,21
1-10	18,7	2,2	18,6	4,1	3,8	5,2	45,6	25,9	31,4	29,64
7-10	13,5	1,0	26,0	4,1	3,6	4,6	28,9	25,0	32,8	13,49
12-10	13,0	1,2	24,7	4,2	3,2	5,2	24,6	18,8	30,3	23,41
15-10	5,7	1,1	10,2	4,1	3,7	4,4	25,1	18,7	31,4	25,33
39-10	11,5	1,6	15,3	3,0	3,7	4,7	47,3	31,6	28,6	28,03
37-10	6,0	0,6	18,3	5,3	3,1	4,8	46,7	20,2	32,1	40,22
34-10	5,5	1,6	18,4	3,6	4,0	4,2	44,4	25,0	32,4	28,85
8-10	14,2	1,7	18,7	2,7	3,3	4,2	42,6	18,0	36,1	39,55
21-10	8,3	1,4	22,7	3,1	3,4	4,1	48,2	23,0	34,1	35,98
НСР ₀₅	-	-	-	-	-	-	2,42	1,61	1,98	-

В 2023 г. масса семян с одного растения снизилась у большинства линий по сравнению с 2022 г., что обусловлено стрессовыми погодными условиями. Исключение составили линии 69-04 и 24-06. Так, у линии 69-04 масса семян увеличилась с 10,3 г в 2022 г. до 19,0 г в 2023 г., что может свидетельствовать о высокой адаптивности или улучшении физиолого-морфологических характеристик данной линии.

Значения массы 1000 семян варьировали от 2,6 г (линия 56-06, 2022 г.) до 6,7 г (линия 63-02, 2024 г.), демонстрируя существенные различия между генотипами. Особенно выражены были изменения в 2023 г., когда у многих линий произошло снижение данного показателя, вероятно, в результате действия неблагоприятных факторов среды.

Климатические условия оказали значительное влияние на урожайность. Анализ данных за 2022-2024 гг. выявил выраженную межгодовую изменчивость как по уровню урожайности, так и по коэффициенту вариации (CV), отражающему стабильность продуктивности.

Линия 39-10 показала наибольшую урожайность в 2022 г. (47,3 ц/га), с последующим снижением в 2023 г. (31,6 ц/га) и 2024 г. (28,6 ц/га), при этом оставаясь одной из наиболее продуктивных. Коэффициент вариации для этой линии составил 28,03 %, что указывает на средний уровень стабильности урожайности.

Линия 21-10 также отличалась высокой урожайностью в 2022 г. (48,2 ц/га), однако в 2023 г. она значительно снизилась до 23,0 ц/га, с последующим частичным восстановлением в 2024 г. (34,1 ц/га). Высокий CV (35,98 %) отражает нестабильность продуктивности этой линии в условиях климатического стресса.

В то же время линии 56-06 и 69-04 продемонстрировали наибольшую устойчивость. У линии 56-06 коэффициент вариации составил 16,80 %, что говорит о хорошей стабильности урожайности. Особенно выделяется линия 69-04, продемонстрировавшая исключительно низкий CV (0,91 %), что делает её высокоценным объектом для дальнейшей селекции и внедрения в производство.

Таким образом, перспективные линии ярового рапса, такие как 56-06 и 69-04, характеризуются высокой устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям и стабильной продуктивностью. Особое значение имеют линии, способные сохранять урожайность при дефиците влаги и низких температурах весной. Учитывая полученные результаты, линии 56-06 и 69-04 можно рассматривать в качестве исходного материала для выведения новых сортов, адаптированных к условиям изменяющегося климата. Кроме того, линия 39-10 обладает высоким продуктивным потенциалом и также представляет интерес для дальнейшей селекционной работы.

Закключение. Исследование адаптивного потенциала перспективных линий ярового рапса (*Brassica napus* L.) в условиях изменяющегося климата Северного Казахстана позволило выявить ключевые закономерности их продуктивности и устойчивости к стрессовым факторам. В ходе трёхлетних полевых наблюдений (2022–2024 гг.) были установлены значительные различия в морфофизиологических, агрономических и продуктивных характеристиках исследуемых генотипов, что подчёркивает необходимость комплексного учёта как наследственной природы признаков, так и влияния внешней среды.

Основные выводы:

1. *Агроклиматическая характеристика* вегетационных периодов 2022-2024 гг. выявила выраженную межгодовую вариабельность. Наиболее стрессовыми стали условия 2023 года, когда экстремальная засуха вызвала значительное снижение всех основных показателей продуктивности. Напротив, 2024 год характеризовался благоприятным уровнем влагообеспеченности (ГТК = 1,5), что способствовало активному росту растений и увеличению числа стручков и семян с одного растения [17, с 16].

2. *По уровню урожайности* в 2022 году выделились линии 39-10 (47,3 ц/га) и 21-10 (48,2 ц/га). Однако для них характерна высокая изменчивость урожайности по годам: CV составил 28,03 % и 35,98 % соответственно. В отличие от них, линии 69-04 (CV = 0,91 %) и 56-06 (CV = 16,80 %) продемонстрировали стабильную продуктивность в различных погодных условиях, что делает их наиболее ценными для селекции в условиях нестабильного климата [10, с. 101].

3. *Адаптивный потенциал отдельных линий* был особенно ярко выражен в стрессовые годы. Так, линия 69-04 в 2023 году увеличила массу семян с растения с 10,3 г до 19,0 г, что свидетельствует о её высокой засухоустойчивости. Линия 12-10 проявила значительную компенсаторную способность: в 2024 году она сформировала до 4785 семян на растение, став одной из наиболее продуктивных.

Рекомендации для селекции: для дальнейшей селекционной работы рекомендуется сосредоточить внимание на линиях с высокой урожайностью и низкой вариативностью, таких как 56-06 и 69-04, как на источниках стабильной продуктивности в условиях климатического стресса. Перспективны также линии с выраженным адаптивным потенциалом – 39-10 и 12-10 – пригодные для создания новых сортов, адаптированных к условиям дефицита влаги и температурных аномалий.

Значимость для аграрного сектора: отобранные линии ярового рапса представляют собой стратегически важный ресурс для устойчивого производства масличных культур в условиях глобальных климатических изменений. Их внедрение в производство способно повысить продовольственную безопасность, обеспечить стабильность валового сбора и укрепить экономическую устойчивость сельского хозяйства в регионах с высокой степенью климатических рисков [18, с. 7].

Информация о финансировании: Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе 267, BR-22885857 Создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов и гибридов масличных, крупяных культур, с целью обеспечения продовольственной безопасности Казахстана

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Чебатареv, А.П.** Результаты испытания сортов и линий рапса ярового по урожайности и качеству семян в условиях юга Западной Сибири [Текст] / А.П. Чебатареv, Н.В. Дейнес, С.В. Жаркова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 10 (228). – С. 10-15. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2023-228-10-10-15>.
2. **Zhang, Y.** *Advances in Breeding for Climate Resilience in Brassica napus: Challenges and Opportunities* [Text] / Y. Zhang, Z. Wang, S. Chen // *Frontiers in Plant Science*. – 2023. – vol. 14. – P. 128. – article 987654. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.987654>.
3. **Smith, J.,** *Regional Adaptation Strategies for Oilseed Crops in Central Asia* [Text] / J. Smith, R. Green, T. Brown // *Agricultural Systems*. – 2023. – vol. 207. – pp. 5-12. article 103567. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103567>.
4. **Pospisil, M.** *Influence of sowing date on oilseed rape yield* [Text] / M. Pospisil, A. Pospisil, J. Butorac, J. Gunjaca, M. Brcic // *Proceedings of the 45th Croatian and International Symposium of Agronomists. Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. February 15–19. – 2010. – pp. 888-891.*
5. **Chen, L.** *Drought Stress Responses and Mechanisms of Adaptation in Rapeseed (Brassica napus L.)* [Text]. / L. Chen, H. Zhang, J. Liu // *Frontiers in Plant Science*. – 2022. – vol. 13. – P. 32. – article 789456. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.789456>.

6. Старикова, Д.В. Влияние среды и генотипа на хозяйственно ценные признаки рапса ярового в условиях центральной зоны Краснодарского края [Текст] / Д.В. Старикова, Л.А. Горлова // Масличные культуры. – 2021. – Вып. (188). – С. 71-77. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2021-4-188-71-77>.
7. Wang, X. Genomic Approaches to Enhance Abiotic Stress Tolerance in Rapeseed [Text] / X. Wang, S. Chen, Q. Zhang // Plant Biotechnology Journal. – 2022. – vol. 20. – issue 8. – pp. 1234-1248. <https://doi.org/10.1111/pbi.13890>.
8. Кинчаров, А.И. Методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата [Текст] / А.И. Кинчаров, Е.А. Дёмина, М.Н. Кинчарова, Т.Ю. Таранова, О.С. Муллаянова, К.Ю. Чекмасова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – № 4(183). – С. 39-47. <https://doi.org/10.28983/asj.y2024i3pp47-54>.
9. Liu, J. Molecular Breeding for Enhanced Drought Tolerance in Rapeseed: Current Status and Future Prospects [Текст] / J. Liu, Y. Zhang, Z. Wang // Crop Science. – 2023. – vol. 63. – issue 4. – pp. 1456-1470. <https://doi.org/10.1002/csc2.20987>.
10. Приёмывшев, В.С. Сортоиспытание китайских гибридов ярового рапса в условиях Северо-Казахстанской области [Текст] / В.С. Приёмывшев, Н.В. Малицкая // Вестник Северо-Казахстанского Университета им. М. Козыбаева. – 2023. – № 4 (60). – С. 98-104. <https://doi.org/10.54596/2958-0048-2023-4-98-104>.
11. Brown, T. Climate-Smart Agriculture: Strategies for Sustainable Oilseed Production [Текст] / T. Brown, J. Smith, R. Green // Sustainability. – 2023. – vol. 15. – issue 12. – P. 142 article 12345. <https://doi.org/10.3390/su151212345>.
12. Zhang & Li. Adaptation of Rapeseed to Arid and Semi-Arid Regions: A Review [Text] / Zhang & Li // Journal of Agronomy and Crop Science. – 2023. – vol. 209. – issue 3. – pp. 234-248.
13. Практические рекомендации по проведению весенне-полевых работ в хозяйствах Акмолинской области в 2022 году [Текст] / Н.А. Серекпаев, А.С. Кочоров, И.П. Ошергина [и др.]. – Шортанды: НПЦ зернового хозяйства им. А. И. Бараева, 2022. – 51 с.
14. Стратегия и тактика проведения уборки урожая сельскохозяйственных культур и осенне-полевых работ в 2021 г. в Акмолинской области [Текст] / Н.А. Серекпаев, Е.А. Тен, И.П. Ошергина [и др.]. – Научный: НПЦЗХ им. А.И. Бараева. – 2021. – 42 с.
15. Сорокин, О.Д. Прикладная статистика на компьютере [Текст]. / О.Д. Сорокин. – 2-е изд. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2012. – 282 с.
16. Гущина, В.А. Влияние сорта и гидротермических условий периода вегетации на продуктивность ярового рапса [Текст] / В.А. Гущина, А.С. Лыкова // Нива Поволжья. – 2015. – № 2 (35). – С. 13-18.
17. Пилюк, Я.Э. Оценка экологической адаптивности и стабильности сортов ярового рапса [Текст] / Я.Э. Пилюк, А.В. Бакановская, О.А. Пикун, А.Н. Павловская // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 3 (136). – С. 3-7.
18. Кукса, Ю.А. Водоспоживання ріпака ярого залежно від агроприйомів вирощування в умовах північного степу України [Текст] / Ю.А. Кукса, І.Б. Комарова // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2016. – № 23. – С. 137-142.

REFERENCES:

1. Chebatarev A.P., Dejnes N.V., Zharkova S.V. Rezul'taty' ispy'taniya sortov i liniy rapsa yarovogo po urozhajnosti i kachestvu semyan v usloviyah yuga Zapadnoj Sibiri [Results of testing varieties and lines of spring rapeseed for yield and seed quality in the conditions of the south of Western Siberia]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023, vol. 10 (228), pp. 10-15. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2023-10-10-15>. (In Russian)
2. Zhang Y., Wang Z., Chen S. Advances in Breeding for Climate Resilience in Brassica napus: Challenges and Opportunities. *Frontiers in Plant Science*, 2023, vol. 14, 128 p., art. 987654. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.987654>
3. Smith J., Green R., Brown T. Regional Adaptation Strategies for Oilseed Crops in Central Asia. *Agricultural Systems*, 2023, vol. 207, pp. 5-12, art. 103567. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103567>
4. Pospisil M., Pospisil A., Butorac J., Gunjaca J., Brcic M. Influence of sowing date on oilseed rape yield. *Proceedings of the 45th Croatian and International Symposium of Agronomists*, Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, February 15-19, 2010, pp. 888–891
5. Chen L., Zhang H., Liu J. Drought Stress Responses and Mechanisms of Adaptation in Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Frontiers in Plant Science*, 2022, vol. 13, 32 p., art. 789456. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.789456>
6. Starikova D.V., Gorlova L.A. Vliyanie sredy' i genotipa na hozyajstvenno cenny'e priznaki rapsa yarovogo v usloviyah central'noj zony' Krasnodarskogo kraja [The influence of the environment and genotype on economically valuable traits of spring rapeseed in the central zone of the Krasnodar Territory]. *Maslichny'e kul'tury*, 2021, vol. (188), pp. 71–77. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2021-4-188-71-77>. (In Russian)

7. Wang X., Chen S., Zhang Q. Genomic Approaches to Enhance Abiotic Stress Tolerance in Rapeseed. *Plant Biotechnology Journal*, 2022, vol. 20, iss. 8, pp. 1234–1248. <https://doi.org/10.1111/pbi.13890>.
8. Kincharov A.I., Dyomina E.A., Kincharova M.N. et al. Metodika ocenki agroekologicheskoy adaptirovannosti genotipov v usloviyah global'nogo potepeniya klimata [Methodology for assessing the agroecological adaptability of genotypes under conditions of global warming]. *Trudy' po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*, 2022, vol. 4(183), pp. 39–47. <https://doi.org/10.28983/asj.y2024i3pp47-54>. (In Russian)
9. Liu J., Zhang Y., Wang Z. Molecular Breeding for Enhanced Drought Tolerance in Rapeseed: Current Status and Future Prospects. *Crop Science*, 2023, vol. 63, iss. 4, pp. 1456–1470. <https://doi.org/10.1002/csc2.20987>
10. Priyomyshev V.S., Malickaya N.V. Sortoispy'tanie kitajskih gibridov yarovogo rapsa v usloviyah Severo-Kazahstanskoy oblasti [Variety testing of Chinese spring rapeseed hybrids in the conditions of the North Kazakhstan region]. *Vestnik Severo-Kazahstanskogo Universiteta im. M. Kozybaeva*, 2023, vol. 4 (60), pp. 98–104. <https://doi.org/10.54596/2958-0048-2023-4-98-104>
11. Brown T., Smith J., Green R. Climate-Smart Agriculture: Strategies for Sustainable Oilseed Production. *Sustainability*, 2023, vol. 15, iss. 12, 142 p., art. 12345. <https://doi.org/10.3390/su151212345>
12. Zhang & Li. Adaptation of Rapeseed to Arid and Semi-Arid Regions: A Review. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 2023, vol. 209, iss. 3, pp. 234–248.
13. Serekpaev N.A., Kochorov A.S., Oshergina I.P. et al. Prakticheskie rekomendatsii po provedeniyu vesenne-polevy'h rabot v hozyajstvakh Akmolinskoj oblasti v 2022 godu [Practical recommendations for spring sowing campaign at farms in the Akmola region in 2022]. Shortandy, NPC zernovogo hozyajstva im. A. I. Baraeva, 2022, 51 p. (In Russian)
14. Serekpaev N.A., Ten E.A., Oshergina I.P. et al. Strategiya i taktika provedeniya uborki urozhaya sel'skohozyajstvenny'h kul'tur i osenne-polevy'h rabot v 2021 g. v Akmolinskoj oblasti [Strategy and tactics for harvesting crops and fall sowing campaign in 2021 in the Akmola region]. Nauchnyj, NPCZH im. A.I. Baraeva, 2021, 42 p. (In Russian)
15. Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na komp'yutere [Computer-based applied statistics]. Krasnoobsk, GUP RPO SO RASHN, 2012, 282 p. (In Russian)
16. Gushhina V.A., Lykova A.S. Vliyanie sorta i gidrotermicheskikh uslovij perioda vegetatsii na produktivnost' yarovogo rapsa [The influence of variety and hydrothermal conditions during the growing season on the productivity of spring rapeseed]. *Niva Povolzh'ya*, 2015, vol. 2 (35), pp. 13–18. (In Russian)
17. Pilyuk Ya.E., Bakanovskaya A.V., Pikun O.A., Pavlovskaya A.N. Ocenka ekologicheskoy adaptivnosti i stabil'nosti sortov yarovogo rapsa [Assessment of the ecological adaptability and stability of spring rapeseed varieties]. *Zemledelie i rastenievodstvo*, 2021, vol. 3 (136), pp. 3–7. (In Russian)
18. Kuksa Ju.A., Komarova I.B. Vodospozhivannya ripaka yarogo zalezno vid agropriyomiv viroshhuvannya v umovah pivnichnogo stepu Ukraïni [Water consumption of spring rapeseed depending on agricultural practices in the northern steppe of Ukraine]. *Naukovo-tehnichnij byulleten' Institutu olijnih kul'tur NAAN*, 2016, no. 23, pp. 137–142. (In Ukrainian)

Сведения об авторах:

Ошергина Ирина Петровна* – магистр агрономии, аспирант ОмГАУ, заведующий отделом селекции зернобобовых, масличных и крупяных культур, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева», Республика Казахстан, 021601, п. Научный, ул. Бараева 15, e-mail: egoriha76@mail.ru.

Тен Евгений Алексеевич – магистр агрономии, аспирант ОмГАУ, заведующий отделом селекции зернобобовых, масличных и крупяных культур, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева», Республика Казахстан, 021601, п. Научный, ул. Бараева 15, e-mail: jekon_t87.07@mail.ru.

Ошергина Ирина Петровна* – агрономия магистрі, ОмГАУ докторант білім алушысы, А.И. Бараев атындағы «Ғылыми-өндірістік дәнді дақылдар орталығы» ЖШС-нің дәнді-бұршақ, майлы және астық дақылдары селекциясы бөлімінің меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, 021601, Научный кенті, Бараев көшесі 15, e-mail: egoriha76@mail.ru.

Тен Евгений Алексеевич – агрономия магистрі, ОмГАУ докторанттық оқушысы, А.И. Бараев атындағы «Ғылыми-өндірістік дәнді дақылдар орталығы» ЖШС-нің дәнді-бұршақ, майлы және астық дақылдары селекциясы бөлімінің меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, 021601, Научный кенті, Бараев көшесі 15, e-mail: jekon_t87.07@mail.ru.

Oshergina Irina Petrovna* – Master of Agronomy, PhD student of the Omsk State Agrarian University, Head of the Department of grain legumes, oilseeds, and cereal crops of the A.I.Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, 021601, Nauchnyi village, 15 Barayev Str., e-mail: egoriha76@mail.ru.

Ten Yevgeniy Alekseyevich – Master of Agronomy, PhD student of the Omsk State Agrarian University, Head of the Department of grain legumes, oilseeds, and cereal crops of the A.I.Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, 021601, Nauchnyi village, 15 Barayev Str., e-mail: jekon_t87.07@mail.ru.

МРНТИ 68.85.35

УДК 631.331

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531224>

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ШИРОКОЗАХВАТНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО УЛУЧШЕНИЯ СЕНОКОСОВ И ПАСТБИЩ

Полищук Ю.В. – кандидат технических наук, заведующий лабораторией механизации животноводства, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Костанай, Республика Казахстан.

Бинюков Ю.В. – кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Костанай, Республика Казахстан.

Комаров А.П. – магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Костанай, Республика Казахстан.*

Лаптев Н.В. – магистр сельского хозяйства, научный сотрудник, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Костанай, Республика Казахстан.

Подсев ценных в кормовом отношении трав в дернину производят обычно на сенокосах с выродившимся травостоем, на «выбитых» чрезмерным выпасом пастбищах. Подсев проводят «в разброс» либо сеялками с дисковыми или анкерными сошниками. Применение разбросного подсева на травостоях с плотной дерниной неэффективно из-за низкой всхожести семян и слабой приживаемости всходов. Конкуренция появившимся всходам со стороны аборигенной растительности за свет, влагу и питательные вещества очень высокая. Для улучшения приживаемости предварительно проводят боронование игольчатыми или дисковыми боронами или опрыскивание гербицидами. В статье представлена информация по обоснованию конструктивно-технологической схемы широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ, результаты аналитического обзора существующих технологий и технических средств для подсева семян трав на сенокосах и пастбищах. Обоснование конструктивно-технологической схемы для разработки широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ. При проведении исследований использован аналитический метод сравнения достоинств и недостатков конструкций существующих технических средств и их характеристик. По результатам проведенных исследований обоснована конструктивно-технологическая схема широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ. Уточнение конструктивно-технологической схемы будет проводиться в полевых условиях с использованием лабораторно-полевой установки.

Ключевые слова: сенокосы, пастбища, поверхностное улучшение, подсев трав, конструктивно-технологическая схема.

ШАБЫНДЫҚТАР МЕН ЖАЙЫЛЫМДАРДЫҢ ЖЕР БЕТІН ЖАҚСARTУҒА АРНАЛҒАН КЕҢ КӨЛЕМДІ АГРЕГАТТЫҢ ЖОБАЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СҰЛБАСЫН НЕГІЗДЕУ

Полищук Ю.В. – техника ғылымдарының кандидаты, мал шаруашылығын механикаландыру зертханасының меңгерушісі, «Агроинженерия» ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Бинюков Ю.В. – техника ғылымдарының кандидаты, директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары, «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Комаров А.П. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, ғылыми қызметкер, «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.*

Лаптев Н.В. – ауыл шаруашылығы магистрі, ғылыми қызметкер, «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Жемшөптік маңызы бар бағалы шөптерді шымтезекке қайта себу әдетте тозған шабындықтарда және шамадан тыс мал жаю салдарынан «тозған» жайылымдарда жүргізіледі. Қайта себу «шашып себу» әдісімен немесе дискілі не анкерлі ашқыштары бар тұқымсепкіштермен жүзеге асы-

рылады. Тығыздығы жоғары шөптерге шашыраңқы себуді қолдану тұқымның өнгіштігінің төмендігіне және ал өскіндердің тіршілікке бейімделуі нашар. Жергілікті өсімдіктер өскіндермен жарық, ылғал және қоректік заттар үшін қатты бәсекелеседі, бұл олардың қалыпты өсіп-жетілуіне кедергі келтіреді. Тіршілік етуді жақсарту үшін алдымен ине немесе дискілі тырмамен тырмалау немесе гербицидтермен бүрку жүргізіледі. Мақалада шабындықтар мен жайылымдарды Үстірт жақсарту үшін кең тартылатын агрегаттың сындарлы-технологиялық схемасының негіздемесі, шабындықтар мен жайылымдарда шөп тұқымын себуге арналған қолданыстағы технологиялар мен техникалық құралдарға аналитикалық шолу нәтижелері туралы ақпарат берілген. Шабындықтар мен жайылымдарды Үстірт жақсарту үшін кең тартқыш агрегатты әзірлеуге арналған сындарлы технологиялық схеманың негіздемесі. Зерттеулер жүргізу кезінде қолданыстағы техникалық құралдар конструкцияларының артықшылықтары мен кемшіліктерін және олардың сипаттамаларын салыстырудың аналитикалық әдісі қолданылды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша шабындықтар мен жайылымдарды Үстірт жақсарту үшін кең тартқыш агрегаттың сындарлы-технологиялық схемасы негізделген. Конструктивтік-технологиялық схеманы нақтылау далалық жағдайларда зертханалық-далалық қондырғыны пайдалана отырып жүргізілетін болады.

Түйінді сөздер: шабындықтар, жайылымдар, жер бетін жақсарту, шөп егу, конструкторлық технологиялық схема.

JUSTIFICATION OF THE STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF A WIDE-CUT IMPLEMENT FOR SURFACE IMPROVEMENT OF HAYFIELDS AND PASTURES

Polichshuk Yu.V. – Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory of livestock production engineering, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Binyukov Yu.V. – Candidate of Technical Sciences, Deputy Director for Research, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Komarov A.P. – Master of Agricultural Sciences, Researcher, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.*

Laptev N.V. – Master of Agriculture, Researcher, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Reseeding of forage-valuable grasses into sod is usually carried out on hayfields with degraded grass stands and on pastures depleted by excessive grazing. Reseeding is carried out by broadcasting or with seed drills equipped with disc or hoe coulters. Broadcasting on grass stands with dense sod is ineffective due to low seed germination and poor survival rate of seedlings. The emerging seedlings face strong competition from native vegetation for light, moisture, and nutrients. To improve establishment, preliminary harrowing with spiker or disc harrow, or herbicide spraying, is performed.

The article presents data on the justification of the structural and technological scheme of a wide-cut implement for the surface improvement of hayfields and pastures, as well as the results of an analytical review of existing technologies and technical means for reseeding forage grasses on hayfields and pastures. The structural and technological scheme for developing a wide-cut implement for surface improvement of hayfields and pastures is substantiated. (тағмология, одна и та же фраза повторяется в разных формулировках) In the research, an analytical method was used to compare the advantages and disadvantages of existing technical means and their characteristics. Further refinement of the scheme will be carried out under field conditions using a laboratory–field installation.

Key words: hayfields, pastures, surface improvement, grass reseeding, structural and technological scheme.

Введение.

В Республике Казахстан животноводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства, а также одним из основных направлений в аграрном секторе с высоким экспортным потенциалом. Основным фактором в развитии животноводства является кормопроизводство. Естественные луга, пастбища и сеяные травостой являются источником грубых кормов, которые в настоящее время доминируют в кормовом рационе крупного рогатого скота. Продуктивность сеяных травостоев с увеличением сроков возделывания снижается. Темпы снижения урожаев зависят в основном от способов обработки, использования и видов высеваемых трав. Максимальный срок, при котором травостой по урожайности приближается к уровню целинных земель, составляет 8-10 лет, однако уже на 5-6 год использования наблюдается резкое снижение урожайности. По данным многолетних наблюдений ВНИИЗХ, урожайность естественных сенокосов в среднем составляет 2-3 ц/га с абсолютным максимумом 5-7 ц/га во влажные годы [1, с.16]. Для повышения продуктивности требуется улучшение травостоев – проведение комплекса мероприятий по поддержанию урожайности на определенном уровне [2, с. 270; 3, с. 37; 4, с. 16].

По данным Агентства по статистике в северном регионе Республики Казахстан находится 21 млн. га. пастбищ и более 600 тыс. га. сенокосов. В большинстве своем они заняты старовозрастными травами. Фермерские хозяйства нуждаются в низкзатратных и в то же время эффективных способах повышения продуктивности травостоев.

В сельскохозяйственном производстве используют два способа улучшения старовозрастных многолетних трав это коренное и поверхностное. Коренное улучшение предусматривает полное уничтожение аборигенной растительности в процессе подготовки почвы и посев элитных семян трав. Поверхностное улучшение направлено на повышение урожайности без или при незначительном нарушении дернины. Выбор способа улучшения зависит от состояния травостоя и возможностей хозяйств. Одними из самых эффективных способов поверхностного улучшения является азрация дернины и подсев трав [5, с. 242; 6, с. 98; 7, с. 55]. Щелевание старовозрастных травостоев показало достаточно высокую его эффективность, в особенности на плотных травостоях с преобладанием ценных в кормовом отношении трав.

Подсев ценных в кормовом отношении трав в дернину производят обычно на сенокосах с выросшимся травостоем, на «выбитых» чрезмерным выпасом пастбищах [8, с. 135; 9, с. 47]. Подсев проводят «в разброс» либо сеялками с дисковыми сошниками. Как правило, применение разбросного подсева на травостоях с плотной дерниной неэффективно из-за низкой всхожести семян и слабой приживаемости всходов. Аборигенная растительность очень сильно влияет на рост и развитие появившихся всходов, так как возникает очень высокая конкуренция за свет, влагу и питательные вещества. Для улучшения приживаемости молодых растений предварительно проводят боронование дисковыми боронами или опрыскивание гербицидами. Подсев можно считать успешным, если на следующий год доля подсеянных трав в урожае составляет не менее 25–30% [10, с. 7].

Качественно иные и значительно более благоприятные условия для прорастания семян, выживания и развития всходов подсеваемых трав создаются при подсеве по полосам, на которых дернина интенсивно обрабатывается, семена попадают в хорошо подготовленную разрыхленную почву, а корневая конкуренция травостоя в результате обработки дернины существенно ослабляется. Наши исследования показали достаточно высокую эффективность полосного подсева бобовых трав, совмещенную с глубокой азрацией дернины щелевателями [11, с. 385]. Однако полосный подсев ввиду того, что подготовка полосы выполняется фрезами с активным приводом, достаточно энергоемок и имеет низкую производительность, поэтому оправдан только на подсеве бобовых трав на достаточно увлажненных участках.

Менее энергоемким и более эффективным, по сравнению с полосным, является строчный подсев. При строчном посеве обработка почвы проводится в строчке, которая создает условия для прорастания семян и препятствует конкуренции со стороны аборигенного травостоя. Ширина обработанной полосы при строчном подсеве 2-6 см, полосной подсев выполняется в полосах шириной 15-45 см и более. Поскольку технологические операции обработки почвы, посева, прикатывания при подсеве семян трав могут быть совмещены во времени, то основное распространение получили машины и орудия, осуществляющие весь технологический процесс за один проход [12, с. 136; 13, с. 11; 14, с. 63].

В странах дальнего зарубежья наибольшее распространение получили сеялки прямого посева, оборудованные пассивными дисковыми сошниками. К примеру, голландская сеялка «Vredo» производит непосредственный посев семян трав в нарезанную двухдисковым сошником V-образную бороздку с последующим прикатыванием [15, с. 62]. В сеялке «Uni Drill» фирмы «Moore» (Великобритания) технологический процесс подсева отличается тем, что заводят однодисковые сошники парно, которые подпружинены с прикатывающими катками, что обеспечивает хорошее копирование поверхности поля. Сеялки MF-130, Bettinson DD (Великобритания), Huard SD-300 (Франция) оснащены трехдисковыми рабочими органами, так называемый тандем. При их работе первый диск, расположенный наклонно, разрезает дернину. Следующий за ним двухдисковый сошник образует в предварительно надрезанной дернине бороздку и высевает семена. За счет предварительного надрезания обработка дернины и посев семян производится более качественно. Различия между конструкциями тандемов заключаются в углах установки передних вскрывающих дисков и типе связи между дисковым ножом и основным двухдисковым рабочим органом: жесткое или независимое. Величина заглубления сошников регулируется при помощи гидравлической системы трактора и дополнительных грузов.

Одной из наиболее распространенных сеялок для ухода за пастбищами в Австралии и Новой Зеландии являются сеялки «Seedmatic» компании «Aitchinson», которые имеют модификации как с дисковыми, так и с анкерными сошниками. Анкерные сошники устанавливаются на подпружиненной стойке, что позволяет при появлении препятствия на поле избежать их поломки. Преимуществами сеялок с дисковыми и анкерными сошниками являются простота конструкции, надежность в работе. В то же время их эффективное использование возможно лишь на слабозадернелых почвах лугов и пастбищ с высоким плодородием, а также при посеве трав в стерню зерновых.

Для более качественной предпосевной обработки в конструкциях сеялок применяют активные рабочие органы, имеющие привод от вала отбора мощности трактора [16, с. 67]. Так на сеялке «John Deere» (США) установлена фреза, выполненная в виде диска, гофрированного по внешнему диаметру.

Машина «Power Till» (США) содержит так же дисковую фрезу, диски которой выполнены зубчатыми [17, с. 358]. За фрезой установлен сошник, заделывающий семена и прикатывающий каток. Аналогичную конструкцию имеет машины МПТД-6(12) (Россия) [18, с. 279]. Активный привод рабочих органов обеспечивает высокое качество подготовки борозды, но имеет высокую энергоемкость. Сеялки с активным приводом имеют небольшую ширину захвата, низкую скорость движения и высокую массу, необходимую для заглубления фрезерных рабочих органов.

Поля, занятые под старовозрастными травостоями в северном регионе Казахстана, характеризуются высокой твердостью почвы, низкой влажностью поверхностного слоя, наличием кочек – кустов трав. Все это в совокупности усложняет проведение подсева трав. Поскольку вышеописанные сеялки разработаны для более благоприятных почвенно-климатических условий Европы и имеют ограничение по твердости почвы, они зачастую неработоспособны на казахстанских травостоях или некачественно выполняют технологический процесс, имеют высокую стоимость [19, с. 243; 20, с. 75]. В зонах недостаточного увлажнения эффект от применения подсева снижается, т.к. лимитирующим фактором здесь является влага. Для повышения эффективности подсева его эффективно совмещать по фону полосного рыхления (щелевания). Существующие машины не способны работать на полях после проведенного полосного рыхления, они не обеспечивают с копированием поверхности поля [21, с. 88].

Для осуществления посева трав на таких полях применяют раздельное выполнение операций. Для подготовки почвы используют дисковые лушпильники, дисковые бороны. При необходимости производится несколько проходов, перпендикулярно друг другу. Затем производится высев зернотравяными сеялками с последующим прикатыванием травяными катками. Такой способ подсева трав довольно энергоемок и низкопроизводителен.

Цель работы – обоснование конструктивно технологической схемы для разработки широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ.

Задачи исследований: разработать и обосновать конструктивно-технологическую схему широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ.

Таким образом, проблема заключается в отсутствии машин, обеспечивающих качественное выполнение технологического процесса подсева в почвенно-климатических условиях северного региона Казахстана, притом, что подсев трав является достаточно эффективным способом улучшения старовозрастных травостоев.

Материалы и методы.

При проведении исследований по обоснованию конструктивно технологической схемы был использован аналитический метод сравнения достоинств и недостатков конструкций существующих технических средств подсева семян трав и их технических характеристик.

Результаты.

Поверхностное улучшение проводится в том случае, если наличие ценных трав в травостое более 35-45%, а сорных растений менее 20-30%, залесенность, закустаренность, заочкаренность, заболоченность не должны превышать 20-30% общей площади кормового угодья.

Качественное выполнение технологического процесса подсева семян трав в дернину (поверхностное улучшение) на сухих и твердых почвах в степных засушливых зонах Казахстана зависит от правильно выбранной технологической схемы орудия. В первую очередь орудие должно обеспечить требуемые показатели качества выполнения технологического процесса. Показатели качества выполнения технологического процесса подсева семян трав в дернину должны соответствовать следующим требованиям:

- глубина рыхления поверхностного слоя – 5 см, если почвенные условия позволяют, то подсев проводят без предварительного рыхления;
- отклонение от заданной глубины обработки не должно превышать $\pm 10\%$;
- глубина посева: мелкие семена бобовых трав заделываются на глубину 2-3 см, крупные 4-5 см, злаковые на глубину 3-5 см;
- норма высева при сплошном подсеве (донник, житняк, пырей, кострец) – 10-12 кг/га, люцерна 8-10 кг/га, эспарцет – 40 кг/га;
- отклонение фактической нормы высева семян от заданной допускается не более $\pm 3\%$;
- повреждение растений (культурных трав) не должно превышать 10 %.
- почвенные фракции при подсеве должны быть размером не более 25 мм, а их количество должно быть не менее 80% (эти требования не относятся к сеялкам прямого посева, с дисковыми или анкерными сошниками).

Эти показатели могут быть достигнуты при твердости почвы не более 2,5 МПа и влажности 12-25%.

Анализ научно-технической и патентной литературы показал, что на сегодняшний день, для подсева семян трав на сенокосах и пастбищах широко применяются сеялки фирмы «Vredo» (Нидерланды), Bettinson DD (Великобритания), Huard SD-300 (Франция), «GrassFarmer» (Австралия), Agriseeder (Россия), PNEUMATICSTAR-STI (Австрия), FRONTIER Drills – CS1360, (США). В таблице 1 представлен сравнительный анализ достоинств и недостатков существующих и используемых в сельскохозяйственном производстве сеялок для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ. Проведенный анализ технологических схем существующих сеялок показал, что все они выполнены по разным технологическим схемам.

Таблица 1 – Сравнительный анализ конструктивных решений технических средств для подсева семян трав в дернину

Марка и страна производитель	Достоинства	Недостатки
«Vredo», Нидерланды	Идеальное для трав междурядье – 7,5 см, в отличие от большинства сеялок, заточенных на сев зерновых с междурядьем 15 см, слишком широким и оставляющим много места для сорняков. Сеялка обеспечивает высокую техническую и технологическую надежность выполнения работ. Прочная конструкция обеспечивают большой срок службы сеялки с меньшим сервисом и обслуживанием	При низкой влажности и высокой твердости почвы не обеспечивает заглубляемость дисков в почву на требуемую глубину. Для выполнения технологического процесса посева необходимо предварительно произвести рыхление поверхностного слоя почвы или увеличить массу сеялки
«MF Metal Fach», Россия	Технологический процесс выполняется качественно, высокая техническая надежность. Можно применять для посева зерновых и травяных культур, травосмесей	При низкой влажности и высокой твердости почвы не обеспечивает заглубляемость дисков в почву на требуемую глубину. Для выполнения технологического процесса посева необходимо предварительно произвести рыхление поверхностного слоя почвы или увеличить массу сеялки
«Aitchison Grassfarmer», Новая Зеландия	Предназначена специально для пастбищ, требующих обновления и восстановления, также подходит для окультуренных почв. Точный механизм системы высева от 1 кг/га и до 350 кг/га. Анкерные сошники устанавливаются на подпружиненной стойке, что позволяет при появлении препятствия на поле избежать их поломки. Высокая технологическая и техническая надежность, даже на каменистых почвах	При низкой влажности и высокой твердости почвы не обеспечивает качественного выполнения технологического процесса по повреждению растений (культурных трав). При низкой энергоемкости недостаточная ширина захвата (1,2-2,7 м), что говорит о низкой производительности при допустимой скорости движения
Agriseeder, Россия	Рама дисковой сеялки разделена на секции по 1 м, на каждой из которых установлен гидравлический цилиндр. Все цилиндры связаны между собой, поэтому давление каждого из них выравнивается в зависимости от профиля обрабатываемого участка. Это улучшает работу автоматического повторения профиля, позволяет точно выдерживать рабочую глубину	Высокая материалоемкость из-за навешенных балластных грузов. Высокая энергоемкость для сеялки с дисковыми сошниками, при ширине захвата (3-4 м) необходимы тракторы мощностью 120-140 л.с.
PNEUMATIC-STAR-STI, Австрия	При определенных почвенных условиях сеялка-борола обеспечивает высокую техническую и технологическую надежность выполнения работ. Прочная рама обеспечивают большой срок службы. Существенная ширина захвата (6 м) и низкая энергоемкость обеспечивают высокую производительность	При низкой влажности и высокой твердости почвы не обеспечивается необходимая глубина рыхления почвы и качественная заделка семян. Для выполнения технологического процесса посева необходимо предварительно произвести рыхление поверхностного слоя почвы
FRONTIER Drills- CS1360 (США)	На почвах с низкой твердостью, качество крошения почвы будет хорошим, из-за того, что задний барабан приводится во вращательное движение за счет цепного привода от переднего барабана. Прикатывающий каток обеспечивает хороший контакт семян с почвой. Обеспечивается высокая техническая и технологическая надежность выполнения работ	При низкой влажности и высокой твердости почвы не обеспечивается необходимая глубина рыхления почвы и качественная заделка семян. Сеялка предназначена для работы в оптимальных почвенных условиях. Принудительное заглубление сеялки (увеличение массы) на твердых и сухих почвах может привести к отказу цепного привода

Проведенный анализ конструкций существующих технических средств для подсева семян трав, представленных в таблице 1 показал, что они имеют надежную конструкцию и качественно выполняют технологический процесс при твердости почвы 1,3-2,0 МПа. При твердости почвы свыше 2,0 МПа не обеспечивается необходимая глубина рыхления почвы и качественная заделка семян. Выполнение технологического процесса на более твердых почвах приводит к увеличению энергоемкости.

Для качественного выполнения технологического процесса на сухих и твердых почвах северного региона РК необходимы рабочие органы, которые обеспечат качественное выполнение технологического процесса при твердости 2,5 МПа.

В таблице 2 представлен сравнительный анализ параметров качества выполнения работ существующими рабочими органами для использования в технологическом процессе заделки семян трав в дернину. Анализ произведен с целью определения показателей качества, обеспечиваемых рабочими органами бороны зубовой БЗСС-1,0, бороны мотыги БМШ, бороны цепной БЗЦ, бороны пружинной и сеялки дисковой.

Таблица 2 – Сравнительный анализ параметров качества выполнения работ существующих рабочих органов

Параметр	Техническое средство				
	Борона зубовая БЗСС-1,0	Борона мотыга БМШ	Борона цепная БЗЦ	Борона пружинная	Сеялка дисковая
	Показатель параметра				
Твердость почвы на глубине 0-10 см, МПа	до 1,4	до 2,5	до 1,1	до 1,6	до 2,0
Влажность почвы, %	13-27	12-25	18-25	13- 27	15-25
Рабочая скорость движения, км/ч	до 15	8-12	9-15	8-12	9-12
Глубина обработки, см	3-8	4-10	4-6	2-9	4-8
Отклонение от заданной глубины, ± см	1,0	1,0	0,9	1,1	1,0
Диаметр комков, не более 25 мм, не менее 80%	80	86	80-85	72-97	–
Гребнистость поверхности, см	4,3	3,0	1,5-2,3	1,6-2,0	не более 1
Сохранение растительности на поверхности поля, %	вычесывает	не менее 70	81-87	не менее 90	100
Энергоемкость, л.с./м	15,0	12,0	7,0	5,3	25

Анализ данных представленных в таблице 2 показал, что качественное выполнение технологического процесса при максимальной твердости почвы 2,5 МПа обеспечивают игольчатые рабочие органы бороны мотыги БМШ, дисковая сеялка – 2,0 МПа, борона цепная БЗЦ – 1,1 МПа, борона зубовая БЗСС-1,0 – 1,4 МПа, борона пружинная – 1,6 МПа. Необходимо уточнить, что максимальная твердость почвы на старовозрастных многолетних травах, на глубине 0-5 см, достигает 2,3 МПа. С учетом максимальной твердости дисковые сеялки, бороны зубовые, цепные и пружинные необходимо использовать после предварительного рыхления поверхностного слоя.

Граница по влажности для всех рабочих органов примерно одинаковая нижняя граница 12-13%, верхняя – 25-27%. У цепной бороны нижняя граница составляет 18%, это говорит о том, что при меньшей влажности рабочий орган не выполняет технологический процесс (не заглубляется в почву на требуемую глубину).

Скоростной режим при выполнении технологического процесса у всех рабочих органов примерно одинаковый – 8-15 км/ч, однако практика показывает, что на сенокосах и пастбищах максимальный скоростной режим МТА не более 8 км/ч, это обусловлено неровностью поверхности участка.

Агротехнические показатели у всех рабочих органов соответствуют требованиям, предъявляемым к процессу, и незначительно отличаются между собой. Зубовая борона по одному показателю «сохранение растительности на поверхности поля» значительно отличается от остальных. Рабочие органы бороны зубовой БЗСС-1,0 не сохраняют растительные остатки на поверхности, а интенсивно их вычесывают. Через определенный период времени их надо очищать по причине того, что технологический процесс не выполняется вообще из-за того, что между рабочими органами (зубьев) набились растительные остатки.

Энергоемкость технологического процесса с использованием рассматриваемых рабочих органов существенно различается от минимального – 5,3 л.с./м (ширины захвата) у бороны пружинной, до 25 л.с./м у сеялки дисковой. Так же высокой энергоемкостью обладает борона зубовая БЗСС-1,0, её показатель 15 л.с./м.

На основании проведенного анализа установлено, что при тяжелых почвенных условиях на подсева семян трав (влажность 12%, твердость 2,3 МПа) выполнение технологического процесса заделки семян в почву сможет обеспечить борона мотыга БМШ. Зубовую борону можно исключить из дальнейшего участия в сравнительной оценке по двум причинам – высокая энергоемкость и вычесывание растительных остатков и как следствие плотное набивание их между рабочими органами (зубьями).

Достаточно низкой энергоемкостью обладают борона цепная БЗЦ и борона пружинная, но при этом у них очень низкие показатели по почвенным условиям, обеспечивающие выполнение технологического процесса (твердость почвы 1,1-1,6 МПа, влажность 18 и 13% соответственно). Для того, чтобы рабочие органы цепной и пружинной борон качественно заделывали семена в почву, поверхностный слой необходимо разрыхлить на глубину до 3-5 см., для этих целей можно использовать рабочие органы бороны мотыги. При этом если использовать расположение рабочих органов в один ряд, а не в два, как на бороне БМШ, можно снизить энергоемкость выполнения работ в два раза с 12 л.с./м до 6 л.с./м.

Таким образом, на основании анализа существующих технических средств для подсева семян трав и рабочих органов для рыхления почвы обоснована конструктивно-технологическая схема широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ (рисунок). Широкозахватный агрегат за один проход выполняет рыхление почвы, посев семян трав и внесение удобрений, заделку семян и удобрений в почву с послепосевным прикатыванием или без прикатывания. На раме агрегата в один ряд установлены игольчатые рабочие органы с углом атаки 10-20 град, за игольчатыми рабочими органами установлены пружинные пальцы в шесть рядов, первые два ряда пальцев – Ø12-14 мм, последующие – 10-12 мм. За пружинными пальцами установлен прикатывающий каток, рисунок 1.

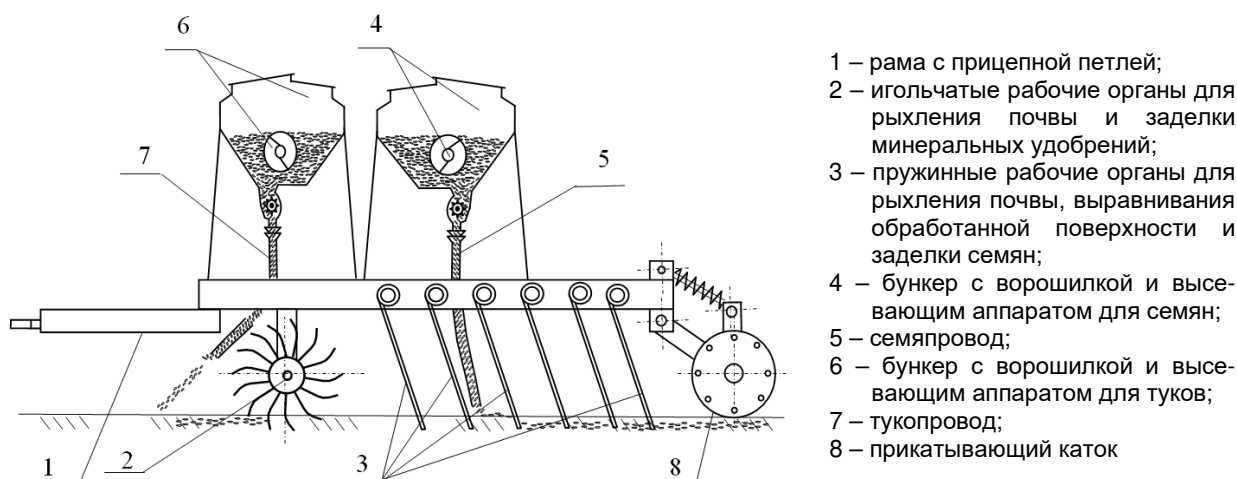


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ

Для уточнения конструктивно-технологической схемы широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ планируется проведение полевых экспериментальных исследований с использованием лабораторно-полевой установки и вариантов рабочих органов.

Обсуждение и заключение

Таким образом, на основании проведенного анализа конструкции существующих машин для подсева семян трав и рабочих органов для рыхления почвы и заделки семян трав в почву установлено, что необходимое качество выполнения технологического процесса заделки семян трав в дернину на максимально возможной скорости движения агрегата обеспечивают пружинные рабочие органы по предварительно разрыхленной почве игольчатыми рабочими органами бороны типа БМШ, после подсева необходимо произвести прикатывание.

Благодарность

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета промышленности Министерства промышленности и строительства Республики Казахстан (проект № BR23992300).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Постоялков, К.Д. Особенности создания и использования культурных пастбищ в степных районах Казахстана [Текст] / К.Д. Постоялков // Кормопроизводство на севере Казахстана: Сб. научн. тр. ВНИИЗХ. – Шортанды. – 1976. – С. 5-25.
2. Pochon A. From temporary to permanent grassland [Text] / A. Pochon // Fourrages. – 2013. – Volume 216. – pp. 269-274.

3. Инжечик, О.Г. Поверхностное улучшение деградированных пастбищ восточного Казахстана [Текст] / О.Г. Инжечик, С.А. Ахмадиева // Science and world. – 2020. – № 6 (82). Vol. I. – С. 36-38. ISSN 2308-4804.
4. Гулуева, Л.Р. Технология улучшения деградированных горных лугов и пастбищ Центрального Кавказа [Текст] / Л.Р. Гулуева // Аграрный вестник Урала. – 2023. – №. 06 (235). – С. 13-22. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-13-22.
5. by Josh S. Davy. Forage seeding in rangelands increases production and prevents weed invasion [Text] / by Josh S. Davy, Katherine Dykier, Tony Turri and Elise Gornish. // California Agriculture. – 2017. – 71(4). – pp. 239-248. DOI: org/10.3733/ca.2017a0025.
6. Omokanye Akim. Forage Production and Economic Performance of Pasture Rejuvenation Methods in Northern Alberta, Canada [Text] / Akim Omokanye, Calvin Yoder, Lekshmi Sreekumar, Liisa Vihvelin & Monika Benoit // Sustainable Agriculture Research; – Vol. 7, – No. 2; – 2018. – pp. 94-110. DOI:10.5539/sar.v7n2p94.
7. Гребенников, В.Г. Эффективность старосеяных сенокосов при их улучшении на каштановых почвах [Текст] / В.Г. Гребенников, И.А. Шипилов, О.В. Хонина // Эффективное животноводство. – №3. – Апрель, 2019. – С. 54-56. DOI: 10.24411/9999-007A-2019-1031.
8. Durunna O.N. Effects of resting perennial pastures during the sensitive pre-dormancy period in western Manitoba: Pasture productivity and beef cattle performance [Text] / O.N. Durunna, V. Baron, S.L. Scott, C. Robins, M. Khakbazan & H.C. Block // Can. J. Anim. Sci., 95. – 2015. – pp. 129-141. DOI: org/10.1139/CJAS-2014-046.
9. Петрович, Н.О. Подсев трав – залог стабильных травостоев [Текст] / Н.О. Петрович // Наше сельское хозяйство. – 2022. – № 7 (279). – С. 44-49.
10. Лазарев, Н.Н. Улучшение сенокосов и пастбищ подсевом бобовых трав в дернину (обзор) [Текст] / Н.Н. Лазарев, С.М. Авдеев, А.Ю. Бойцова, О.В. Кухаренкова, Е.М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2023. – № 7. – С. 3-9. DOI: 10.25685/krm.2023.7.2023.009.
11. Polichshuk Yu.V. Experimental Study of Different Methods of Soil Treatment with the Purpose of Maximum Preservation of Stubble and Pruning of Weeds [Text] / Yu.V. Polichshuk, Yu.V. Binyukov, A.B. Shayakhmetov, T.V. Bedych, N.V. Laptev, A.P. Komarov // FME Transactions. – 2022. – Vol. 50(2). – pp. 382-391. DOI: org/10.5937/fme2201382p.
12. Нукушев, С.О. Обоснование технологии восстановления пастбищ и конструктивно-технологической схемы зернотукотравяной сеялки [Текст] / С.О. Нукушев, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, О.Е. Едилхан // В сборнике: Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. Материалы Международной научно-практической конференции. – Минск. – 2024. – С. 135-137. ID: 75075559.
13. Гребенников, В. Г. Количественные и качественные показатели состояния кормовых угодий зоны сухих степей и пути управления их продуктивностью [Текст] / В.Г. Гребенников, И.А. Шипилов, О.В. Хонина, И.П. Турун // Сельскохозяйственный журнал. – 2018. – Т. 2. – № 11. – С. 6-13.
14. Гулуева, Л.Р. Агрегат для подсева семян трав на склоновые луга и пастбища [Текст] / Л.Р. Гулуева // Горное сельское хозяйство. – 2023. – № 2 (32). – С. 60-65. DOI: 10.25691/ГШ.2023.45.23.011.
15. Martin M. Effects of pre-treatment, renovation procedure and cultivar on the growth of white clover sown into a permanent pasture under both grazing and mowing regimes [Text] / M. Martin // Grass and forage science. – 2000. – Volume 55. – pp. 59-68.
16. Кодиров, К.Г. Подсев пастбищных трав их плотность и ботанический состав при улучшении [Текст] / К.Г. Кодиров, М.С. Норов, Н.Ш. Иброхимов // В сборнике: Органическое сельское хозяйство: от идеи до внедрения. Материалы Международного круглого стола. – Уссурийск. – 2023. – С. 65-71. ID: 54920893.
17. Tisliar E. Sowing of grasses and clover into sod by different sowing machines [Text] / E. Tisliar // Rostlinna vyroba. – 1993. – Volume 39. Issue 4. – pp. 353-362.
18. Федорова, О.А. Анализ технического уровня машин полосного подсева трав в дернину семейства МПТД [Текст] / О.А. Федорова, А.И. Ряднов, А.Х. Текушев, М.Е. Чаплыгин, В.Ю. Ревенко, С.А. Давыдова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 1 (73). – С. 271-283. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-31
19. Davy J.S. Forage seeding in rangelands increases production and prevents weed invasion [Text] / J.S. Davy, K. Dykier, T. Turri & E. Gornish // California Agriculture. – 71(4). – 2018. – pp. 239-248.
20. Altikat S. Effects of various no-till seeders and stubble conditions on sowing performance and seed emergence of common vetch [Text] / S. Altikat, A. Celik, Z. Gozubuyuk // Soil & Tillage research. – 2013. – Volume 126. Issue 3. – pp. 72-77.
21. Комаров, А.П. Методика формирования оптимального комплекса машин для реализации перспективных технологий возделывания сельскохозяйственных культур по системе точного земледелия в северном регионе Республики Казахстан [Текст] / А.П. Комаров, Ю.В. Полищук, Н.В. Лаптев // Многопрофильный научный журнал Костанайского государственного университета

имени Ахмета Байтурсынова «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – Костанай: КГУ имени Ахмета Байтурсынова, 2020. – № 2. – 86-94 с.

REFERENCES:

1. **Postoyalkov K.D. Osobennosti sozdaniya i ispol'zovaniya kul'turny'h pastbishh v stepny'h rajonah Kazakhstana** [Features of the creation and use of cultivated pastures in the steppe regions of Kazakhstan]. *Kormoproizvodstvo na severe Kazakhstana: Sbornik nauchny'h trudov VNIIZH*, Shortandy, 1976, pp. 5-25. (In Russian)
2. **Pochon A. From temporary to permanent grassland**. *Fourrages*, 2013, vol. 216, pp. 269-274.
3. **Inzhechik O.G., Ahmadiyeva S.A. Poverhnostnoe uluchshenie degradirovanny'h pastbishh vostochnogo Kazakhstana** [Surface improvement of degraded pastures in the Eastern Kazakhstan]. *Science and world*, 2020, no. 6 (82), vol. I, pp. 36-38. (In Russian)
4. **Guluyeva L.R. Tehnologiya uluchsheniya degradirovanny'h gorny'h lugov i pastbishh Central'nogo Kavkaza** [Technology for improving degraded mountain meadows and pastures of the Central Caucasus]. *Agrarny'j vestnik Urala*, 2023, no. 06 (235), pp. 13-22. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-13-22. (In Russian)
5. **Josh S. Davy. Forage seeding in rangelands increases production and prevents weed invasion**. *California Agriculture*, 2017, 71(4), pp. 239-248. DOI: org/10.3733/ca.2017a0025.
6. **O. Akim, C. Yoder, L. Sreekumar, L. Vihvelin, M. Benoit. Forage Production and Economic Performance of Pasture Rejuvenation Methods in Northern Alberta, Canada**. *Sustainable Agriculture Research*, vol. 7, no. 2, 2018, pp. 94-110. DOI: 10.5539/sar.v7n2p94.
7. **Grebennikov V.G., Shipilov I.A., Honina O.V. E'ffektivnost' staroseyany'h senokosov pri ih uluchshenii na kashtanovy'h pochvah** [Efficiency of previously sown hayfields when improving chestnut soils]. *E'ffektivnoe zhivotnovodstvo*, 2019, no. 3, pp. 54-56. DOI: 10.24411/9999-007A-2019-1031. (In Russian)
8. **Durunna O.N., Baron V., Scott S.L. et al. Effects of resting perennial pastures during the sensitive pre-dormancy period in western Manitoba: Pasture productivity and beef cattle performance**. *Can. J. Anim. Sci.*, 2015, vol.95, pp. 129-141. DOI: org/10.1139/CJAS-2014-046.
9. **Petrochenko N.O. Podsev trav – zalog stabil'ny'h travostoev** [Grass reseeding is the key to stable grass stands]. *Nashe sel'skoe hozyaystvo*, 2022, no. 7 (279), pp. 44-49. (In Russian)
10. **Lazarev N.N., Avdeev S.M., Bojcova A.Yu., Kuharenkova O.V., Kurenkova E.M. Uluchshenie senokosov i pastbishh podsevom bobovy'h trav v derninu (obzor)** [Improving hayfields and pastures by sowing legumes into the sod (review)]. *Kormoproizvodstvo*, 2023, no. 7, pp. 3-9. DOI: 10.25685/krm.2023.7.2023.009. (In Russian)
11. **Polichshuk Yu.V., Binyukov Yu.V., Shayakhmetov A.B. et al. Experimental Study of Different Methods of Soil Treatment with the Purpose of Maximum Preservation of Stubble and Pruning of Weeds**. *FME Transactions*, 2022, vol. 50(2), pp. 382-391. DOI: org/10.5937/fme2201382p.
12. **Nukeshev S.O., Romanyuk N.N., Agejchik V.A., Edilkhan O.E. Obosnovanie tehnologii vosstanovleniya pastbishh i konstruktivno-tehnologicheskoy shemy' zernotukotravyanoj seyalki** [Justification of the technology of pasture restoration and the structural and technological scheme of a grain-fertilizer-grass seeder]. *Tehnicheskoe i kadrovoe obespechenie innovacionny'h tehnologij v sel'skom hozyajstve, Materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Minsk, 2024, pp. 135-137. ID: 75075559. (In Russian)
13. **Grebennikov V.G., Shipilov I.A., Khonina O.V., Turun I.P. Kolichestvenny'e i kachestvenny'e pokazateli sostoyaniya kormovy'h ugodij zony' suhih stepej i puti upravleniya ih produktivnost'yu** [Quantitative and qualitative indicators of the state of forage lands in the dry steppe zone and ways to manage their productivity]. *Sel'skohozyajstvenny'j zhurnal*, 2018, vol.2, no.11, pp. 6-13. (In Russian)
14. **Gulueva L.R. Agregat dlya podseva semyan trav na sklonovy'e luga i pastbishha** [Implement for reseeding grass seeds on slope meadows and pastures]. *Gornoe sel'skoe hozyajstvo*, 2023, no. 2 (32), pp. 60-65. DOI: 10.25691/ГШ.2023.45.23.011. (In Russian)
15. **Martin M. Effects of pre-treatment, renovation procedure and cultivar on the growth of white clover sown into a permanent pasture under both grazing and mowing regimes**. *Grass and forage science*, 2000, vol. 55, pp. 59-68.
16. **Kodirov K.G. Norov M.S., Ibrohimov N.Sh. Podsev pastbishhny'h trav ih plotnost' i botanicheskij sostav pri uluchshenii** [Reseeding of pasture grasses, their density and botanical composition during improvement]. *Organicheskoe sel'skoe hozyaystvo: ot idej do vnedreniya. Materialy' Mezhdunarodnogo kruglogo stola*, Ussuriysk, 2023, pp. 65-71. ID: 54920893. (In Russian)
17. **Tisliar E. Sowing of grasses and clover into sod by different sowing machines**. *Rostlinna vyroba*, 1993, vol..39, iss. 4, pp. 353-362.
18. **Fedorova O.A., Ryadnov A.I., Tekushev A.Kh. et al. Analiz tehničeskogo urovnya mashin polosnogo podseva trav v derninu semejstva MPTD** [Analysis of the technical level of grass strip seeding machines in the turf of the mptd family]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa, Nauka*

i vy'sshee professional'noe obrazovanie, 2024, no. 1 (73), pp. 271-283. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-31. (In Russian)

19. Davy J.S., Dykier K., Turri T. & Gornish E. **Forage seeding in rangelands increases production and prevents weed invasion.** *California Agriculture*, 2018, 71(4), pp. 239-248.

20. Altikat S., Celik A., Gozubuyuk Z. **Effects of various no-till seeders and stubble conditions on sowing performance and seed emergence of common vetch.** *Soil & Tillage research*, 2013, vol. 126, iss. 3, pp. 72-77.

21. Komarov A.P., Polishhuk Yu.V., Laptev N.V. **Metodika formirovaniya optimal'nogo kompleksa mashin dlya realizacii perspektivny'h tehnologij vozdel'yvaniya sel'skohozyajstvenny'h kul'tur po sisteme tochnogo zemledeliya v severnom regione Respubliki Kazahstan** [Method of forming an optimal complex of machines for the implementation of promising technologies for cultivating of agricultural crops based on system of precision agriculture in the northern region of the Republic of Kazakhstan]. *3i: intellect, idea, innovation*, Kostanay, KGU im. A. Bajtursynova, 2020, no.2, pp. 86-94. (In Russian)

Сведения об авторах:

Полищук Юрий Владимирович – кандидат технических наук, заведующий лабораторией механизации животноводства, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая, 34, тел.: 8(7142)558146, e-mail: y.polishchuk.62@mail.ru.

Бинюков Юрий Викторович – кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая, 34, тел.: 8(7142)558146, e-mail: ybinyukov@list.ru.

Комаров Артем Павлович* – магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая, 34, тел.: 8(7142)558146, e-mail: komarov.artem.pavlovich@mail.ru.

Лаптев Николай Владимирович – магистр сельского хозяйства, научный сотрудник, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая, 34, тел.: 8(7142)558146, e-mail: celinnii@mail.ru.

Полищук Юрий Владимирович – техника ғылымдарының кандидаты, мал шаруашылығын механикаландыру зертханасының меңгерушісі, «Агроинженерия» ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34, тел.: 8(7142)581, e-mail: y.polishchuk.62@mail.ru.

Бинюков Юрий Викторович – техника ғылымдарының кандидаты, директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары, «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34, тел.: 8(7142)558146, e-mail: ybinyukov@list.ru.

Комаров Артем Павлович* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, ғылыми қызметкер, «Агроинженерия» ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34, тел.: 8 (7142) 558146, e-mail: komarov.artem.pavlovich@mail.ru.

Лаптев Николай Владимирович – ауыл шаруашылығы магистрі, ғылыми қызметкер, «Агроинженерия» ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34, тел.: 8 (7142) 558146, e-mail: celinnii@mail.ru.

Polichshuk Yuriy Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory of livestock production engineering, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel: 8(7142)558146, e-mail: y.polishchuk.62@mail.ru.

Binyukov Yuriy Viktorovich – Candidate of Technical Sciences, Deputy Director for Research, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel: 8(7142)558146, e-mail: ybinyukov@list.ru.

Komarov Artyom Pavlovich* – Master of Agricultural Sciences, Researcher, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel: 8(7142)558146, e-mail: komarov.artem.pavlovich@mail.ru.

Laptev Nikolay Vladivirovich – Master of Agriculture, Researcher, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel: 8(7142)558146, e-mail: celinnii@mail.ru.

МРНТИ 68.35.37

УДК 633.854.54(574.2) (045)

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531234>

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ И НАДЗЕМНОЙ МАССЫ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА И УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Тезекбаева А.Е.* – докторант 3 курса кафедры земледелия и растениеводства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Шестакова Н.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Načl J. – PhD, профессор кафедры агробиологии, продовольствия и природных ресурсов, Чешский университет естественных наук в Праге, г. Прага, Чехия.

В статье рассматривается влияние сроков посева и минерального питания на формирование листовой поверхности и надземной массы льна масличного в условиях Северного Казахстана. Цель исследования – определить оптимальные агротехнологические параметры, способствующие повышению фотосинтетического потенциала, биомассы и урожайности культуры. Эксперименты проводились на базе Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции в 2023-2024 гг. В опытах изучались сроки посева (первая и вторая декада мая) и варианты удобрений (контроль, NPKS, NPKS + карбамид) на удобренном (P_{90}) и неудобренном (P_0) фонах.

Установлено, что удобрения повышали урожайность во всех вариантах, независимо от климатических условий. Отмечены положительные корреляции между NDVI и урожайностью ($r=0,80$), а также между накоплением сухого вещества и урожайностью ($r=0,36$). Наибольшая продуктивность отмечена при ранних сроках посева, максимальный сбор семян в 2024 г. составил 13,3 ц/га на P_0 и 16,2 ц/га на P_{90} при применении NPKS + карбамид. В засушливые годы преимущество имел второй срок посева с использованием NPKS.

Применение комплексного питания в сочетании с ранними сроками сева увеличивало урожайность на 7-10%. Полученные результаты целесообразно учитывать при разработке адаптивных технологий возделывания льна в Северном Казахстане.

Ключевые слова: лен масличный, листовая поверхность, надземная масса, NDVI, удобрения.

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ДАЛА АЙМАҒЫНДА МАЙЛЫ ЗЫҒЫРДЫҢ ЖАПЫРАҚ БЕТІ МЕН ЖЕР ҮСТІ МАССАСЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ СЕБУ МЕРЗІМДЕРІ МЕН ТЫҢАЙТҚЫШТАРҒА БАЙЛАНЫСТЫ

Тезекбаева А. Е.* – егіншілік және өсімдік шаруашылығы кафедрасының 3 курс докторанты, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Шестакова Н.А. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент, егіншілік және өсімдік шаруашылығы кафедрасы, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Načl J. – PhD, агробиология, профессора, азық-түлік және табиғи ресурстар кафедрасы, Чехия жаратылыстану ғылымдары университеті, Прага қ., Чехия Республикасы

Мақалада Солтүстік Қазақстан жағдайында майлы зығырдың жапырақ ауданы қалыптасуы мен жер үсті биомассасына егіс мерзімдері мен минералдық қоректенудің әсері қарастырылды. Зерттеудің мақсаты – фотосинтетикалық әлеуетті, биомасса жинақталуын және өнімділікті арттыруға ықпал ететін оңтайлы агротехнологиялық параметрлерді айқындау. Зерттеу 2023-2024 жылдары Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясында жүргізілді. Танаптық тәжірибелерде егіс мерзімдері (мамыр айының бірінші және екінші онкүндігі) және тыңайтқыш нұсқалары (бақылау, NPKS, NPKS + карбамид) фосфорлы (P_{90}) және фосфорсыз (P_0) фондарда зерттелді.

Нәтижесінде, климаттық жағдайларға қарамастан, тыңайтқыштар барлық нұсқаларда өнімділікті арттырды. NDVI индексі мен өнімділік арасында ($r=0,80$), сондай-ақ құрғақ зат жинақталуы мен өнімділік арасында ($r=0,36$) оң корреляциялар анықталды. Ең жоғары өнімділік ерте егіс мерзімдерінде байқалды: 2024 жылы P_0 фонында 13,3 ц/га, P_{90} фонында 16,2 ц/га өнім NPKS + карбамид қолдану арқылы алынды. Қуаңшылық жағдайында екінші егіс мерзімі мен NPKS нұсқасы тиімді болды.

Кешенді қоректендіруді ерте егіспен ұштастыру өнімділікті 7–10%-ға арттырды. Анықталған заңдылықтар Солтүстік Қазақстанда майлы зығыр өсірудің тиімді бейімделген әдістерін жасауға негіз бола алады.

Түйінді сөздер: майлы зығыр, жапырақ ауданы, массасы, NDVI, тыңайтқыштар.

FEATURES OF THE FORMATION OF LEAF SURFACE AND ABOVEGROUND BIOMASS OF LINSEED FLAX DEPENDING ON THE TIMING OF SOWING AND FERTILIZERS IN THE STEPPE ZONE OF THE NORTHERN KAZAKHSTAN

Tezekbayeva A.Y.* – 3d year Doctoral student of the Department of farming and plant growing, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Shestakova N.A. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of farming and plant growing, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Hakl J. – PhD, Professor of the Department of agroecology and crop production, Czech University of Life Science in Prague, Prague, Czech Republic.

The article examines the effect of sowing dates and mineral nutrition on the formation of leaf surface and aboveground biomass of linseed flax under the conditions of the Northern Kazakhstan. The study objective was to determine optimal agrotechnological parameters that enhance the photosynthetic potential, biomass accumulation, and crop productivity. The research was carried out at the North Kazakhstan Agricultural Experimental Station in 2023–2024. Field experiments included sowing dates (first and second ten-day periods of May) and fertilizer treatments (control, NPKS, NPKS + urea) on fertilized (P_{90}) and unfertilized (P_0) backgrounds.

It was found that fertilizers increased yield in all variants regardless of climatic conditions. Positive correlations were observed between NDVI and yield ($r=0.80$), as well as between dry matter accumulation and yield ($r=0.36$). The highest productivity was recorded at early sowing dates; in 2024, the maximum seed yield reached 1.33 t/ha on P_0 and 1.62 t/ha on P_{90} with the application of NPKS + urea. Under drought conditions, the second sowing date combined with NPKS showed an advantage.

The application of complex fertilization together with early sowing increased yields by 7–10%. The identified patterns can be applied in developing adaptive technologies for linseed flax cultivation in the Northern Kazakhstan.

Key words: linseed flax, leaf surface, aboveground biomass, NDVI, fertilizers.

Введение. Лён масличный (*Linum usitatissimum* L.) является одной из важнейших масличных культур, выращиваемых для получения льняного масла, обладающий высокой питательной ценностью, поскольку содержит жир (41%), белок (20%), пищевые волокна (28%), линолевую и омега-3 жирные кислоты [1, с.13-18]. Льняное масло содержит более высокое содержание жирных кислот и благодаря своим быстросохнущим свойствам используется в лакокрасочной промышленности, печатных красках, маслах для нанесения покрытий и мыле [2, с.16-20].

Эффективность возделывания льна во многом зависит от управления процессами роста и развития растений, включая формирование надземной массы и листовой поверхности, которые напрямую влияют на урожайность и качество конечной продукции. Эффективными инструментами оптимизации этих процессов является правильный выбор сроков посева и применение удобрений [3, с. 131-133]. Многими исследованиями доказана отзывчивость льна на внесение удобрений, так в зоне Северного Казахстана при применении мелкой плоскорезной обработки почвы с внесением минеральных удобрений в норме $N_{60}P_{60}K_{30}$ была получена урожайность 0,57 т/га [4, с. 60-69]. Опыты, проведенные в Акмолинской области, показывают, что ранние сроки сева способствуют формированию более полной листовой поверхности культуры нежели поздние [5, с. 259-266]. Листовая поверхность играет ключевую роль в процессе фотосинтеза, влияя на накопление органического вещества и продуктивность растения. Чем больше листовая поверхность, тем выше интенсивность фотосинтетической активности, что способствует лучшему развитию льна и увеличению урожайности семян. Для получения высоких урожаев необходимо создать посеvy оптимальной структуры, наиболее полно поглощающие и использующие солнечную радиацию [6, с. 26-36]. Основными органами поглощения солнечной энергии являются листья. Как при недостаточной, так и при излишне развитой площади листьев наблюдается снижение использования солнечной энергии. Поэтому необходимо создавать посеvy с оптимальной площадью листьев. Это дало основание сделать вывод, что оптимальной структурой обладают те посеvy, в которых площадь листьев быстро возрастает до 40 тыс. м² /га и по возможности долго сохраняется на этом уровне в активном состоянии; в конце вегетации значительно уменьшается или полностью отмирает, отдавая накопленные пластические вещества репродуктивным органам, т. е. хозяйственно ценной части урожая [7, с. 523-525]. Многими исследованиями показано, что урожай биомассы находится в прямой зависимости от площади листьев. Но иметь значительные размеры площади листьев еще недостаточно, нужно, чтобы листовая поверхность формировалась быстро и возможно долго активно функционировала, т.е. фотосинтетический потенциал должен быть высоким.

Надземная масса растений включает в себя стебли, листья и цветоносы. Формирование оптимальной надземной массы и листовой поверхности масличного льна тесно связано с условиями выращивания, включая такие факторы, как погодные условия, состав почвы и агротехнические приёмы, среди которых важное место занимают выбор сроков посева и внесение удобрений.

Цель, задачи. Цель данной работы – изучить влияние сроков посева и удобрений на особенности формирования надземной массы и листовой поверхности льна масличного Кустанайский янтарь для повышения урожайности в условиях степной зоны Северного Казахстана. Для выполнения поставленной цели были намечены следующие **задачи**:

- изучить влияние сроков посева и удобрений на формирование листовой поверхности льна масличного и фотосинтетическую активность;
- проанализировать влияние сроков посева и различных видов удобрений на NDVI и ее связь с урожайностью льна масличного;
- определить влияние удобрений на формирование надземной массы льна масличного.

Материалы и методы. Исследования были осуществлены в 2023-2024 гг в условиях ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция», которое расположено в Аккайынском районе Северо-Казахстанской области. Почвы опытного участка – черноземы карбонатные, суглинистые с содержанием гумуса 4,8%. Почвы отличаются высоким содержанием подвижных элементов питания – калия K_2O (более 680 мг/кг почвы по методу Мачигина), обеспеченность нитратным азотом средняя (по градации Сдобниковой О.В.) – 11 мг/кг, фосфора – средняя (P_2O_5 по Чирикову) – 30,7 мг/кг. С увеличением глубины количество подвижных форм элементов минерального питания снижается. Плотность верхнего слоя 0-20 см почвы – 1-1,1 г/см³ при общей скважности 50-59%.

Метеоусловия 2023 года характеризовались как засушливые, с приходом поздних осадков в августе. В летний период выпало всего 37,4% от среднемноголетней нормы (56,0мм) 66,8%, тогда как температурный режим был выше нормы на 1,6⁰С. Сумма положительных температур за период вегетации составила 2886⁰С (при норме 2521⁰С). В 2024 году сумма осадков за вегетационный период (май – август) составила 237,3 мм, или 114,8% годовой нормы. Следует отметить, что максимум осадков пришелся на июль месяц 113,1 мм, что совпадает с критическим периодом льна по отношению к влаге. В августе выпало также больше осадков (73,8 мм) по сравнению со средними многолетними (50,0 мм), что затянуло период созревания и осложнило уборку. Температурный режим в мае сопровождался не высокими температурами воздуха (8-10 °С) по сравнению со средними многолетними (13-14⁰С), что способствовало затормаживанию периода появления всходов. Повышение температуры воздуха отмечалось в июне и июле – до +22,6 °С, что при достаточной влаге способствовало хорошему росту и дополнительному ветвлению льна масличного. В дальнейшем температура находилась на уровне средних многолетних данных. По увлажненности 2024 год характеризовался как благоприятный для роста и развития льна масличного, по гидротермическому коэффициенту Селянинова вегетационный период определяется как «обеспеченно увлажненный» (ГТК=1,4), и даже в некоторых периодах (май и июль) – «избыточно увлажненный» (ГТК=1,87-1,82).

Объектом исследований был среднеспелый сорт льна масличного Кустанайский янтарь. Полевые опыты закладывались в соответствии с методикой полевого опыта по Б.А. Доспехову [8, с. 350]. Площадь делянки 20 м². Повторность трехкратная, два фона: P_{90} (Аммофос – P_2O_5 – 46%, N-10%) и контроль – без удобрений, сроки посева – первая и вторая декады мая, норма высева 6,0 млн. всхожих семян на га. Предшественник – пар, технология подготовки почвы под посев общепринятая для зоны, размещение делянок последовательное (рис.1).

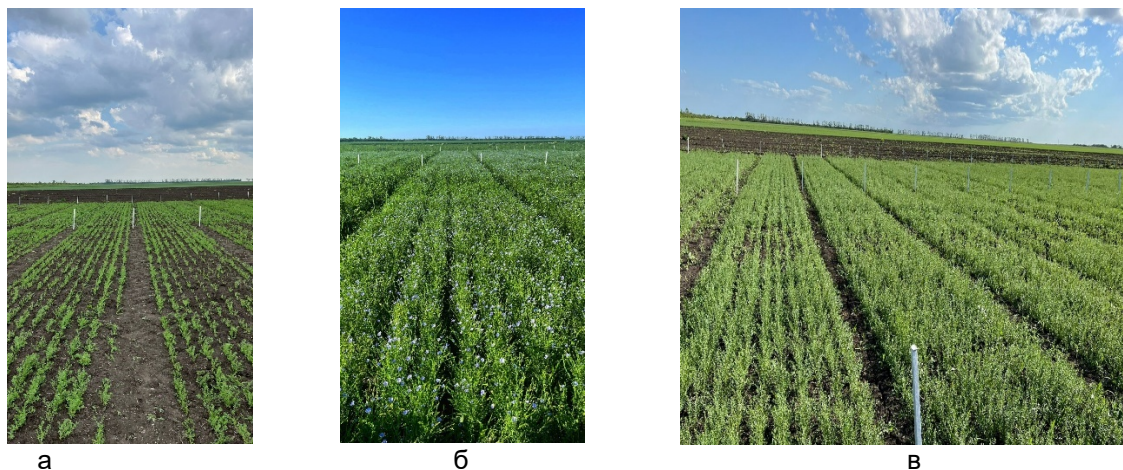


Рисунок 1 – Лен маличный, сорт Кустанайский янтарь
(а – фаза елочки, б – цветение, в – плобообразование)

Сырую и сухую биомассу растений определяли по методике Ничипоровича А. А. (1969) путем взвешивания. После определения высоты сырую массу растений взвешивали на весах, затем высушивали. Наиболее удобно это проводить в термостатах, где в течение первого часа пробы фиксируют при температуре 105 °С. Далее температура снижается до 70 °С. После 3-4 часов сушки биомассу взвешивают, затем пробы держат в термостате еще 6 часов и еще раз взвешивают. Если разница сухой массы проб первого и второго взвешивания не более 3 %, то пробы выдерживают в термостате еще час при температуре 105 °С и после охлаждения в эксикаторе взвешивают последний раз. Если же разница превышает 3 %, то 6-часовой цикл сушки повторяют. Сухой биомассой считают продукт после окончательного взвешивания. Оценка надземной массы производилась по фазам роста развития растений льна: всходы, елочка, бутонизация, цветение и желтая спелость. Листовую поверхность определяли на тех же фазах с помощью прибора CID 203 Leaf Area Meter. Определение индекса NDVI проводилось также на тех же фазах роста растений льна с помощью портативного ручного датчика GreenSeeker.

Фотосинтетический потенциал (ФП) характеризует возможность использования для фотосинтеза солнечной радиации посевами сельскохозяйственных культур в течение вегетации и выражается интегральной площадью листовой поверхности растений (м² /га) в продолжение периода активной работы листьев. Он объединяет два показателя: площадь листьев и время их работы [9, с.173]. Рассчитывают фотосинтетический потенциал по формуле 1:

$$x = \frac{(L_1 + L_2) * T}{2 * 1000}, \quad (1)$$

где, ФП – фотосинтетический потенциал, тыс. м²/(га*дн.);

L₁, L₂ – площадь листьев в начале и конце учетного периода, тыс./м²га;

T – продолжительность периода между четами, дн.;

1000 – коэффициент перевода

Фотосинтетический потенциал является обобщающим показателем, характеризующим эффективность действия всех приемов технологии возделывания сельскохозяйственной культуры. Чтобы перейти к определению возможного урожая при определенном ФП, необходимо знать чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). ЧПФ – количество абсолютно сухого вещества, синтезируемого 1 м² листовой поверхности за сутки [9, с.173]. Чистую продуктивность фотосинтеза определяют по формуле 2:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{(1/2(L_1 + L_2)) * T}, \quad (2)$$

где, ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза, г*м²/сут.;

B₁, B₂ – абсолютно сухая масса в начале и в конце учетного периода, г;

Уравнение расчета вегетативного индекса NDVI подразумевает использование отражательной способности растений: видимой красной зоны спектра (0,62–0,75 мкм) и ближней инфракрасной зоны (0,75–1,3 мкм). При этом, если участок 0,62–0,75 мкм – зона максимального поглощения солнечной радиации хлорофиллом, то на участке 0,75– 1,3 мкм происходит наибольшее отражение солнечной энергии клеточной структурой листовой поверхности растений. Именно отношение этих двух показателей позволяет не только идентифицировать те или иные объекты по принадлежности их к растительному покрову, но и характеризовать стадию вегетативного процесса. Соответственно, нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI) рассчитывали по формуле 3 [10, С. 224-234]:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}, \quad (3)$$

где NIR, RED – отражение растительного покрова соответственно в ближней инфракрасной и красной областях электромагнитного спектра.

Статистическую обработку результатов проводили в программной среде Microsoft Excel.

Результаты и обсуждения. Известно, что физиологические процессы образования органического вещества сельскохозяйственными культурами и особенности формирования урожая во многом определяются ассимиляционной поверхностью растений. Листовому аппарату принадлежит основная роль в образовании органического вещества растений. При этом важнейшим критерием оценки фотосинтетической деятельности растений льна масличного является площадь листьев, отображающая размеры фотосинтетического аппарата льна [11, С. 40-43].

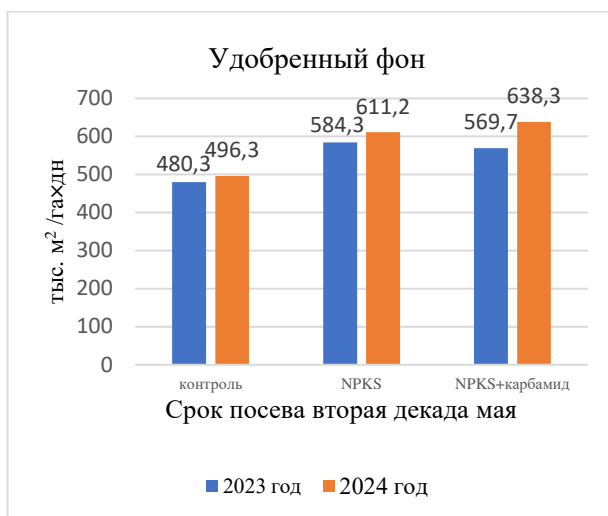
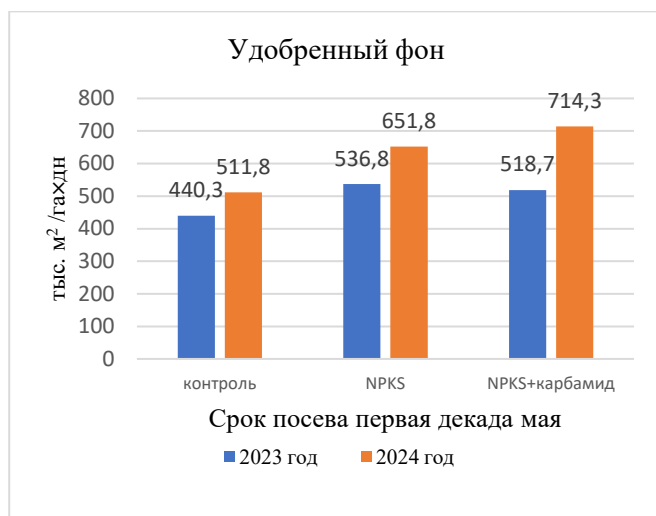
Нашими исследованиями установлено, что формирование листовой поверхности растений льна масличного динамично возрастало на протяжении всего периода роста и развития растений. В начале вегетации на первых этапах роста и развития растений в фазу 3-4 настоящих листьев листовая пластинка льна недостаточно развита. В этом случае в начале вегетации ИЛП был минимальным. Начиная с фазы 8-10 настоящих листьев, этот показатель заметно возрастал, и общая листовая площадь достигала 1800-2800 м² /га. Значительное увеличение листовой площади льна масличного в абсолютных показателях установлено во второй половине вегетации в период цветения-плодообразования. В этом случае в среднем на фоне минеральных удобрений листовая поверхность за данный

период увеличилась до 6000-7000 м²/га. К периоду прекращения вегетации (фаза спелости) прирост ассимилирующей поверхности листьев уменьшался. При внесении удобрений следует выделить синергетическое взаимодействие элементов при условии достаточного увлажнения. Максимальная площадь листьев получена при совместном применении удобрений NPKS+карбамид в первую очередь на первом сроке посева на удобренном фоне (таблица 1).

Таблица 1 – Листовая поверхность льна масличного в зависимости от элементов питания и сроков посева, среднее за 2023-2024 гг., тыс. м²/га

Вариант			Фазы взятия проб			
фон	срок посева	вид удобрения	всходы	елочка	цветение	созревание
Р ₀	10.05	контроль	0,60	2,19	5,63	3,13
		NPKS	0,68	2,41	6,33	5,01
		NPKS+карбамид	0,73	2,61	6,63	4,34
	20.05	контроль	0,53	1,93	4,78	2,37
		NPKS	0,64	2,27	5,41	4,07
		NPKS+карбамид	0,73	2,24	5,54	3,71
Р ₉₀	10.05	контроль	0,61	2,21	4,86	3,89
		NPKS	0,69	2,50	6,87	4,43
		NPKS+карбамид	0,76	2,47	7,26	4,59
	20.05	контроль	0,62	1,84	5,24	3,98
		NPKS	0,77	2,61	6,85	4,64
		NPKS+карбамид	0,85	2,82	7,61	4,16

Несомненно, основным условием высокой продуктивности растений является хорошо развитый фотосинтетический аппарат, способный создавать большое количество органического вещества. Однако, интегральным показателем изменений величины ассимиляционной поверхности и продолжительности ее работы служит фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза, отражающие, как правило, тесную прямую зависимость с урожайностью биомассы [12, с. 24-26]. В 2023 году фотосинтетический потенциал льна масличного был выше на втором сроке посева, максимум составил 584,3 тыс. м²/га×дн на варианте с применением NPKS на удобренном фоне. В целом из-за сухого лета 2023 года разница между вариантами не большая, однако превышает контроль на обоих фонах. В 2024 году наибольший фотосинтетический потенциал был на вариантах с комплексным внесением удобрений NPKS+карбамид максимальные значения которого был на первом сроке посева 714 тыс. м²/га×дн на удобренном фоне и 678,2 тыс. м²/га×дн на неудобренном. Показатели первого срока посева немного превышают второй, это связано с благоприятным температурным режимом и хорошими условиями влагообеспеченности в начальный и критические периоды, что способствовало формированию листового аппарата растений льна (рис.2).



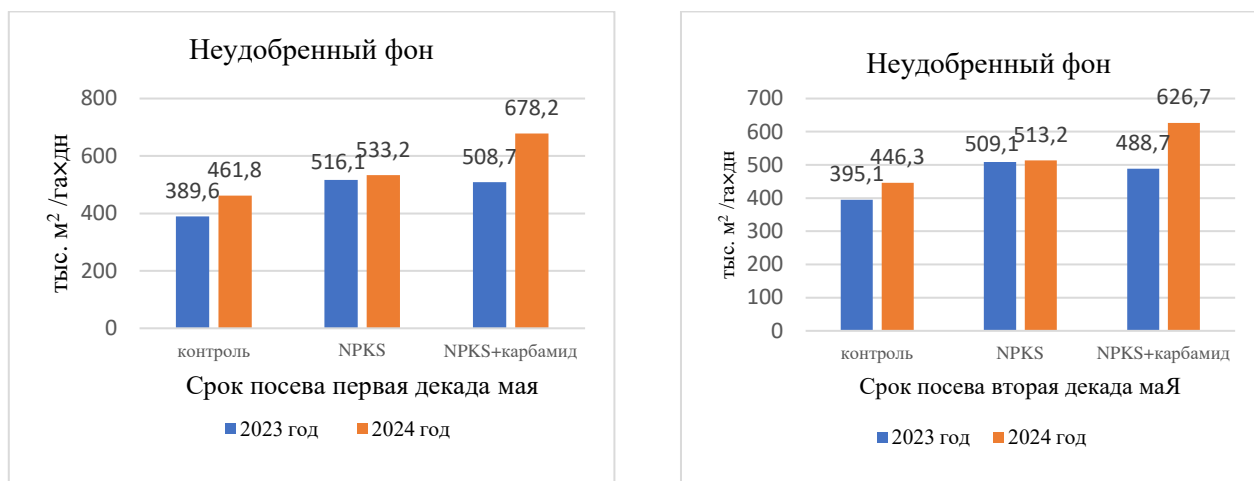


Рисунок 2 – Фотосинтетический потенциал льна масличного Кустанайский январь в зависимости от питания и сроков посева 2023-2024 гг., тыс. м²/га×дн

При формировании оптимальной площади листьев и при достаточном их освещении чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) повышается. В наших исследованиях максимальные значения ЧПФ были в период от бутонизации до цветения. В фазу цветения он составил в 3,41-3,54 г/м² сутки. ЧПФ в вариантах с применением удобрений была выше, по сравнению с контролем, на 0,6–1,2 г/м² лист. пов. в сутки за период максимального нарастания надземной биомассы (рис. 3).

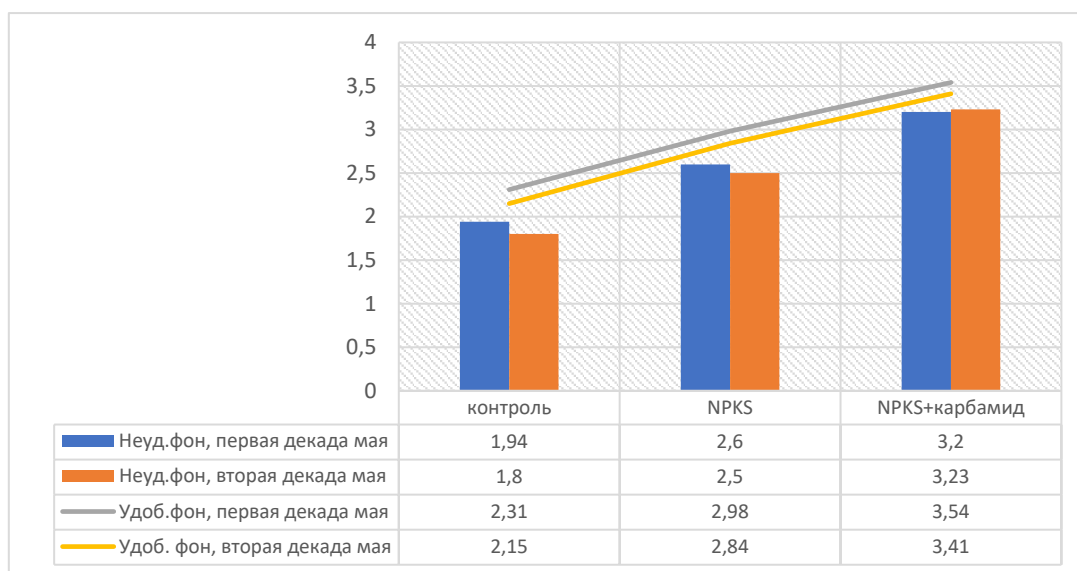


Рисунок 3 – Чистая продуктивность фотосинтеза льна масличного Кустанайский январь в зависимости от питания и сроков посева, г/м² сутки

Результаты исследования Papadopoulos G., Kakabouki I. и др. подчеркивают влияние стратегий внесения удобрений на агрономические характеристики льна. Так в их исследованиях значения NDVI, полученные с помощью мультиспектральной визуализации с помощью беспилотного летательного аппарата, являются надежным показателем продуктивности льна, особенно на ранних стадиях роста. В частности, применение удобрений привело к значительному повышению NDVI до 90%, что свидетельствует об усилении вегетативного развития по сравнению с контрольными вариантами. Эта корреляция между значениями NDVI и агрономическими признаками была наиболее выражена в течение начальных 90 дней, что указывает на этот период является критическим для оценки влияния внесения удобрений на урожайность льна [13, С. 71-75]. Аналогичная ситуация в наших исследованиях, индекс NDVI возрастал начиная с фазы елочки достигая максимального значения в период цветения. Максимальный индекс был в фазу цветения и начало плодообразования. Коэффициент корреляции между индексом NDVI и урожайностью в нашем опыте составил $r = 0,80$, что доказывает тесную прямую зависимость этих показателей друг от друга (таблица 2).

Таблица 2 – Численные значения урожайности льна масличного и максимумов индекса NDVI

Вариант			NDVI	Урожайность, ц/га
фон	срок посева	вид удобрения		
P ₀	10.05	контроль	0,58	9,6
		NPKS	0,63	11,8
		NPKS+карбамид	0,70	13,3
	20.05	контроль	0,60	9,3
		NPKS	0,72	11,7
		NPKS+карбамид	0,81	12,5
НСР (0,5)			0,032	0,53
P ₉₀	10.05	контроль	0,66	12,3
		NPKS	0,72	13,6
		NPKS+карбамид	0,79	16,2
	20.05	контроль	0,60	12,1
		NPKS	0,80	14,1
		NPKS+карбамид	0,81	15,3
НСР (0,5)			0,034	0,37
Коэффициент корреляции (r)			0,80	

Динамика накопления органического вещества является важным критерием продукционного процесса сельскохозяйственных культур, в частности, и льна масличного. Исследования показали, что накопление общей биомассы растений льна происходило неравномерно в течение всего периода вегетации. Установлено, что от появления всходов до прекращения вегетации темпы накопления общей биомассы растения возрастали, но неравномерно. Наиболее низкие темпы накопления органического вещества отмечены в период от 3-4 до 5-6 настоящих листьев, когда накопление биомассы составило всего лишь 8,0-12,5 % от ее максимального количества в фазу прекращения вегетации. Однако наиболее существенное увеличение органической биомассы отмечено в период от начала цветения (первая декада июля) до желтой спелости (конец августа начало сентября). За этот период на фоне минеральных удобрений общая биомасса возросла на 130,5-180,8 % и ее количество составило 31,1-40,0 % от ее максимального количества в фазу прекращения вегетации (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика накопления сухого вещества в зависимости от элементов питания и сроков посева, среднее за 2023-2024 гг., кг/га

Вариант			Фазы взятия проб			
фон	срок посева	вид удобрения	всходы	елочка	цветение	созревание
P ₀	10.05	контроль	186,7	962,3	1411,2	2884,2
		NPKS	249,5	1141,4	2129,6	4714,6
		NPKS+карбамид	244,1	1152,6	2260,8	4687,7
	20.05	контроль	269,1	883,2	2153,3	2479,3
		NPKS	344,4	1112,1	2819,2	3483,8
		NPKS+карбамид	351,7	1124,5	2935,6	3772,2
P ₉₀	10.05	контроль	253,9	982,3	1941,6	4139,5
		NPKS	371,2	1620,8	2927,7	5609,3
		NPKS+карбамид	395,8	1348,5	3108,1	5912,8
	20.05	контроль	304,9	1031,3	2536,3	3275,1
		NPKS	422,9	1407,9	4407,1	5621,9
		NPKS+карбамид	453,1	1330,8	5629,4	6911,7

Таким образом, образование органического вещества в растениях льна протекало неравномерно. Установлено, что до фазы спелости темпы накопления биомассы возрастали, особенно в период от фазы цветения до желтой спелости. В последующие периоды созревания темпы накопления общей биомассы снижались. Следует отметить, что наиболее высокие темпы накопления биомассы отмечены в вариантах с применением комбинации NPKS+карбамид, особенно на удобренном фоне по сравнению с контролем.

Результаты текущего исследования показали, что внесение минеральных удобрений перед посевом значительно улучшило физиологические свойства растений льна масличного. Это может быть связано с важной ролью азота в синтезе хлорофилла, который стимулирует структуру растений, улучшает функции хлоропластов и увеличивает скорость фотосинтеза [14, С. 401-413]. Кроме того, основное внесение фосфорных удобрений также повышает содержание хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и хлорофилла *a+b* в листьях масличного льна, а также на ранних стадиях способствует развитию более

мощной корневой системы, а для льна масличного, имеющего стержневую корневую систему это очень важно [15, С. 128-134].

Результаты Zhengjun Cui, Bin Yan и др. подтвердили наше исследование, и показали, что внесение фосфора способствовало увеличению сухого вещества растений льна и повышению эффективности перераспределения фосфора из вегетативных тканей в семена, а также увеличению урожайности [16, С. 187-193]. В заключение можно отметить, что результаты исследования показали значительное влияние сроков посева и применения удобрений на формирование листовой поверхности и надземной массы льна масличного в условиях степной зоны Северного Казахстана. Оптимальные сроки посева и грамотное использование удобрений способствуют улучшению структуры растения, увеличению площади листовой поверхности и массы надземных органов. Это, в свою очередь, способствует повышению урожайности.

Заключение. Таким образом, в ходе исследования установлено, что внесение изучаемых удобрений способствовало повышению значений площади листьев, накопления сухого вещества и фотосинтетического потенциала растений льна при максимальных значениях на варианте «NPKS+карбамид». В среднем по факторам внесение удобрений вело к статистически значимому увеличению урожайности льна масличного как на первом, так и на втором сроке посева. Использование изучаемых удобрений вызвало увеличение урожайности при наибольших значениях при применении NPKS+карбамид с основным внесением фосфорных удобрений с осени. Влияние фосфорных и азотных удобрений на формирование листовой поверхности и надземной массы льна масличного имеет различную природу. Фосфорные удобрения способствуют улучшению корневой системы, ускоряют процессы цветения и формирования плодов, что особенно важно для получения высокого урожая семян льна. Азотные удобрения, в свою очередь, значительно активируют вегетативный рост растения, увеличивая массу листьев и стеблей. Однако избыточное количество азота в условиях недостаточной влаги может привести к угнетению роста и развитию растения. Следует подчеркнуть, что эффективность применения удобрений для льна в условиях степной зоны Северного Казахстана во многом зависит от уровня влагообеспеченности почвы. В условиях ограниченного увлажнения особенно важно учитывать, что недостаток влаги может снижать эффективность удобрений, особенно в более засушливые годы. В то же время, правильное сочетание удобрений, ориентированное на конкретные условия, позволяет значительно улучшить агротехнические показатели.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Arslanoglu Ş.F., Sert S., Şahin H.A., Aytac S., El Sabagh A. Yield and yield criteria of flax fiber (*Linum usitatissimum* L.) as influenced by different plant densities [Текст] // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, no. 8. – 4710 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14084710>.
2. Hubmann M., von Gunten K., Alessi D.S., Curtis J.M. Epoxidized linseed lipids as a durable and fast-curing alternative to drying oils [Текст] // Progress in Organic Coatings. – 2021. – Vol. 159. – pp. 106-406. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2021.106406>.
3. Кошкин Е.И., Гусейнов Г.Г. Экологическая физиология сельскохозяйственных культур [Текст]: учебное пособие. – М.: Проспект, 2020. – 350 с.
4. Соловьев О.Ю., Швидченко В.К. Влияние различных форм минеральных удобрений на накопление сухого вещества и урожайность льна в условиях Северного Казахстана [Текст] // Herald of science of S. Seifullin Kazakh agrotechnical university: Multidisciplinary. – 2023. – №. 3 (118). – С. 60-69.
5. Колосовская Р. В., Черкашина Е. В. Тенденции развития возделывание льна в Акмолинской области [Текст] // Московский экономический журнал. – 2022. – №. 5. – С. 259-266.
6. Филин В.И. Программирование урожая: от идеи к теории и технологиям возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – No. 3(35). – С. 26-36.
7. Прудников А.Д., Кучумов А.В., Рыбченко Т.И., Романова И.Н., Прудникова А.Г., Глушаков С.Н. Потенциал льняного поля [Текст]. – 2018.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта [Текст]. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
9. Кошкарлова Т.С. Продуктивность адаптированных сортов сои различных групп спелости на каштановых почвах Нижнего Поволжья [Текст]. – 2019. – 173 с.
10. Huete A., Justice C., Liu H. Vegetation and soil lines in visible spectral space: A concept and technique for remote estimation of vegetation fraction [Текст] // Remote Sensing of Environment. – 2024. – Vol. 49. – P. 224-234.
11. Гореева В.Н., и др. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность льна масличного ВНИИМК 620 при разных способах посева и нормах высева [Текст] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, no. 1. – С. 40-43.
12. Чапцев А.Н. Фотосинтетический потенциал, урожай и качество зерна сортов озимой твердой пшеницы [Текст] // Аграрный вестник Урала. – 2010. – No. 11-1(77). – С. 24-26.

13. Papadopoulos G., Stavropoulos P., Roussis I., Mavroeidis A., Vatougios D., Kakabouki I. Integrating UAV multispectral indices (NDVI) with yield data for optimizing flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivation [Текст] // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Horticulture. – 2023. – P. 71-75. DOI: <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:2023.0022>.
14. Rout J.R., Behera S.L., Keshari N. Effect of iron stress on *Withania somnifera* L.: Antioxidant enzyme response and nutrient elemental uptake of in vitro grown plants [Текст] // Ecotoxicology. – 2015. – Vol. 24. – P. 401-413. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-014-1389-1>.
15. Yang T., Xie Y.-P., Niu J.-Y. Effect of meat protein biological organic fertilizer on dry matter accumulation, seed yield and quality of oilseed flax [Текст] // Agricultural Research in Arid Areas. – 2017. – Vol. 35. – P. 128-134. DOI: <https://doi.org/10.7606/j.issn.1000-7601.2017.01.20>.
16. Zhao B., Gao Y., Yan B., Cui Z. Varied previous crops on improving oilseed flax productivity in semiarid Loess Plateau in China [Текст] // Oil Crop Science. – 2020. – Vol. 5, no. 4. – P. 187-193. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2020.12.002>.

REFERENCES:

1. Arslanoglu Ş.F., Sert S., Şahin H.A., Aytaç S., El Sabagh A. Yield and yield criteria of flax fiber (*Linum usitatissimum* L.) as influenced by different plant densities. *Sustainability*, 2022, vol. 14, no. 8, 4710 p.. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14084710>.
2. Hubmann M., von Gunten K., Alessi D.S., Curtis J.M. Epoxidized linseed lipids as a durable and fast-curing alternative to drying oils. *Progress in Organic Coatings*, 2021, vol. 159, pp. 106-406. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2021.106406>.
3. Koshkin E.I., Guseinov G.G. E'kologicheskaya fiziologiya sel'skohozyajstvenny'x kul'tur [Ecological physiology of agricultural crops]. Moscow, Prospekt, 2020. (In Russian)
4. Solovov O.Yu., Shvidchenko V.K. Vliyanie razlichny'h form mineral'ny'h udobrenij na nakoplenie suhogo veshhestva i urozhajnost' l'na v usloviyah Severnogo Kazakhstana [Influence of various forms of mineral fertilizers on the accumulation of dry matter and yield of flax under the conditions of the Northern Kazakhstan]. *Herald of science of S. Seifullin Kazakh agrotechnical university: Multidisciplinary*, 2023, no. 3 (118), pp. 60-69. (In Russian)
5. Kolosovskaya R. V., Cherkashina E. V. Tendencii razvitiya vozdelnyvanie l'na v akmolinskoj oblasti [Trends in the development of flax cultivation in the Akmola region]. *Moskovskij e'konomicheskij zhurnal*, 2022, no. 5, pp. 259-266. (In Russian)
6. Filin V.I. Programmirovaniye urozhaya: ot idej k teorii i tehnologiyam vozdelnyvaniya sel'skohozyajstvenny'h kul'tur [Programming of crop yield: from idea to theory and technologies of cultivation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy'sshee professional'noe obrazovanie*, 2014, no. 3(35), pp. 26-36. (In Russian)
7. Prudnikov A.D., Kuchumov A.V., Rybchenko T.I. et al. Potencial l'nyanogo polya [The potential of a flax field]. 2018. (In Russian)
8. Dospehov B.A. Metodika polevogo opy'ta [Experimental methodology]. Moscow, Kolos, 1985, 416 p. (In Russian)
9. Koshkarova T.S. Produktivnost' adaptirovanny'h sortov soi razlichny'h grupp spelosti na kashtanovy'h pochvah Nizhnego Povolzh'ya [Productivity of adapted soybean varieties of different maturity groups on chestnut soils of the Lower Volga region]. 2019, 173 p. (In Russian)
10. Huete A., Justice C., Liu H. Vegetation and soil lines in visible spectral space: A concept and technique for remote estimation of vegetation fraction. *Remote Sensing of Environment*, 2024, vol. 49, pp. 224-234.
11. Goreeva V.N., et al. Produktivnost' i fotosinteticheskaya deyatel'nost' l'na maslichnogo VNIIMK 620 pri razny'h sposobah poseva i normah vy'seva [Productivity and photosynthetic activity of linseed flax VNIIMK 620 under different sowing methods and seeding rates]. *Dostizheniya nauki i tehniki APK*, 2016, vol. 30, no. 1, pp. 40-43. (In Russian)
12. Chapcev A.N. Fotosinteticheskij potencial, urozhaj i kachestvo zerna sortov ozimoy tverdoj pshenicy' [Photosynthetic potential, yield and grain quality of winter durum wheat varieties]. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2010, no. 11-1(77), pp. 24-26. (In Russian)
13. Papadopoulos G., Stavropoulos P., Roussis I., Mavroeidis A., Vatougios D., Kakabouki I. Integrating UAV multispectral indices (NDVI) with yield data for optimizing flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivation. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Horticulture*, 2023, pp. 71-75. DOI: <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:2023.0022>.
14. Rout J.R., Behera S.L., Keshari N. Effect of iron stress on *Withania somnifera* L.: Antioxidant enzyme response and nutrient elemental uptake of in vitro grown plants. *Ecotoxicology*, 2015, vol. 24, pp. 401-413. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-014-1389-1>.
15. Yang T., Xie Y.-P., Niu J.-Y. Effect of meat protein biological organic fertilizer on dry matter accumulation, seed yield and quality of oilseed flax. *Agricultural Research in Arid Areas*, 2017, vol. 35, pp. 128-134. DOI: <https://doi.org/10.7606/j.issn.1000-7601.2017.01.20>.

16. Zhao B., Gao Y., Yan B., Cui Z. Varied previous crops on improving oilseed flax productivity in semiarid Loess Plateau in China. *Oil Crop Science*, 2020, vol. 5, no. 4, pp. 187-193. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2020.12.002>.

Сведения об авторах:

Тезекбаева Айнаш Ерболовна* – докторант 3 курса кафедры земледелия и растениеводства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Керей и Жанибек хандар 14Б, тел.: 87478223867, e-mail: ainash_25.08@mail.ru.

Шестакова Нина Адамовна – доцент кафедры земледелия и растениеводства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Сарыарка 38, тел.: 87015379224, e-mail: ninakul23@mail.ru.

Хакл Йозеф – PhD, профессор кафедры агробиологии, продовольствия и природных ресурсов, Чешский университет естественных наук в Праге, Чехия, 22500, г. Прага, ул. Камычка 129, 165 21, тел.: +420224382776, e-mail: hakl@af.czu.cz.

Тезекбаева Айнаш Ерболовна* – егіншілік және өсімдік шаруашылығы кафедрасының 3 курс докторанты, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Керей және Жәнібек хандар көш., 14Б, тел.: 87478223867, e-mail: ainash_25.08@mail.ru.

Шестакова Нина Адамовна – доцент, егіншілік және өсімдік шаруашылығы кафедрасы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ. Сарыарқа көш., 38, тел.: 87015379224, e-mail: ninakul23@mail.ru.

Хакл Йозеф. – PhD, профессор, агробиология, азық-түлік және табиғи ресурстар кафедрасы, Прагадағы Чех жаратылыстану ғылымдары университеті, Чехия Республикасы, 22500, Прага қ. Камычка көш 129, 165 21 тел.: +420224382776, e-mail: hakl@af.czu.cz.

Tezekbayeva Ainash Yerbolovna* – 3rd year Doctoral student of the Department of farming and plant growing, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, Astana, 14B Kerey and Zhanibek Khandar Str., tel.: 87478223867, e-mail: ainash_25.08@mail.ru.

Shestakova Nina Adamovna – Associate Professor of the Department of farming and plant growing, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, Astana, 38 Saryarka Str., tel.: 87015379224, e-mail: ninakul23@mail.ru.

Hakl Josef – PhD, Department of agroecology and crop production, Czech University of Life Science in Prague, Czech Republic, 22500, Prague Kamýcká 129, 165 21 Praha Suchdol, tel.: +420224382776, e-mail: hakl@af.czu.cz.

МРНТИ 68.33.01:68.35.47

УДК 631.421.1:

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531243>

АГРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ НА ФОНЕ ДЕГРАДАЦИИ ПАСТИЩ

Токушева А.С.* – PhD, старший преподаватель кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Нугманов А.Б. – кандидат сельскохозяйственных наук, декан факультета сельскохозяйственных наук, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Калимов Н.Е. – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Проблема деградации почв представляет собой актуальную угрозу для многих других стран мира. К основным факторам, приводящим к деградации почв, относятся снижение содержания гумуса, приводящее к уменьшению почвенного плодородия, а также воздействие водной и ветровой эрозии и деградация растительного покрова пастбищных экосистем.

В представленной статье изложены результаты исследований, направленных на оценку агрохимического состояния почвы, включая содержание гумуса, азота, фосфора и калия (NPK). Объектом исследования выступал полевой опытный участок, расположенный в условиях Костанайского района, на базе ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное». В работе подробно описана методика проведения полевых исследований, а также приведены метеорологические данные по температуре воздуха и количеству осадков за 2023 и 2024 годы. Климат Костанайского

региона характеризуется как резко континентальный, с холодной зимой и жарким, засушливым летом. В рамках исследования был осуществлён агрохимический отбор почвенных образцов с последующим лабораторным анализом на содержание гумуса и основных показателей (NPK).

На основании полученных результатов сделан вывод о целесообразности использования травосмесей на основе злаковых и бобовых культур, обладающих высокой питательной ценностью и адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона, что способствует улучшению агрохимических свойств пастбищных почв.

Ключевые слова: погодные условия, пастбищное угодье, гумус, азот, фосфор, калий, кормовые травы.

ЖАЙЫЛЫМДАРДЫҢ ДЕГРАДАЦИЯСЫ АЯСЫНДА ТОПЫРАҚТЫҢ АГРОХИМИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ

Токушева А.С.* – PhD, агрономия кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Нугманов А.Б. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ауыл шаруашылығы ғылым факультетінің деканы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Калимов Н.Е. – ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Агрономия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Топырақтың деградациясы мәселесі әлемнің көптеген елдері үшін маңызды қауіп-қатердің бірі. Топырақтың деградациясына әкелетін негізгі факторларға топырақ құнарлылығының төмендеуіне әкелетін гумустың төмендеуі, сондай-ақ су мен жел эрозиясының әсері және жайылымдық экожүйелердің өсімдік жамылғысының деградациясы жатады.

Ұсынылған мақалада гумустың, азоттың, фосфордың және калийдің (NPK) құрамын қоса алғанда, топырақтың агрохимиялық жағдайын бағалауға бағытталған зерттеу нәтижелері көрсетілген. Зерттеу нысаны "Заречное "Ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы" ЖШС базасында Қостанай ауданы жағдайында орналасқан далалық тәжірибе учаскесі болды. Жұмыста далалық зерттеулер жүргізу әдістемесі егжей-тегжейлі сипатталған, сондай-ақ 2023 және 2024 жылдардағы ауа температурасы мен жауын-шашын мөлшері туралы метеорологиялық мәліметтер келтірілген. Қостанай аймағының климаты күрт континенталды, қысы суық және жазы ыстық, құрғақ. Зерттеу барысында топырақ үлгілерін агрохимиялық іріктеу, содан кейін гумустың құрамы мен негізгі көрсеткіштеріне (NPK) зертханалық талдау жүргізілді.

Алынған нәтижелер негізінде жоғары қоректік құндылығы бар және өңірдің топырақ-климаттық жағдайларына бейімделген дәнді және бұршақты дақылдар негізінде шөп қоспаларын пайдаланудың орындылығы туралы қорытынды жасалды, бұл жайылымдық топырақтың агрохимиялық қасиеттерін жақсартуға ықпал етеді.

Түйінді сөздер: ауа райы жағдайлары, жайылымдық жерлер, гумус, азот, фосфор, калий, жемшөп шөптері.

AGROCHEMICAL STATE OF SOILS AFFECTED BY PASTURE DEGRADATION

Tokusheva A.S.* – PhD, Senior Lecturer of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Nugmanov A.B. – Candidate of Agricultural Sciences, Dean of the Faculty of agricultural sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Kalimov N.Y. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate professor of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly, Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The problem of soil degradation is an urgent threat for many other countries of the world. The main factors leading to soil degradation include a decrease in humus content, leading to a decrease in soil fertility, as well as the effects of water and wind erosion and the degradation of vegetation cover of pasture ecosystems.

This article presents the results of studies aimed at assessing the agrochemical state of the soil, including the content of humus, nitrogen, phosphorus and potassium (NPK). The object of the study was a field experimental site located in the Kostanay region, on the basis of the Agricultural Experimental Station "Zarechnoye" LLP. The paper describes in detail the methodology for conducting field research, as well as meteorological data on air temperature and precipitation for 2023 and 2024. The climate of the Kostanay region is characterized as sharply continental, with cold winters and hot, arid summers. As part of the study, agrochemical sampling of soil samples was carried out, followed by laboratory analysis for the content of humus and basic parameters (NPK).

Based on the results obtained, it is advisable to use herbage mixture of cereals and legumes with high nutritional value and adapted to the soil and climatic conditions of the region, which contributes to improving the agrochemical properties of pasture soils.

Key words: weather conditions, pasture land, humus, nitrogen, phosphorus, potassium, forage grasses.

Введение. Деградация почвы является экологической проблемой не только в Казахстане, но и во многих странах мира. Основными причинами деградации почв является снижение содержания гумуса, которое влияет на плодородие почвы, ветровая и водная эрозия почвы, ухудшение состояния растительного покрова на пастбищах [1].

Пастбища в Казахстане являются основной базой обеспечения полноценными кормами для сельскохозяйственных животных, поэтому продуктивность пастбищных земель зависит от климатических условий региона, от состояния почв, осадков и других факторов [2, с.270]. Некоторые пастбища могут быть более плодородными и обеспечивать высокие урожаи травы, тогда как другие могут быть менее продуктивными из-за сухости или неблагоприятных условий [3, с.8374; 4, с.128; 5, с.586]. На территории Казахстана пастбищные угодья характеризуются различной степенью деградации: слабо деградированные занимают площадь порядка 13,4 млн. га, средне деградированные – 5,5 млн. га, а сильно деградированные – около 3,5 млн. га.

Достижение стабильной продуктивности многолетних кормовых культур требует поддержания оптимального уровня агрохимических показателей почвы и достаточного обеспечения растений элементами минерального питания [6, с.4; 7, с.12]. Агрохимические данные почвы демонстрируют, в каком состоянии находится плодородие почвы, которые способствуют повышению или снижению плодородия почвы на пастбищах [8, с.5; 9, с.147].

Цель, задачи. Целью настоящего исследования является выявление взаимосвязи между климатическими условиями и динамикой агрохимических показателей почв пастбищных угодий. Для проведения исследования были поставлены следующие задачи.

Задачи: изучение климатических показателей за 2023 и 2024 года; проведение агрохимических показателей почвы за 2023 и 2024 года.

Материалы и методы. Исследования были проведены на опытном участке ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное», которая находится близ села Заречное, Костанайского района, Костанайской области.

Территория, охваченная исследованием, характеризуется резко континентальным климатом. Зимний период сопровождается низкими температурами и незначительным количеством снежного покрова, в то время как лето – жаркое и засушливое. Климатические особенности северного региона, включая затяжной весенний холод, ранние осенние заморозки и позднее выпадение осадков в летний период, существенно отличают его от других аридных зон Казахстана. Характерной чертой является дефицит атмосферной влаги в третьей декаде мая и в основной части июня. В указанный период кормовые культуры используют влагу, накопленную за счёт зимних осадков, которая под воздействием высоких температур быстро испаряется.

Метеорологические параметры, такие как температура воздуха и количество осадков, регистрируются на метеостанции, расположенной на территории опытной станции в селе Заречное.

Отбор почвенных образцов для проведения агрохимического анализа осуществлялся с применением почвенного бура, обеспечивающего забор почвы с глубины до 10 м. Полученные образцы упаковывались в тканевые мешки и направлялись в лабораторию для последующего определения содержания гумуса (ГОСТ 26213-91), а также макроэлементов питания растений – азота (ГОСТ 26951-86), фосфора и калия (NPK, по ГОСТу 26204-91).

Результаты. На рисунке 1 видно среднюю сумму осадков за вегетационный период за годы исследования с 2023 по 2024 года, наибольшее выпадение осадков отмечено в августе месяце за 2023 год и за 2024 год. За июнь и июль месяцы осадки были почти равномерными.

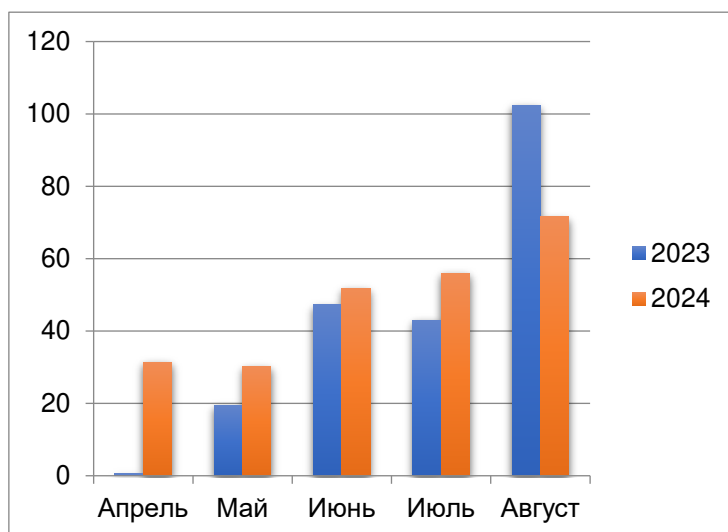


Рисунок 1 – Средняя сумма осадков за вегетационный период за 2023, 2024 гг.

На графике 2 показана среднесуточная температура воздуха за вегетационные периоды 2023 и 2024 года, видно, что в мае месяце происходило незначительное повышение температур воздуха, чем в 2024 г., но в июне месяце было снижение температуры по сравнению с 2024 годом. Средняя температура воздуха в июле была 24°C и 20°C. В августе средняя температура воздуха показала незначительные отличия за годы исследования.

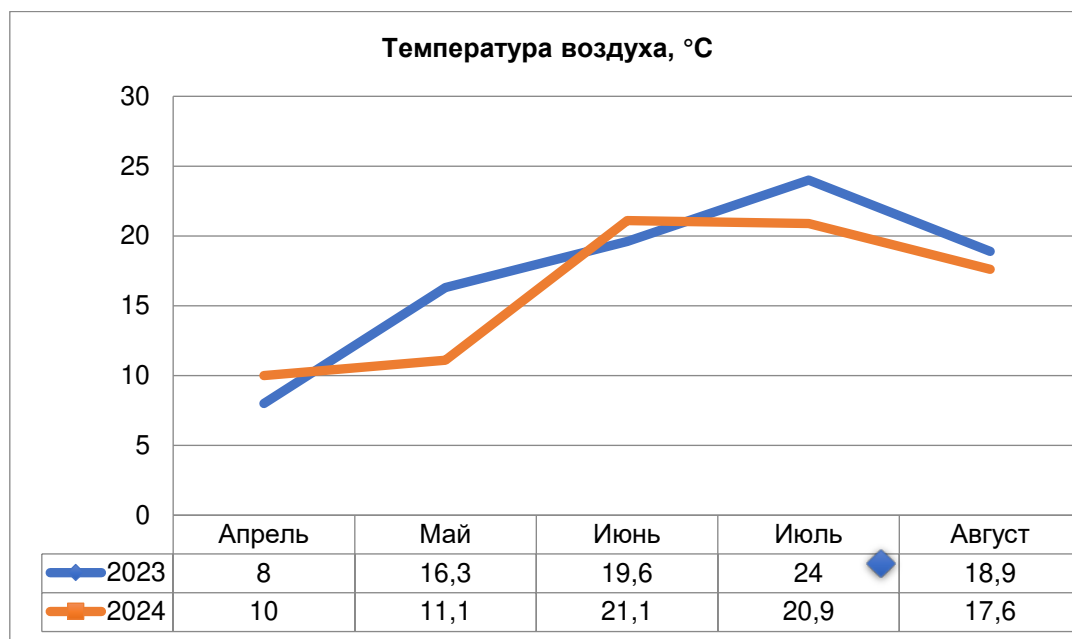


Рисунок 2 – Средняя температура воздуха за 2023, 2024 гг.

В таблице 1 представлены результаты агрохимического анализа почвенных образцов за 2023 год, выполненного методом лабораторных исследований на базе агрохимической лаборатории ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное».

Таблица 1 – Агрохимические анализы почвы, 2023 год

Наименование образца	Органическое в-во (гумус), %	Нитратный азот, млн ⁻¹	Подвижные соединения фосфора, млн ⁻¹	Подвижные соединения калия, млн ⁻¹
1	2	3	4	5
Деградированные пастбища (контроль)	3,65	≤2,8	7	534
Житняк-люцерна-кострец	4,34	≤2,8	2	423
Волоснец-люцерна-кострец	5,18	≤2,8	12	531
Пырей-люцерна-житняк	3,54	≤2,8	3	381
Житняк-эспарцет-кострец	4,08	≤2,8	6	452
Волоснец-эспарцет-кострец	3,62	3,5	7	392
Пырей-эспарцет-житняк	3,97	≤2,8	14	376
Житняк-козлятник-кострец	3,86	≤2,8	18	590
Волоснец-козлятник-кострец	3,36	≤2,8	2	434
Пырей-козлятник-житняк	3,86	≤2,8	2	310

Содержание органического вещества (гумус) на деградированном пастбище составила 3,65 %, а на остальных вариантах варьировала в пределах 3,36 до 5,18 %. Обнаружена обеспеченность почвы подвижными формами нитратного азота ($N-NO_3$) – $\leq 2,8$, а на варианте волоснец-эспарцет-кострец составила 3,5, подвижное содержание фосфора (P_2O_5 по Чирикову), – 2-18, и калия (K_2O по Чирикову) – 310 и более 500 – высокая.

Таблица 2 – Агрохимические анализы почвы за 2024 г.

Наименование образца	Органическое в-во (гумус), %	Нитратный азот, млн $^{-1}$	Подвижные соединения фосфора, млн $^{-1}$	Подвижные соединения калия, млн $^{-1}$
1	2	3	4	5
Деградированные пастбища (контроль)	3,69	$\leq 2,8$	11	481
Житняк-люцерна-кострец	4,47	$\leq 2,8$	7	669
Волоснец-люцерна-кострец	3,89	$\leq 2,8$	11	557
Пырей-люцерна-житняк	3,82	$\leq 2,8$	2	510
Житняк-эспарцет-кострец	5,08	$\leq 2,8$	4	473
Волоснец-эспарцет-кострец	5,01	3,5	8	609
Пырей-эспарцет-житняк	4,09	$\leq 2,8$	11	387
Житняк-козлятник-кострец	3,90	$\leq 2,8$	8	457
Волоснец-козлятник-кострец	4,74	$\leq 2,8$	4	580
Пырей-козлятник-житняк	4,67	$\leq 2,8$	9	718

Содержание органического вещества (гумус) на деградированном пастбище составило 3,69 %, а на остальных вариантах варьировало в пределах 3,82 до 5,08 %. Обеспеченность почвы подвижными формами нитратного азота ($N-NO_3$) – $\leq 2,8$, а на варианте волоснец-эспарцет-кострец составила 3,5, подвижное содержание фосфора (P_2O_5 по Чирикову), – 2-11, и калия (K_2O по Чирикову) – 387 и более 500 – высокая.

Обсуждение. Погодные условия играют ключевую роль в формировании агрохимического состояния почвы, особенно в условиях деградированных пастбищ. Агрохимические показатели почвы, в частности содержание гумуса, подвижных форм азота, фосфора и калия (NPK), изменялись под влиянием метеорологических факторов, таких как количество осадков и температурного режима. На пастбищах, где были высеяны злаково-бобовые травосмеси, бобовые компоненты обеспечивали дополнительное поступление атмосферного азота в почву за счёт симбиотической фиксации, однако эффективность этого процесса существенно снижалась в условиях засухи и высокой температуры [10, с. 40].

Закключение. Согласно результатам агрохимического анализа почвы за 2024 год, наблюдается незначительное улучшение агрохимических показателей по сравнению с 2023 годом, что, вероятно, обусловлено положительным воздействием злаково-бобовых травосмесей на почвенное плодородие. Отмеченное улучшение также может быть связано с более благоприятными погодными условиями, наблюдавшимися в 2023 году по сравнению с 2024 годом.

Бобовые компоненты травосмесей способствуют естественному обогащению почвы азотом за счёт симбиотической фиксации атмосферного азота, в то время как злаковые культуры также оказывают положительное влияние на накопление азота и общее улучшение агрохимического состояния почвы.

Информация о финансировании. Исследование выполнено по грантовому финансированию исследования молодых ученых Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по проекту ИРН «AP19177533» «Адаптация поливидовых агрофитоценозов долгосрочного использования на деградированных пастбищах в северном регионе Казахстана».

ЛИТЕРАТУРА:

1. **82 % пастбищ Казахстана в плохом и очень плохом состоянии** [Электронный ресурс] / ElDala.kz – главный аграрный сайт Казахстана. – 2024. URL: <https://eldala.kz/novosti/kazakhstan/18026-82-pastbishch-kazakhstan-v-plohom-i-ochen-plohom-sostoyanii> (20.05.2025).
2. **Nugmanov A.B. Poly-Species phytocenoses for ecosystem restoration of degraded soil covers** [Text] / A.B. Nugmanov, S.V. Mamikhin, Kh.Kh. Valiev, A.U. Bugubaeva, A.S. Tokusheva, S.A. Tulkubaeva, A.G. Bulaev // *OnLine Journal of Biological Sciences, Colombia*. – 2022. – Vol. 22. – P.268-278. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2022.268.278>.
3. **Kemp D. Innovative grassland management systems for environmental and livelihood benefits** [Text] / D. Kemp, H. Guodong, H. Xiangyang, D. Michalk, H. Fujiang, W. Jianping, Z. Yingjun // *PNAS*. – 2013. – Vol. 110 (21). – P.8369-8374. <https://doi.org/10.1073/pnas.1208063110>.
4. **Kubenkulov K. Particularities of forming Desert Pastures Near Settlements of Southern Balkhash (Kazakhstan)** [Text] / A. Naushabaev, N. Abdirahymov, B. Rustemov, S. Bazarbayev // *Journal of Ecological Engineering*. – 2019. Vol. 20, N 8. – P.129-134. <https://doi.org/10.12911/22998993/110768>
5. **Oliveria E.R. Technology and degradation of pastures in livestock in the Brazilian Cerrado** [Text] / J.R. Silva, L.R.F. Baumann, F. Miziara, L.G. Ferriera, L.R. Merelles // *Sociedade & Natureza*. – 2020. Vol. 32. – P.585-596. <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-55795>.
6. **Liu Q. Vegetation degradation and its driving factors in the Farming-Pastoral Ecotone over the countries along Belt and Road Initiative** [Text] / Q. Liu, X. Wang, Y. Zhang, H. Zhang and L.Li // *Sustainability*. – 2019. – Vol. 11 (6). – P.1-16. <https://doi.org/10.3390/su11061590>.
7. **Herrmann N.I. Intergrating animals, pasture, and crops within AusFarm for modelling mixed farming** [Text] / N.I. Herrmann, A.D. Moore, E. Zurcher // *Environmental Modelling & Software*. – 2024. – Vol. 179. – P.1-14. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2024.106115>.
8. **Сайдаминов, Х.Х. Содержание хлорофилла у некоторых бобовых культур в условиях почвенной засухи** [Электронный ресурс] / Х.Х. Сайдаминов, Н.А. Маниязова, М.Х. Атоев, А. Абдуллаев // Доклады Академии Наук РТ. – 2016. – № 9. – С.1-16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-hlorofilla-u-nekotoryh-bobovyh-kultur-v-usloviyah-pochvennoy-zasuhi>
9. **Токушева, А.С. Определение содержания хлорофилла в злаково-бобовых травосмесях** [Текст] / А.С. Токушева, А.Б. Нугманов, Д.Б. Жамалова, Г.Ж. Шлтуова // Многопрофильный научный журнал КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – 2024. – № 4. – С. 145-150.
10. **Насиев, Б.Н. Изменение показателей почвенного покрова пастбищ под влиянием выпаса** [Текст] / Б.Н.Насиев, А.К.Беккалиев // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – №4. – С.36-44.

REFERENCES:

1. **82 % pastbishh Kazakhstana v plohom i ochen' plohom sostoyanii** [82% of pastures in Kazakhstan are in poor and very poor condition]. ElDala.kz, available at: <https://eldala.kz/novosti/kazakhstan/18026-82-pastbishch-kazakhstan-v-plohom-i-ochen-plohom-sostoyanii> (accessed 20 May 2025). (In Russian)
2. **Nugmanov A.B., Mamikhin S.V., Valiev Kh.Kh. et al. Poly-Species phytocenoses for ecosystem restoration of degraded soil covers.** *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2022, vol. 22, pp. 268-278. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2022.268.278>.
3. **Kemp D., Guodong H., Xiangyang H. et al. Innovative grassland management systems for environmental and livelihood benefits.** *PNAS*, 2013, vol. 110 (21), pp. 8369-8374. <https://doi.org/10.1073/pnas.1208063110>.
4. **Kubenkulov K., Naushabaev A., Abdirahymov N., Rustemov B., Bazarbayev S. Particularities of forming Desert Pastures Near Settlements of Southern Balkhash (Kazakhstan).** *Journal of Ecological Engineering*, 2019, vol. 20, no. 8, pp. 129-134. <https://doi.org/10.12911/22998993/110768>.
5. **Oliveria E.R., Silva J.R., Baumann L.R.F. et al. Technology and degradation of pastures in livestock in the Brazilian Cerrado.** *Sociedade & Natureza*, 2020, vol. 32, pp. 585-596. <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-55795>.
6. **Liu Q., Wang X., Zhang Y., Zhang H., Li L. Vegetation degradation and its driving factors in the Farming-Pastoral Ecotone over the countries along Belt and Road Initiative.** *Sustainability*, 2019, vol.11 (6), pp.1-16. <https://doi.org/10.3390/su11061590>.
7. **Herrmann N.I., Moore A.D., Zurcher E. Intergrating animals, pasture, and crops within AusFarm for modelling mixed farming.** *Environmental Modelling & Software*, 2024, vol. 179, pp.1-14. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2024.106115>.
8. **Sajdaminov H.H., Maniyazova N.A., Atoev M.H., Abdullaev A. Soderzhanie hlorofilla u nekotory'h bobovy'h kul'tur v usloviyah pochvennoj zasuhi** [Chlorophyll content in some legumes under soil drought conditions]. *Doklady' Akademii Nauk RT*, 2016, no. 9, pp. 1-16, available at:

<https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-hlorofilla-u-nekotoryh-bobovyh-kultur-v-usloviyah-pochvennoy-zasuhi> (accessed 10 June 2025). (In Russian)

9. **Tokusheva A.S. Opredelenie soderzhaniya hlorofilla v zlakovo-bobovy'h travosmesyakh** [Determination of chlorophyll content in cereal-legume grass mixtures]. *3i: intellect, idea, innovation*, 2024, no. 4, pp. 145-150. (In Russian)

10. **Nasiev B.N., Bekkaliev A.K. Izmenenie pokazatelej pochvennogo pokrova pastbishh pod vliyaniem vy'pasa** [Changes in soil cover indicators of pastures influenced by grazing]. *Pochvovedenie i agrohimiya*, 2019, no.4, pp.36-44. (In Russian)

Сведения об авторах:

Токушева Асель Салимжановна* – PhD, старший преподаватель кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел.: 87058322187, e-mail: asel-tokusheva@mail.ru.

Нугманов Алмабек Батыржанович – кандидат сельскохозяйственных наук, декан факультета сельскохозяйственных наук, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел.: 8(7142) 55-84-63, e-mail: almabek@list.ru.

Калимов Ниязбек Ерханович – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110005, г. Костанай, пр. Абая, 28, тел.: 87772598100, e-mail: kalimov1967@gmail.com.

Токушева Асель Салимжановна* – PhD, агрономия кафедрасының аға оқытушысы «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ, 28, 3 корпус, тел.: 87058322187, e-mail: asel-tokusheva@mail.ru.

Нугманов Алмабек Батыржанович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ауыл шаруашылығы ғылым факультетінің деканы «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ, 28, 3 корпус, тел.: 8(7142) 55-84-63, e-mail: almabek@list.ru.

Калимов Ниязбек Ерханович – ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Агрономия кафедрасының қауымдастырылған профессорі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110005, Қостанай қ., Абай даңғ., 28, тел.: 87772598100, e-mail: kalimov1967@gmail.com.

Tokusheva Assel Salimzhanovna* – PhD, Senior Lecturer of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28 Abai Ave., block 3, tel.: 87058322187, e-mail: asel-tokusheva@mail.ru.

Nugmanov Almabek Batyrzhanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Dean of the Faculty of Agricultural Sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28 Abai Ave., block 3, tel.: 8(7142) 55-84-63, e-mail: almabek@list.ru.

Kalimov Niyazbek Yerkhanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate professor of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110005, Kostanay, 28 Abai Ave., tel.: 87772598100, e-mail: kalimov1967@gmail.com.

XFTAP 68.35.47

ӨОЖ 633.2.03

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531249>

ЖАЙЫЛЫМДАҒЫ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ЖАҚСARTУДАҒЫ ШӨП ҚОСПАЛАРЫНЫҢ РӨЛІ

Токушева А.С.* – PhD, агрономия кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Нугманов А.Б. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ауыл шаруашылығы ғылымдары факультетінің деканы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Мақалада Қостанай облысы жағдайында поливидті агрофитоценоздардың өнімділігін зерттеу мақсатында жүргізілген зерттеу нәтижелері келтірілген. Жайылым өнімділігін арттыру үшін дөңді-

бұршақты шөп қоспаларын қолдануды қамтитын далалық тәжірибелерді жүргізу әдістемесі сипатталған. Жауын-шашын мен ауа температурасының орташа айлық көрсеткіштерін қамтитын 2024 жылдың вегетациялық кезеңіндегі метеорологиялық деректер келтірілген.

Жұмыс аясында топырақтың агрохимиялық талдаулары жүргізілді, оның нәтижелері бойынша бақылау (тозылған) учаскелеріндегі гумустың мөлшері 3,65% құрады. Дәнді-бұршақты шөп қоспаларының өсу тығыздығы мен шөптің биіктігін өлшеу, сондай-ақ шөптерді түрлік құрамы бойынша шабу, өлшеу және бөлшектеу әдісімен өнімділікті есепке алу орындалды. Ауа құрғағанға дейін кептірілген үлгілер өнімділікті анықтау үшін пайдаланылды. Өсімдіктердің фотосинтетикалық белсенділігі өсімдіктердің азотпен қоректену деңгейін далалық диагностикалауға арналған N-tester SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter құралын пайдалана отырып, хлорофилл құрамы бойынша экспресс әдісімен бағаланды.

Зерттеу нәтижесінде ең үлкен өнімділікті дәнді-бұршақты шөп қоспасы көрсетті, оның ішінде еркекшөп, ешкі-шөбі және қылтықсыз арпабас – гектарына 45,2 центнер жасыл масса және 31,9 центнер құрғақ зат. Хлорофилл құрамының ең үлкен мәндері (35-42 SPAD бірлігі шегінде) шөп қоспаларының дәнді компоненттерінде байқалды, бұл олардың жоғары өнімділігімен де байланысты болды.

Түйінді сөздер: жем-шөп базасы, жердің тозуы, жайылым, шөп қоспалары, жер өнімділігі, климат.

РОЛЬ ТРАВΟΣМЕСЕЙ В УЛУЧШЕНИИ СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПАСТБИЩЕ

Токушева А.С.* – PhD, старший преподаватель кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Нугманов А.Б. – кандидат сельскохозяйственных наук, декан факультета сельскохозяйственных наук, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье представлены результаты исследования, проведенного с целью изучения продуктивности поливидовых агрофитоценозов в условиях Костанайской области. Описана методика проведения полевых опытов, включающих использование злаково-бобовых травосмесей для повышения пастбищной продуктивности. Приведены метеорологические данные за вегетационный период 2024 года, включающие среднемесячные показатели осадков и температуры воздуха.

В рамках работы проведены агрохимические анализы почвы, по результатам которых содержание гумуса на контрольных (деградированных) участках составило 3,65 %. Выполнены замеры густоты произрастания и высоты травостоя злаково-бобовых травосмесей, а также учёт продуктивности методом скашивания, взвешивания и разборки трав по видовому составу. Высушенные до воздушно-сухого состояния образцы использовались для определения урожайности. Фотосинтетическая активность растений оценивалась экспресс-методом по содержанию хлорофилла с использованием прибора N-tester SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter, предназначенного для полевой диагностики уровня азотного питания растений.

В результате проведенного исследования выяснилось, что наибольшую урожайность продемонстрировала злаково-бобовая травосмесь, включающая житняк, козлятник и кострец безостый – 45,2 центнера с гектара зелёной массы и 31,9 центнера сухого вещества. Установлено, что наибольшие значения содержания хлорофилла (в пределах 35-42 единиц SPAD) наблюдались у злаковых компонентов травосмесей, что также коррелировало с их высокой продуктивностью.

Ключевые слова: кормовая база, деградация угодий, пастбища, травяные смеси, продуктивность угодий, климат.

THE ROLE OF GRASS MIXTURES IN IMPROVING THE STRUCTURE OF PASTURE VEGETATION COVER

Tokusheva A.S.* – PhD, Senior Lecturer of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Nugmanov A.B. – Candidate of Agricultural Sciences, Dean of the Faculty of agricultural sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article presents the results of a study aimed at examining the productivity of multispecies agrophytocenoses under the conditions of the Kostanay region. The study describes the methodology of field experiments involving the use of grass-legume mixtures to enhance pasture productivity. Meteorological data for the 2024 growing season are presented, including average monthly precipitation and air temperature values.

As part of the work, agrochemical analyses of soils were carried out, according to which the humus content in the control (degraded) areas was 3.65%. Measurements of the growth density and herbage height of cereal and legume grass mixtures, as well as accounting for productivity by mowing, weighing and sorting grasses by species composition, were performed. The air-dried samples were used to determine the yield. The photosynthetic activity of plants was assessed by an express method based on the chlorophyll content using the N-tester SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter designed for field diagnostics of nitrogen nutrition of plants.

The study revealed that the highest yield was demonstrated by a grain and legume grass mixture, including wheat grass, goat's-rue and awnless rump – 45,2 hundredweight per hectare of green mass and 31,9 hundredweight of dry matter. It was found that the highest values of chlorophyll content (in the range of 35-42 SPAD units) were observed in cereal components of grass mixtures, which also correlated with their high productivity.

Key words: fodder base, land degradation, pastures, grass mixtures, land productivity, climate.

Кіріспе. Ауыл шаруашылығы жануарларын шөпте жаю нәтижесінде бағалы жемдік дәнді дақылдар мен шөптердің түрлері негізінен жойылып, жануарлардың толық қоректенуіне жарамсыз болып, арамшөптер мен улы өсімдіктерге өсуіне жол береді. Бірқатар зерттеушілердің еңбектерінде атап өткендей [1, 1590 б.; 2, 132 б.; 3, 590 б.], өсімдік жамылғысының деградация дәрежесін бағалау кезінде жайылымдардың өнімділігіне айтарлықтай әсер ететін абиотикалық сипаттағы шектеуші факторлар анықталды. Сонымен қатар, мал жаю жайылымдық жерлердің деградациясына ықпал ететін дефляцияның негізгі факторларының бірі ретінде қарастырылады [4, 38-бет]. Негізгі проблемалардың қатарына жайылымдық дақылдардың төмен өнімділігі, сондай-ақ жайылымдық және шабындық жерлерді тиімді пайдаланудың жеткіліксіз деңгейі жатады [5, 9879 б.; 6, 148 б.].

Мақсат, міндеттер. Осы зерттеудің мақсаты – Қостанай облысы жағдайында тозған жайылымдардың өнімділігін қалпына келтіру және арттыру үшін дәнді-бұршақты шөп қоспаларын қолдану тиімділігін бағалау.

Зерттеу аясында келесі міндеттер тұжырымдалды: топырақ сипаттамаларына агрохимиялық талдау жүргізу; көп типті агрофитоценоздардың өнімділігін бағалау; хлорофилл мөлшерін өлшеу негізінде өсімдіктердің фотосинтетикалық белсенділігінің деңгейін анықтау.

Материалдар мен тәсілдер. Зерттеу базасы Қостанай облысы Қостанай ауданы Заречное ауылында орналасқан жерде «Заречное» ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС-де жүргізілді. Тәжірибе аумағы оңтүстік аз гумусты қара топырақтардың басым болуымен құрғақ дала ретінде сипатталатын екінші топырақ-климаттық аймақта орналасқан.

Зерттеу MEMST-ды реттейтін қолданыстағы стандарттар мен бекітілген әдістемелерге сәйкес жүргізілді [7, 380 б.], [8, 225 б.]. Топырақтың агрохимиялық талдаулары «Заречное» ауыл шаруашылық тәжірибе станциясы» ЖШС-де сынақ зертханасында жүргізілді және Чириков әдістемесі бойынша гумустың, жалпы азоттың, сондай-ақ фосфор мен калийдің жылжымалы түрлерінің құрамын анықтауды қамтыды.

Шөптің тығыздығы мен өсімдіктердің сақталу көрсеткіштері өсімдіктердің санын есептей отырып, ұзындығы 0,5 м іргелес қатарлардан іріктелген сынақ алаңдарында бағаланды. Өсімдіктердің биіктігі жасыл массаны жинамас бұрын өлшеніп, әр түрдің 25 данасы таңдалды. Шөптің түрлік құрамы дәнді, бұршақты және басқа түрлерге (шөптерге) бөлініп, салмағы 1 кг өсімдік сынамаларын қолмен талдау арқылы анықталды, содан кейін әр компоненттер өлшенді.

Жайылымның пісіп-жетілу кезеңіндегі жасыл массаның шығымдылығын есепке алу биомассаны есепке алу учаскелерінде шабу және өлшеу, шөп шоқтарын ауа-құрғақ күйге дейін кептіру арқылы жүзеге асырылды. Ауа – құрғақ заттың массасы тиісті формула бойынша есептей отырып, тұрақты массаға дейін кептірілген, салмағы 1 кг сынама шөп шоқтарын негізінде анықталды.

Өсімдіктердің фотосинтетикалық белсенділігі N-tester SPAD 502 plus Chlorophyll Meter (Konica Minolta, Жапония) портативті құралының көмегімен жапырақтардағы хлорофиллдің құрамы бойынша экспресс әдісімен бағаланды. Өлшеу далада сынама алмай жүргізілді: өсімдіктің жапырағы аспаптың қысқышына орналастырылды және 2 секунд ішінде 0-ден 99,9 бірлікке дейінгі диапазондағы хлорофиллдің мөлшері тіркелді.

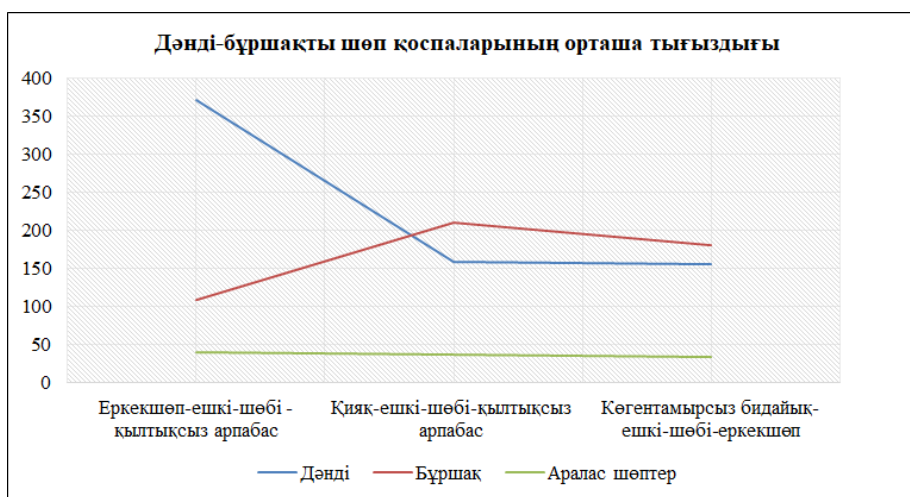
1.	Тозған жайылым (бақылау)
2.	Еркекшөп (<i>Agropyron pectiniforme</i> Roem.et Schult.) – ешкі-шөбі (<i>Galega</i>) – қылтықсыз арпабас (<i>Bromus inermis</i> Leyss.)
3.	Қияқ (<i>Elymus junceus</i> Fisch.) – ешкі-шөбі (<i>Galega</i>) – қылтықсыз арпабас (<i>Bromus inermis</i> Leyss.)
4.	Көгентамырсыз бидайық (<i>Elymus trachycaulus</i> Get.S.) – ешкі-шөбі (<i>Galega</i>) – еркекшөп (<i>Agropyron pectiniforme</i> Roem.et Schult.)

1 – сурет Далалық тәжірибенің схемасы

Нәтижелер. Қостанай облысында 2024 жылғы вегетациялық кезеңнің метеорологиялық жағдайлары мынадай сипаттамалармен ерекшеленді: орташа көпжылдық норма 36 мм қарағанда мамыр айында 30,2 мм жауын-шашын болды, ауаның орташа температурасы 11,1 °С көрсетті, бұл көпжылдық мәннен 3,4 °С жоғары болды. Маусым айында жауын-шашын мөлшері 51,8 мм-ге жетті, бұл көпжылдық көрсеткіштерден 16,8 мм-ге артық; ауаның орташа температурасы 22,1°С болды және климаттық нормаға сәйкес келді, бұл өсімдіктердің белсенді өнуіне және дамуына ықпал етті. Шілде айында 56,0 мм жауын-шашын тіркелді, бұл жауын-шашынның орташа жылдық нормасына сәйкес келеді және ауа температурасының орташа жылдық нормасы ретінде ауаның орташа температурасы 20,9 °С болды.

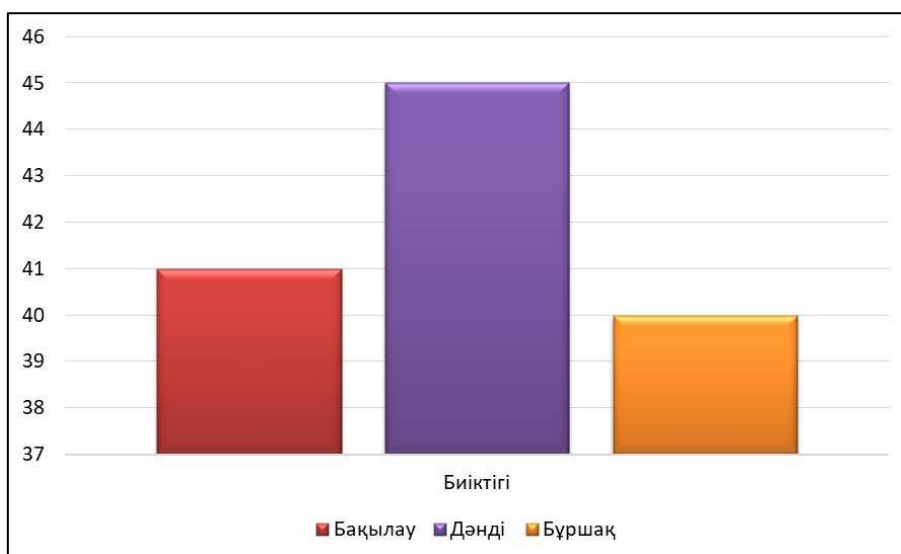
Агрохимиялық талдау нәтижелері бойынша тозған жайылымдағы гумустың мөлшері (бақылау нұсқасында) 3,65 % құрады, ал қалған нұсқаларында оның деңгейі 3,36 %-дан 5,18 %-ға дейін өзгерді. Топырақ қоректік элементтердің жылжымалы формаларымен жоғары қамтамасыз етілуімен сипатталды: нитрат азотының мөлшері ($N - NO_3$) – 2,8 мг/кг-нан аспайды, жылжымалы фосфор (Чириков бойынша P_2O_5) – 2-ден 18 мг/кг-ға дейін, ал калий (Чириков бойынша K_2O) – 310-590 мг/кг аралығында көрсетті.

2-суретте көрсетілгендей, дәнді өсімдіктердің ең үлкен орташа тығыздығы еркекшөп-ешкі-шөбі қылтықсыз арпабас қоспасында тіркелді. Бұршақ дақылдарының ең үлкен тығыздығы қияқ, ешкі-шөбі және қылтықсыз арпабас бар нұсқада байқалды. Бақылау нұсқасында өсімдіктердің орташа тығыздығы 135 дана/м² құрады. Шөп қоректілердің құрамында тозған жерлерде шөптің әр-түрлері басым болды, мысалы, мыңжапырақ, ошаған, тичпак және тағы басқалары.



2 сурет – Дәнді-бұршақты шөп қоспаларының орташа тығыздығы, дана/м²

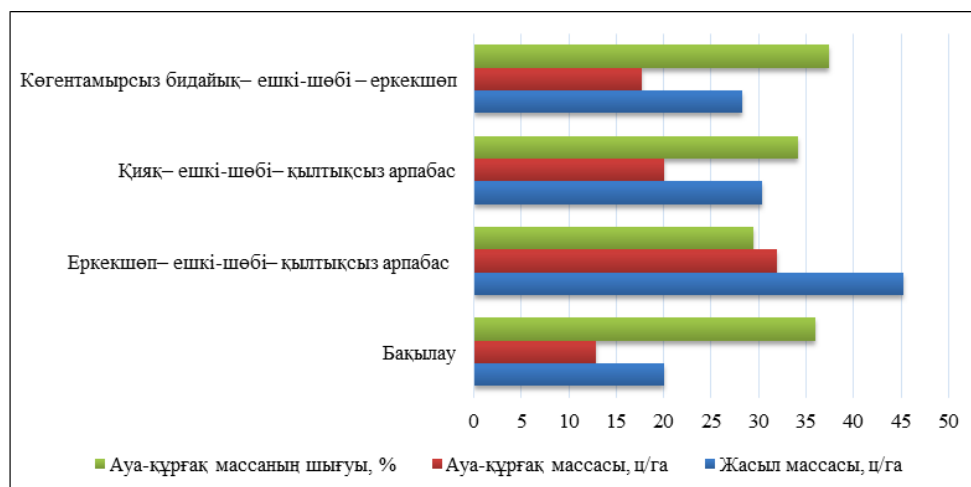
Өсімдіктердің биіктігі агрометеорологиялық жағдайлар бойынша, топырақтың құнарлылығы және қолданылатын агротехникалық әдістер сияқты факторлармен анықталады (3-сурет). Максималды биіктік дәнді дақылдарда тіркелді.



3 сурет – Дәнді-бұршақты шөп қоспаларының орташа биіктігі, см

4-суреттен көріп отырғанымыздай, зерттеу нәтижелері көп типті агрофитоценоздардың ең үлкен өнімділігін 45,2 ц/га өнімділікке қол жеткізген еркекшөп-ешкі-шөбі-қылтықсыз арпабас шөп қоспасының нұсқасы қамтамасыз ететіндігін көрсетті. Бұл олардың биологиялық сипаттамаларына байланысты болуы мүмкін.

Хлорофилл құрамының деңгейі 35-тен 42 бірлікке дейін максималды көрсеткештері дәнді дақылдарда көрсетілді.



4 сурет – Поливидті агрофитоценоздардың өнімділігі, гектардан центнер

Талқылау. Жемшөп өсімдіктеріндегі азоттың мөлшері ауыл шаруашылығы жануарларын толық қорықтандыру үшін маңызды көрсеткіш болып табылады [9, с.1453; 10, с. 12]. Вегетациялық кезеңде өсімдіктердің азотпен қоректену динамикасын бақылау үшін өнімділікті арттыру мақсатында азот тыңайтқыштарын енгізу қажеттілігі мен уақтылығын жедел анықтауға мүмкіндік беретін SPAD 502 plus Chlorophyll Meter хлорофилл өлшегішін пайдалану ұсынылады.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері бойынша дәнді – бұршақты шөп қоспасында ең жоғары өнімділік жасыл массасы 45,2 гектардан центнер мен 31,9 ц/га құрғақ заттың өнімділігі еркекшөп – ешкі-шөбі – қылтықсыз арпабас нұсқасында байқалғаны анықталды. Хлорофиллдің максималды мөлшері 35-тен 42-ге дейін дәнді дақылдарда тіркелген.

Қаржыландыру туралы ақпарат. Зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым Комитетінің жас ғалымдарының жобасы бойынша ИРН «AP19177533» «Қазақстанның солтүстік өңіріндегі тозған жайылымдарда ұзақ мерзімді пайдаланылатын поливидті агрофитоценоздарды бейімдеу» зерттеуі гранттық қаржыландыру бойынша орындалды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Liu Q. Vegetation degradation and its driving factors in the Farming-Pastoral Ecotone over the countries along Belt and Road Initiative [Text]/ Q. Liu, X. Wang, Y. Zhang, H. Zhang and L.Li // Sustainability. – 2019. Vol. 11. – P.1590. <https://doi.org/10.3390/su11061590>.
2. Kubenkulov K. Particularities of forming Desert Pastures Near Settlements of Southern Balkhash (Kazakhstan) [Text]/ A. Naushabaev, N. Abdirahymov, B. Rustemov, S. Bazarbayev// Journal of Ecological Engineering. – 2019. Vol.20, N 8. – P.129-134. <https://doi.org/10.12911/22998993/110768>
3. Oliveria E.R. Technology and degradation of pastures in livestock in the Brazilian Cerrado [Text]/J.R. Silva, L.R.F. Baumann, F. Miziara, L.G. Ferriera, L.R. Merelles// Sociedade&Natureza. – 2020. Vol.32. – P.585-596. <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-55795>.
4. Насиев, Б.Н. Жайылымның әсерінен жайылымның топырақ жамылғысының көрсеткіштерінің өзгеруі [Мәтін] / Б.Н.Насиев, Ө.Қ.Бекқалиев // Топырақтану және агрохимия. – 2019. – №4. – С.36-44.
5. Nugmanov, A.B. Assessing the influence of cereal-legume mixtures on the productivity of degraded pastures in the Kostanay region of northern Kazakhstan [Text]/A.B. Nugmanov, A.S. Tokusheva, A.S. Ansabaeva, M.E. Baidalin, A.E. Kalyaskarova, A.U. Bugubaeva// Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellin, Colombia. – 2022. Vol.75, N1. – P.9877-9886. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v75n1.95199>.
6. Токушева, А.С. Дәнді-бұршақ шөп қоспаларындағы хлорофилл мөлшерін анықтау [Мәтін] / А.С. Токушева, А.Б. Нугманов, Д.Б. Жамалова, Г.Ж. Шлтуова // 3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация. – 2024. – № 4. – 145-150 б.
7. Доспехов, Б.А. Далалық эксперимент әдістемесі (зерттеу нәтижелерін статистикалық өңдеу негіздерімен) [Мәтін]: оқулық. / Б. А. Доспехов. – 5-басылым, толықтырылған және өңделген. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 б.

8. Мал азықтық дақылдармен егістік тәжірибелерін жүргізу бойынша нұсқаулық / В.Р.Вильямс атындағы Бүкілресейлік жемшөп шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты [Мәтін]: әдіс. Жетекші / Ю. К.Новоселов және т.б. – М.: ВИК,1983. – 197 б.
9. Arlauskienė A., Soil Nitrate Nitrogen Content and Grain Yields of Organically Grown Cereals as Affected by a Strip Tillage and Forage Legume Intercropping [Text]/ A. Arlauskienė, V. Gecaite, M. Toleikiene, L. Šarunaite, Ž. Kadžiulienė// Plants. – 2021. Vol. 10. – P.1453.
10. Herrmann N.I. Intergrating animals, pasture, and crops within AusFarm for modelling mixed farming [Text] / N.I. Herrmann, A.D. Moore, E. Zurcher // Environmental Modelling & Software. – 2024. – Vol. 179. – P. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2024.106115>.

REFERENCES:

1. Liu Q., Wang X., Zhang Y., Zhang H., Li L. Vegetation degradation and its driving factors in the Farming-Pastoral Ecotone over the countries along Belt and Road Initiative. *Sustainability*, 2019, vol. 11, art. 1590. <https://doi.org/10.3390/su11061590>.
2. Kubenkulov K., Naushabaev A., Abdirahymov N., Rustemov B., Bazarbayev S. Particularities of forming Desert Pastures Near Settlements of Southern Balkhash (Kazakhstan). *Journal of Ecological Engineering*, 2019, vol. 20. no. 8, pp. 129-134. <https://doi.org/10.12911/22998993/110768>.
3. Oliveria E.R., Silva R., Baumann L.R.F. et al. Technology and degradation of pastures in livestock in the Brazilian Cerrado. *Sociedade&Natureza*, 2020, vol. 32, pp. 585-596. <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-55795>.
4. Nasiev B.N. Bekkaliev A.K. Zhajlymnyn aserinen zhajlymnyn topyrak zhamylgysynyn korsetkishterinin ozgerui [Changes in pasture soil cover indicators due to grazing]. *Topyraktanu zhane agrohimiya*, 2019, no.4, pp. 36-44. (In Kazakh)
5. Nugmanov A.B., Tokusheva A.S., Ansabaeva A.S. et al. Assessing the influence of cereal-legume mixtures on the productivity of degraded pastures in the Kostanay region of northern Kazakhstan. *Revista Facultad Nacional de Agronomia Medellin*, 2022, vol. 75. no. 1, pp. 9877-9886. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v75n1.95199>.
6. Tokusheva A.S. Nugmanov A.B., Zhamalova D.B., Shltuova G.Zh. Dandi-burshak shop kospalaryndagy hlorofill molsherin anyktau [Determination of chlorophyll content in cereal-legume grass mixtures]. *3i: intellect, idea, innovation*, 2024, no. 4, pp. 145-150. (In Kazakh)
7. Dosphehov B.A. Metodologiya polevogo e'ksperimenta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p. (In Russian)
8. Novoselov Yu.K. et al. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevy'h opy'tov s kormovy'mi kul'turami [Methodical recommendations for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow, VIK, 1983, 197 p. (In Russian)
9. A. Arlauskienė, V. Gecaite, M. Toleikiene, L. Šarunaite, Ž. Kadžiulienė Soil Nitrate Nitrogen Content and Grain Yields of Organically Grown Cereals as Affected by a Strip Tillage and Forage Legume Intercropping. *Plants*, 2021, vol. 10, 1453 p.
10. Herrmann N.I., Moore A.D., Zurcher E. Intergrating animals, pasture, and crops within AusFarm for modelling mixed farming. *Environmental Modelling & Software*, 2024, vol. 179, pp. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2024.106115>.

Авторлар туралы мәліметтер:

Токушева Асель Салимжановна* – PhD, агрономия кафедрасының аға оқытушысы «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ, 28, 3 корпус, тел.: 87058322187, e-mail:asel-tokusheva@mail.ru.

Нугманов Алмабек Батыржанович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ауыл шаруашылығы ғылым факультетінің деканы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ, 28, 3 корпус, тел.: 8(7142) 55-84-63, e-mail:almabek@list.ru.

Токушева Асель Салимжановна* – PhD, старший преподаватель кафедры агрономии НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел.: 87058322187, e-mail:asel-tokusheva@mail.ru.

Нугманов Алмабек Батыржанович – кандидат сельскохозяйственных наук, декан факультета сельскохозяйственных наук, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел.: 8(7142) 55-84-63, e-mail: almabek@list.ru.

Tokusheva Assel Salimzhanovna – PhD, Senior Lecturer of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28 Abai Ave., block 3, tel.: 87058322187, e-mail: asel-tokusheva@mail.ru.*

Nugmanov Almabek Batyrzhanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Dean of the Faculty of agricultural sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28 Abai Ave., block 3, tel.: 8(7142) 55-84-63, e-mail: almabek@list.ru.

XFTAP 68.39.49

ӨОЖ 636.13

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531255>

ҚОСТАНАЙ ЖӘНЕ АДАЙ ЖЫЛҚЫЛАРЫНДАҒЫ ТҰҚЫМ ҚУАЛАЙТЫН АУРУЛАРДЫҒЫ ГЕНЕТИКАЛЫҚ МОНИТОРИНГІ: SCN4A, GYS1, GBE1, PPIB, EDNRB ЖӘНЕ STX17 МУТАЦИЯЛАРЫНЫҢ ТАСЫМАЛДАУШЫЛЫҚ ЖИІЛІГІ

Төреханов А.Ә. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ, Қазақстан Республикасы.*

Қожанов Ж.Е. – ветеринария ғылымдарының магистрі, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ, Қазақстан Республикасы.

Кайыпбай Б.Б. – ветеринария ғылымдарының докторы, Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Ветеринариялық бақылау және қадағалау комитетінің Қостанай облыстық аумақтық инспекциясы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Талжанов Е.А. – PhD докторы, Қазақ ұлттық су шаруашылығы және ирригация университеті, Тараз қ, Қазақстан Республикасы.

Жылқылардағы тұқым қуалайтын аурулар жануарлардың денсаулығына, селекциялық жұмыстардың тиімділігіне және спорттық қолданылуына айтарлықтай әсер етеді. Бұл зерттеуде қазақстандық жылқылардың екі популяциясында – Қостанай тұқымы мен Адай типінде – алты белгілі мутация бойынша генетикалық мониторинг жүргізілді: HYPP (SCN4A), PSSM1 (GYS1), GBED (GBE1), HERDA (PPIB), LWFS (EDNRB) және Grey/меланома (STX17).

Анализ үш деректер жиынтығын қамтыды: 1630 жылқының генотиптері және 65 жылқының толық геномдық секвенирлеуі BR10764999 «Жылқы шаруашылығында селекциялық процесті тиімді басқару және генофондты сақтау технологияларын әзірлеу» бағдарламасы аясында; 96 жылқының деректері BR22885681 «Қостанай тұқымының генофондын сақтай отырып, Адай және Қостанай жылқыларының генетикалық ресурстарын басқарудың қолданыстағы әдістерін жетілдіру» бағдарламасының аясында алынды. Алғашқы екі жиынтықта 68 974 SNP қарастырылды, оның ішінде SCN4A және PPIB гендерінің позициялары болды. Барлық жануарлар референтті аллель бойынша гомозиготты болды. Үшінші жиынтықта EquCab3.0 геномындағы барлық алты ген тексерілді, бірақ ешқандай ауытқу анықталмады.

Нәтижелер көрсеткендей, зерттелген қазақстандық жылқыларда аталған мутациялар мүлдем жоқ. Бұған екі фактор ықпал етуі мүмкін: біріншіден, бұл мутациялар көбіне шетелдік тұқымдарда (American Quarter Horse, American Paint Horse, ауыр жүк тұқымдары, липициан) таралған, ал олар Қазақстанға әкелінбеген; екіншіден, дәстүрлі еркін жайылым жағдайында табиғи сұрыпталу патологиялық аллельдердің сақталу мүмкіндігін төмендетеді.

Түйінді сөздер: жылқы шаруашылығы, генетикалық аурулар, Қостанай тұқымы, Адай тұқымы, SNP генотиптеу, Геномдық секвенирлеу, Генетикалық мутация.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НАСЛЕДСТВЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЛОШАДЕЙ КОСТАНАЙСКОЙ И АДАЙСКОЙ ПОРОДЫ: ЧАСТОТА НОСИТЕЛЬСТВА МУТАЦИЙ SCN4A, GYS1, GBE1, PPIB, EDNRB и STX17

Төреханов А.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», г. Алматы, Республика Казахстан.*

Кожанов Ж.Е. – магистр ветеринарных наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», г. Алматы, Республика Казахстан.

Кайыпбай Б.Б. – доктор ветеринарных наук, Костанайская областная территориальная инспекция Комитета ветеринарного контроля и надзора МСХ РК, г. Костанай, Республика Казахстан.

Талжанов Е.А. – PhD, Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации, г. Тараз, Республика Казахстан.

Генетически обусловленные заболевания у лошадей влияют на здоровье животных, эффективность племенной работы и спортивное использование. В данном исследовании проведён генетический мониторинг шести мутаций, связанных с заболеваниями: HYPP (SCN4A), PSSM1 (GYS1), GBED (GBE1), HERDA (PPIB), LWFS (EDNRB) и Grey/меланомой (STX17), в популяциях казахстанских лошадей – Костанайской породы и Адайского типа.

Анализ включал три набора данных: генотипы 1630 лошадей и полногеномное секвенирование 65 лошадей отобранных в рамках проекта Программы BR10764999 «Разработка технологий эффективного управления селекционным процессом и сохранения генофонда в коневодстве»; данные 96 лошадей, отобранных в рамках проекта Программы BR22885681 «Совершенствование существующих методов управления генетическими ресурсами адайских и костанайских лошадей с сохранением генофонда костанайской породы». В первых двух наборах рассматривалось 68 974 SNP, включая позиции в SCN4A и PPIB. Все животные оказались гомозиготами по референтным аллелям. В третьем наборе проверены все шесть генов по координатам в геноме EquCab3.0; ни в одном случае отклонений от референса не выявлено.

Таким образом, у казахстанских лошадей не обнаружено ни одной из исследованных мутаций. Возможные причины заключаются в следующем: во-первых, данные варианты характерны для зарубежных пород (American Quarter Horse, American Paint Horse, тяжеловозы, липицианы), которые, вероятно, не завозились в Казахстан; во-вторых, традиционная система свободного выпаса способствует естественному отбору, снижая вероятность закрепления патологических аллелей.

Полученные результаты свидетельствуют о генетической чистоте Костанайской породы и Адайского типа по данным мутациям и подчёркивают значение традиционных методов коневодства в поддержании устойчивости популяций.

Ключевые слова: коневодство, генетические заболевания, костанайская порода, адайская порода, SNP-генотипирование, геномное секвенирование, генетическая мутация.

GENETIC MONITORING OF HEREDITARY DISEASES IN HORSES OF THE KOSTANAY AND ADAI BREEDS: FREQUENCY OF MUTATIONS IN SCN4A, GYS1, GBE1, PPIB, EDNRB AND STX17

Torekhanov A.A.* – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Kozhanov Zh.Y. – Master of Veterinary Sciences, Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Kaiypbay B.B. – Doctor of Veterinary Sciences, Kostanay Regional Territorial Inspection of the Committee for veterinary control and supervision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Talzhanov Y.A. – PhD, Kazakh National University of Water Resources and Irrigation, Taraz, Republic of Kazakhstan.

Hereditary diseases in horses significantly affect animal health, breeding efficiency, and athletic performance. This study conducted a genetic survey of six well-known mutations associated with equine disorders – HYPP (SCN4A), PSSM1 (GYS1), GBED (GBE1), HERDA (PPIB), LWFS (EDNRB), and Grey/melanoma (STX17) – in two Kazakh horse populations: Kostanay breed and Adai type.

The analysis included three data sets: genotypes of 1630 horses and genome-wide sequencing of 65 horses selected within the program BR10764999 “Development of technologies for effective selection management and preservation of the gene pool in horse breeding”; data of 96 horses selected within the program BR22885681 “Improvement of existing methods of managing the genetic resources of the Adai and Kostanay horses while preserving the gene pool of the Kostanay breed”. In the first two datasets, 68,974 SNPs were examined, including loci in SCN4A and PPIB. All horses were homozygous in terms of reference alleles. In the third dataset, all six genes were assessed according to the EquCab3.0 genome coordinates, with no deviations from the reference genome detected.

These findings demonstrate the complete absence of the tested mutations in Kazakh horses. Two factors may explain this result: first, the mutations are predominantly found in foreign breeds (American Quarter Horse, American Paint Horse, draft breeds, Lipizzaner), which were likely never introduced into Kazakhstan; second, the traditional free grazing management system promotes natural selection, reducing the probability of preserving deleterious alleles within local populations. The results indicate the genetic purity of the Kostanay breed and the Adai type with respect to the identified mutations, and emphasize the importance of traditional horse-breeding practices in maintaining population stability.

Key words: horse breeding, genetic diseases, Kostanay breed, Adai breed, SNP genotyping, genomic sequencing, genetic mutation.

Қысқашы. Жылқы шаруашылығындағы тұқым қуалайтын ауруларды зерттеу маңызды болып табылады, себебі олар жануарлардың денсаулығына ғана емес, сондай-ақ селекциялық жұмыстардың тиімділігіне және спорттық қолданылуына әсер етеді. Соңғы онжылдықтарда молекулалық генетика әдістері SCN4A, GYS1, GBE1, PPIB, EDNRB және STX17 гендеріндегі ауру тудыратын мутацияларды дәл анықтауға мүмкіндік берді. Бұл варианттар әртүрлі патологиялармен байланысты: бұлшықет дистрофиялары, дерматологиялық аурулар және түс пигментациясының бұзылыстары (мысалы, сұр түсті жылқылардағы меланома) [1, 13-65 б.]. Сонымен қатар, соңғы жылдары жүргізілген жаңа зерттеулер жылқы геномындағы тұқым қуалайтын аурулардың молекулалық негіздерін тереңірек сипаттауға мүмкіндік берді [2, 10-22 б.; 3, 1113-1124 б.].

Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, аталған мутациялардың таралу жиілігі әр түрлі тұқымдарда айтарлықтай өзгереді. Мысалы, HYPP/SCN4A мутациясы American Quarter Horse тұқымының halter бағытындағы желілерінде 29,9%-ға дейін жетеді [4, 556-564 б.]; PSSM1/GYS1 мутациясы ауыр жүк тұқымдарында 36%-ға дейін кездеседі, ал квотерхорстарда шамамен 10% деңгейінде таралған [5, 129-144 б.]. GBED/GBE1 мутациясы American Quarter Horse пен American Paint Horse популяцияларында тасымалдаушылық жиілігі 8–11% аралығында анықталған [6, с.228-233]. HERDA/PPIB мутациясы сирек кездескенімен, кейбір квотерхорс желілерінде 3–6%-ға жетеді [7, 572-580 б.]. LWFS/EDNRB мутациясы American Paint Horse популяциясында 21,6% гетерозиготтар үлесіне тең, ал frame overo тобының ішінде бұл көрсеткіш 89,5%-ға дейін жетеді [8, 93-102 б.]. Ал STX17 геніндегі дупликация сұр түсті тұқымдарда (липициан, андалуз) жоғары жиілікте кездесіп, кейбір популяцияларда аллельдік жиілік 0,83 деңгейіне жеткен [9, с. 306-309]. Жақында жүргізілген зерттеулер STX17 мутациясының геномдық көшірме санына байланысты жаңа үлгілерін сипаттады [10, 223-227 б.; 11, 112-124 б.], бұл аллельдің меланомамен байланысын тереңірек түсінуге мүмкіндік береді.

Қазақстанда дәстүрлі түрде өнімді жылқы шаруашылығы басым. Негізінен жылқыларды еркін жайылымда ұстау тәсілі қолданылады, бұл табиғи іріктеуге жағдай жасайды: әлсіз жануарлардың өмір сүру және ұрпақ беру мүмкіндігі төмен, ал экстерьері нашар айғырлар көбіне етке өткізіледі. Осының нәтижесінде тек төзімді және өнімді айғырлар ғана тұқым қалдырады [12]. Мұндай табиғи және жасанды іріктеу механизмдері патологиялық аллельдердің сақталу мүмкіндігін азайтады және популяцияның генетикалық тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Сонымен бірге Қазақстанда соңғы жылдары спорттық жылқы шаруашылығы белсенді дамып келеді. Осы мақсатта XX ғасырда шетелдік айғырларды пайдалану арқылы Қостанай жылқы тұқымы шығарылды [13]. Бұл тұқым жоғары жұмыс қабілеттілігімен, төзімділігімен және спорттық бағытта қолданылуымен ерекшеленеді. Ал Батыс Қазақстанның табиғи ерекшеліктеріне (қуаң және кең жайылымдар) бейімделген, ерекше төзімділігімен танылған Адай типі қалыптасты [14]. Бұл екі популяция қазіргі таңда Қазақстандағы ең маңызды жылқы топтарының бірі болып саналады, әрі олардың генетикалық жағдайын зерттеу ғылыми тұрғыда ғана емес, практикалық жағынан да маңызды.

Осыған байланысты бұл зерттеудің мақсаты – қазақстандық жылқы популяцияларында (Қостанай тұқымы және Адай типі) тұқым қуалайтын алты белгілі аурудың (HYPP/SCN4A, PSSM1/GYS1, GBED/GBE1, HERDA/PPIB, LWFS/EDNRB, Grey/STX17) [15, 102-107 б.] таралу жиілігін анықтау және Қазақстандағы спорттық пен өнімді жылқы шаруашылығына ықтимал селекциялық тәуекелдерді бағалау.

Зерттеудің мақсаты

Зерттеудің мақсаты – Қазақстандық жылқы популяцияларында (Қостанай және Адай тұқымы) тұқым қуалайтын алты белгілі ауруға (HYPP/SCN4A, PSSM1/GYS1, GBED/GBE1, HERDA/PPIB, LWFS/EDNRB, Grey/STX17) жауапты мутациялардың таралу жиілігін анықтау және олардың спорттық әрі өнімді жылқы шаруашылығына ықтимал селекциялық тәуекелдерін бағалау.

Міндеттері:

1. Қазақстандық жылқылардың негізгі екі популяциясында (Қостанай және Адай тұқымы) генетикалық материалдар жинау және оларға талдау жүргізу.
2. SCN4A, GYS1, GBE1, PPIB, EDNRB және STX17 гендеріндегі белгілі мутацияларды анықтау.
3. Алынған деректерді (SNP генотиптеу және толық геномдық секвенирлеу нәтижелері) салыстыру арқылы мутациялардың таралу жиілігін бағалау.
4. Зерттеу нәтижелерін халықаралық ғылыми деректермен салыстыру арқылы Қазақстан жылқыларының генетикалық ерекшеліктерін сипаттау.
5. Жылқы шаруашылығында селекциялық жұмысты жетілдіру және ұлттық генофондты сақтау үшін ғылыми негізделген ұсыныстар жасау.

Материалдар мен әдістер. *Генетикалық варианттар.* Анализ үшін жылқылардағы белгілі алты тұқым қуалайтын аурулар таңдалды: HYPP/SCN4A, PSSM1/GYS1, GBED/GBE1, HERDA/PPIB, LWFS/EDNRB, Grey/STX17. Бұл мутациялар қазіргі таңда жылқы генетикасында ең жиі зерттелетін және клиникалық тұрғыдан маңызды нұсқалар болып саналады. Олар әртүрлі ауруларға жауапты: бұлшықет қызметінің бұзылыстары, гликоген метаболизмінің патологиялары, дәнекер ұлпасының әлсіздігі, сондай-ақ түс пигментациясымен байланысты летальді жағдайлар.

Аталған мутациялар әлемдік әдебиетте кеңінен сипатталған және олардың жиілігі белгілі тұқымдарда зерттелген [1, 13-65 б.]. Мысалы, HYPP мутациясы (SCN4A) квотерхорс тұқымында [4,

с.556-564], ал PSSM1 (GYS1) ауыр жүк тұқымдарында [5, 129-144 б.] таралғаны белгілі. GBED (GBE1) мутациясы квотерхорстар мен пейнт-хорстарға тән [6, с.228-233], HERDA (PPIB) белгілі желілерде байқалады [7, 572-580 б.], LWFS (EDNRB) пейнт-хорстардың overo үлгісіндегі популяцияларында кездеседі [8, 93-102 б.], ал сұр түс пен меланомамен байланысты STX17 мутациясы липицциан және андалуз тұқымдарында жоғары жиілікке ие [9, 306-309 б.].

1. HYPP (гиперкалиемиалық мерзімді паралич). Калийге сезімталдықтың жоғарылауына байланысты бұлшықет дисфункциясымен байланысты бұзылыс, нәтижесінде параличтің мерзімді шабуылдары. Мақсатты ген SCN4A болып табылады, ол бұлшықет натрий арналарын кодтайды. Ол доминантты түрде тұқым қуалайды.

2. PSSM (полифосфорилазаны сақтайтын бұлшықет ауруы). Бұл ауру көмірсулар алмасуының бұзылуына байланысты бұлшықет әлсіздігін және зақымдануды тудырады. Мақсатты ген – бұлшықеттерде гликогеннің жиналуымен байланысты GYS1. Ол доминантты түрде тұқым қуалайды.

3. GBED (гликоген тармақталу ферментінің тапшылығы). Құлындардағы гликоген алмасуы бұзылып, әлсіздікке, құрысуларға және ерте жаста өлімге әкелетін өлімге әкелетін ауру. Гликоген молекулаларының тармақталуына жауап беретін GBE1 геніндегі мутация. Тұқым қуалаушылық рецессивті.

4. HERDA (тұқым қуалайтын дерматологиялық аномалия). Жылқылардың терісі өте нәзік, тез зақымданатын және нашар жазылатын жағдай. PPIB геніндегі мутация. Рецессивті тұқым қуалаушылық.

5. LWFS (өлетін ақ құлын синдромы). Ауру ақ түсті белгілі бір түрі бар құлындарда ішектің қалыпты жұмысының болмауымен байланысты. Түс және ішек дисфункциясымен байланысты EDNRB геніндегі мутация. Тұқым қуалаушылық рецессивті.

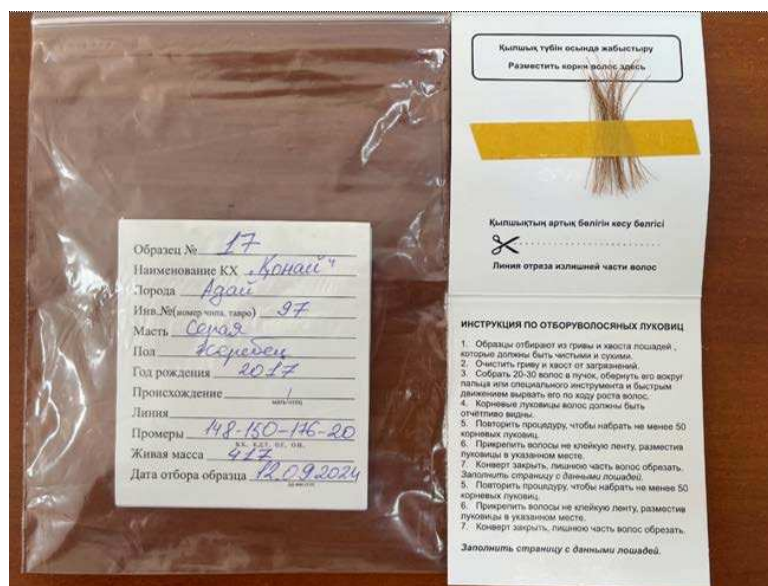
6. CSPP (конъюнктивалық эктопия). Көру қабілетінің жоғалуына әкелуі мүмкін көз тініндегі дегенеративті өзгерістер. Кейбір маркерлер STX17 сияқты көздің және тіндердің дамуына қатысатын гендердің мутацияларымен байланысты.

Бұл мутациялардың барлығы EquCab3.0 (Equus caballus genome assembly) нұсқасына сәйкес геномдық координаттары анықталған. Координаттарды пайдалану талдаудың нақтылығын қамтамасыз етеді, себебі әртүрлі зерттеу орталықтарындағы деректерді салыстыруға мүмкіндік береді (1 кесте).

1 кесте – Жылқы геномындағы тұқым қуалайтын варианттардың координаттары (EquCab3.0)

Фенотип / ген	HGVS (c./p.)	EquCab3.0 координаттары
HYPP / SCN4A	c.4248C>G (p.Phe1416Leu)	chr11: g.15474228C>G
PSSM1 / GYS1	c.926G>A (p.Arg309His)	chr10: g.19203501C>T
GBED / GBE1	c.102C>A (p.Tyr34*)	chr26: g.8667651C>A
HERDA / PPIB	c.115G>A (p.Gly39Arg)	chr1: g.129307092G>A
LWFS / EDNRB	c.353_354delinsAG (p.Ile118Lys)	chr17: g.50503041_50503042delinsCT
Grey / STX17	4.6 kb дупликация (интрон 6)	chr25: g.6625295_6629872dup

Деректер жиынтығы 1. Анализге BR10764999 «Жылқы шаруашылығында селекциялық процесті тиімді басқару және генофондты сақтау технологияларын әзірлеу» ғылыми-зерттеу жобасы аясында жиналған деректер енгізілді (сурет 1). Бұл жоба Қазақстан Республикасында жылқы шаруашылығын генетикалық тұрғыда зерттеуге және ұлттық жылқы популяцияларының генофондын қорғауға бағытталған іргелі жұмыстардың бірі болып табылады.



1 сурет – ДНҚ талдауына жылқы қылын жинау үлгісі

Зерттеу барысында 1630 жылқының генотиптері алынды. Үлгілер әртүрлі аймақтардағы жылқы шаруашылықтарынан жиналып, популяциялық алуандықты барынша қамтуға бағытталды. Генотиптеу үшін Illumina Equine SNP80K array технологиясы пайдаланылды, ол жылқы геномының әртүрлі бөліктерінде орналасқан ондаған мың SNP маркерлерін қамтиды және қазіргі уақытта популяциялық генетикалық зерттеулерде ең жиі қолданылатын платформалардың бірі болып саналады.

Алынған деректердің негізінде Қазақстан жылқыларының генетикалық құрылымы, селекциялық ерекшеліктері және тұқым қуалайтын ауруларға бейімділігі зерттелді. Жиналған массив зерттеу жұмысының негізгі ресурсы болып табылады және келесі кезеңдерде салыстырмалы анализ жүргізу үшін пайдаланылды (2-кесте). Зерттеулер Адай және Қостанай тұқымы жылқылары арасында жүргізілді (сурет 2, 3).

2 кесте – BR10764999 жобасындағы жылқылардың популяциялар бойынша бөлінуі

Жылқы популяциясы	Жылқы саны
Адай типі	209
Қостанай тұқымы	36
Көшім тұқымы	107
Муғалжар тұқымы	305
Найман типі	99
Тұқымсыз	301
Жабы типі	573
Барлығы	1630



2 сурет – Адай тұқымы жылқысы



3 сурет – Қостанай тұқымы жылқысы

2. Деректер жиынтығы. Зерттеудің екінші деректер жиынтығы BR22885681 «Қостанай тұқымының генофондын сақтай отырып, Адай және Қостанай жылқыларының генетикалық ресурстарын басқарудың қолданыстағы әдістерін жетілдіру» жобасы аясында жиналды. Бұл жоба Қазақстандағы екі

негізгі жылқы популяциясына – Адай типіне және Қостанай тұқымына – бағытталған, олардың генетикалық ерекшеліктерін зерттеу және селекциялық жұмысқа ғылыми негіздеме құру мақсатын көздейді.

Жоба шеңберінде барлығы 96 жылқының үлгілері алынып, генотиптеу жүргізілді. Үлгілер әртүрлі шаруашылықтардан жиналып, популяциялық әртүрлілікті қамтуға назар аударылды. Генотиптеу әдісі ретінде Illumina Equine SNP80K array пайдаланылды, бұл технология бірінші деректер жиынтығында да қолданылған. Осылайша, екі деректер жиынтығы арасындағы нәтижелерді тікелей салыстыруға мүмкіндік берілді, бұл салыстырмалы генетикалық талдау жүргізу үшін үлкен артықшылық болып табылады.

Алынған деректердің көмегімен Адай және Қостанай жылқыларының генетикалық құрылымындағы ұқсастықтар мен айырмашылықтарды, сондай-ақ тұқым қуалайтын ауруларға байланысты варианттардың болуы немесе болмауын зерттеу көзделді. Бұл деректер отандық жылқылардың селекциялық әлеуетін бағалауда ерекше маңызды (3-кесте).

3 кесте – Секвенирленген жылқылардың популяциялар бойынша бөлінуі

Жылқы популяциясы	Жылқы саны
Адай типі	15
Қостанай тұқымы	10
Муғалжар тұқымы	20
Жабы типі	20
Барлығы	65

3. Деректер жиынтығы. Үшінші деректер жиынтығына барлығы 65 жылқының толық геномдық секвенирлеу (Whole-Genome Sequencing, WGS) деректері енгізілді. Бұл деректер жиынтығы Illumina платформасында жоғары өнімділікпен алынған және жылқы геномындағы барлық нуклеотидтік позицияларды қамтитын ең толық генетикалық ақпаратты ұсынады.

Толық геномдық секвенирлеу деректері белгілі бір мутацияларды ғана емес, сонымен қатар геномның кез келген бөлігіндегі жаңа немесе сирек кездесетін варианттарды анықтауға мүмкіндік береді. Бұл әдіс популяциялық генетикада, селекциялық жұмыстарда және тұқым қуалайтын ауруларды диагностикалауда кеңінен қолданылады.

Осы деректер жиынтығында әртүрлі популяцияларға жататын жануарлар қамтылды. Әр популяциядан алынған үлгілердің саны 3-кестеде көрсетілген. Бұл үлестірілім зерттеу барысында популяциялар арасындағы генетикалық айырмашылықтарды және тұқым қуалайтын ауруларға байланысты варианттардың таралуын салыстыруға мүмкіндік берді.

Нәтижелер. Деректер жиынтығы 1. 1630 жылқының Illumina Equine SNP80K array арқылы алынған генотиптеу деректері талданды. Жалпы 68 974 SNP позициясы бойынша тексеру жүргізілді. SCN4A және PPIB гендерінде орналасқан локустар бойынша SNP мәліметтері қолжетімді болды. Талдау нәтижесінде барлық жануарларда осы локустар бойынша жабайы типті аллельдің гомозиготты жағдайы анықталды. Бұл дегеніміз, зерттелген популяцияда HYPP (SCN4A) және HERDA (PPIB) аурулары үшін белгілі мутациялар кездеспеді. Бұл нәтижелер, әсіресе, үлкен көлемдегі (n=1630) популяция үлгісінде, Қазақстан жылқыларының генетикалық құрылымында бұл мутациялардың таралмағанын айқын көрсетеді.

Деректер жиынтығы 2. Қосымша 96 жылқы (Адай және Қостанай тұқымы) бойынша алынған деректер де сол Illumina SNP80K array чипімен талданды. Мұнда да SCN4A және PPIB гендеріндегі SNP позициялары бойынша барлық жылқылар гомозиготты референтті аллельге ие болды.

Бұл кішігірім, бірақ мақсатты түрде таңдалған топ (спорттық және төзімділікке бағытталған екі популяция) деректері бірінші жобаның нәтижелерін растады: аталған мутациялар Қазақстан жылқыларында анықталған жоқ.

Деректер жиынтығы 3. Бұл топ үшін алты ген (SCN4A, GYS1, GBE1, PPIB, EDNRB, STX17) бойынша 1-кестеде көрсетілген нақты нуклеотидтік позициялар тексерілді. Әрбір локус бойынша референтті геномға сәйкестік бағаланды.

Секвенирлеу нәтижесінде:

SCN4A геніндегі HYPP мутациясы (chr11: g.15474228C>G) тіркелмеді;

GYS1 геніндегі PSSM1 мутациясы (chr10: g.19203501C>T) анықталмады;

GBE1 геніндегі GBED мутациясы (chr26: g.8667651C>A) кездеспеді;

PPIB геніндегі HERDA мутациясы (chr1: g.129307092G>A) табылған жоқ;

EDNRB геніндегі LWFS мутациясы (chr17: g.50503041_50503042delinsCT) байқалмады;

STX17 геніндегі сұр түс пен меланомаға жауапты дупликация (chr25: g.6625295_6629872dup)

тіркелмеді.

Яғни толық геномдық секвенирлеу деректері бойынша да зерттелген жылқыларда бұл мутациялар мүлдем анықталған жоқ.

Талқылау. Зерттеу нәтижелері тексерілген мутациялардың (SCN4A, GYS1, GBE1, PPIB, EDNRB, STX17) қазақстандық жылқыларда толықтай жоқ екенін көрсетті. Бұл мәліметтер ірі көлемдегі SNP деректерінің жиынтықтарында (68 974 SNP, $n = 1630$ және $n = 96$) және толық геномдық секвенирлеуде (65 бас) бірдей расталды. HYPP, PSSM1, GBED, HERDA, LWFS және Grey/меланомаға жауапты мутациялардың ешқайсысы анықталған жоқ.

Бұл қорытындылар белгілі мутациялардың географиялық және тұқымдық ерекшеліктерімен толық сәйкес келеді. HYPP және HERDA көбіне American Quarter Horse жылқыларында кездеседі [4, с.556-564], GBED және LWFS – American Quarter Horse пен Paint Horse жылқыларында [6, с.228-233; 8, с.93-102], PSSM1 – ауыр жүк тасушы тұқымдарда және кейбір спорттық тұқымдарда [5, с.129-144], ал STX17 мутациясы сұр тұқымды (липициан, андалуз) жылқыларға тән [9, с. 306-309]. Қазақстандық жылқыларда аталған мутациялардың кездеспеуінің алғашқы себебі – бұл аллельдердің негізінен шетелдік популяцияларда қалыптасып, Қазақстанға жүйелі түрде әкелінбеуі.

Екінші маңызды фактор – Қазақстандағы дәстүрлі мал шаруашылығы жағдайлары. Жылқыларды еркін жайылымда ұстау табиғи сұрыпталуға мүмкіндік береді: денсаулығында ақауы бар малдың өмір сүру және көбею ықтималдығы төмен, ал экстерьерлік немесе өнімділік сапасы нашар айғырлар әдетте сойылады. Нәтижесінде тек ең төзімді және өміршең жануарлар ғана тұқым қалдырады [12]. Бұл ерекшеліктер тұқым қуалайтын патологиялық аллельдердің сақталу және таралу мүмкіндігін айтарлықтай төмендетеді.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері Қазақстандағы Қостанай тұқымы мен Адай типіндегі жылқыларда аталған тұқым қуалайтын аурулардың генетикалық тұрғыдан таралмағанын айғақтайды. Бұл деректер генетикалық тазалықты ғана емес, сонымен қатар Қазақстандағы дәстүрлі жылқы шаруашылығы тәжірибелерінің тиімділігін де дәлелдейді.

Сонымен бірге, осы жұмыстың бірнеше шектеулері бар. Біріншіден, зерттеу тек алты белгілі мутацияға бағытталды; басқа сирек кездесетін немесе жаңа патологиялық варианттар қарастырылған жоқ. Екіншіден, зерттелген популяциялар саны шектеулі болды: негізінен Қостанай тұқымы мен Адай типі қамтылды, ал Қазақстандағы басқа жергілікті және будан популяциялар толық талданбады. Үшіншіден, Illumina SNP80K array технологиясы кең көлемді талдау жүргізуге мүмкіндік бергенімен, барлық ықтимал патогенді варианттарды қамтымайды.

Осы себепті, қазіргі жұмыс пилоттық зерттеу ретінде қарастырылады. Алдағы кезеңде зерттеуді кеңейтіп, Қазақстандағы басқа тұқымдар мен типтерді, сондай-ақ толық геномдық секвенирлеу деректерін пайдаланып, басқа белгілі және жаңа мутацияларды тексеру қажет. Әсіресе, халықаралық деректер базаларында сипатталған қосымша генетикалық ауруларға қатысты валидациялық зерттеулер жүргізу жоспарлануда.

Жалпы алғанда, бұл жұмыс Қазақстан жылқыларының генетикалық тұрақтылығын көрсетіп қана қоймай, болашақ селекциялық бағдарламаларда тұқым қуалайтын ауруларды бақылау үшін ғылыми негіз қалайды.

Қаржыландыру туралы ақпарат. Бұл жұмыс Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі қаржыландыратын BR22885681 «Қостанай тұқымының генофондын сақтай отырып, Адай және Қостанай жылқыларының генетикалық ресурстарын басқарудың қолданыстағы әдістерін жетілдіру» жобасы аясында жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Elisabeth Sundström., et al. **Copy number expansion of the STX17 duplication in melanoma tissue from grey horses.** BMC Genomics, 2012, vol. 13, art. 365. <https://rdcu.be/eG1Ji> (сұрау күні: 20.05.2025).
2. Pozharskiy A., et al. (2023). **Genetic structure and genome-wide association study of the traditional Kazakh horses.** [Text] / A. Pozharskiy, et al. // Animal-2023. – vol.17 (сұрау күні: 20.05.2025). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731123002239>
3. Kabyrbekova D., et al. (2024). **Genetic Studies and Breed Diversity of Kazakh Native Horses: A Comprehensive Review.** [Text] / D. Kabyrbekova, et al. // Adv Life Sci – 2024. – 11(3) – P.1113-1124. <https://www.als-journal.com/articles/vol11issue1/1113.24/2809.pdf> (сұрау күні: 20.03.2025).
4. Naylor, J. M. et al **Familial incidence of hyperkalemic periodic paralysis in Quarter Horses** [Text] / J. M. Naylor, et al // Journal of the American Veterinary Medical Association. – 1992. – P.556-564, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39143381/> (сұрау күні: 19.02.2025).
5. McCue, M. E. et al. **Glycogen synthase 1 (GYS1) mutation in diverse breeds with polysaccharide storage myopathy** [Text] / M. E. McCue et al. //Genomics. – 2008. – P.129-144, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18691366/> (сұрау күні: 16.01.2025).
6. Ward, T. L. et al. **Glycogen branching enzyme deficiency in quarter horse foals** [Text] / T. L. Ward, et al. // Journal of Veterinary Internal Medicine. – 2004. – P.228-233, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11817063/> (сұрау күні: 20.05.2025).

7. Tryon, R. C. et al. **Homozygosity mapping approach identifies a missense mutation in equine cyclophilin B (PPIB) associated with HERDA in the American Quarter Horse** [Text] / R. C. Tryon, et al. // *Genomics*. – 2007. – P.572-580, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17498917/> (сұрау күні: 29.05.2025).
8. Santschi, E. M. et al. **Endothelin receptor B polymorphism associated with lethal white foal syndrome in horses** [Text] / E. M. Santschi, et al. // *Mammalian Genome*. – 1998. – P.93-102, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9530628/> (сұрау күні: 05.06.2025).
9. Santschi, E. M. et al. **Incidence of the endothelin receptor B mutation that causes lethal white foal syndrome in white-patterned horses**. [Text] / E. M. Santschi, et al. // *Am J Vet Res*. – 2001 Jan, – vol.62(1). – P.97-103., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11197568/> (сұрау күні: 05.06.2025).
10. Nowacka-Woszek J., et al. **The equine graying with age mutation of the STX17 gene: A copy number study using droplet digital PCR reveals a new pattern**. [Text] / J. Nowacka-Woszek, et al. // *Anim Genet*.-2021. vol. 52 – P.223-227. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33550611/> (сұрау күні: 25.03.2025).
11. Andersson L. **White horses – non-coding sequences drive premature hair greying and susceptibility to melanoma**. [Text] / L. Andersson // *Nat Rev Genet*. – 2024. vol. 129. – P.112-124. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38571883/>
12. Назарбаев, Н. және т.б. **Қазақстандағы дәстүрлі мал шаруашылығы** [Text] / Н. Назарбаев және т.б. – Астана: Фолиант, 2015.
13. Ахметов, Қ. **Қостанай жылқы тұқымы** [Text] / Қ. Ахметов. – Алматы: Қайнар, 1985.
14. Құрманғожин, А. **Адай жылқысы** [Text] / А. Құрманғожин. – Ақтау: Ш. Есенов атындағы КМТУ баспасы, 2010.
15. Etalon Equine Genetics. (2024). **Top genetic muscle conditions in horses: What to know and why testing matters**. – 2024.(102-107) <https://etalondx.com/news-media/top-genetic-muscle-conditions-in-horses-what-to-know-and-why-testing-matters/> (сұрау күні: 30.05.2025).

REFERENCES:

1. Elisabeth Sundström., et al. **Copy number expansion of the STX17 duplication in melanoma tissue from Grey horses**. *BMC Genomics*, 2012, vol. 13, art. 365. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-13-365>.
2. Pozharskiy A., et al. (2023). **Genetic structure and genome-wide association study of the traditional Kazakh horses**. *Animal*, 2023, vol. 17, iss. 9, art. 100926. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100926>.
3. Kabyrbekova D., et al. **Genetic studies and breed diversity of kazakh native horses: a comprehensive review**. *Adv Life Sci.*, 2024, 11(3), pp.18-27. <http://dx.doi.org/10.62940/als.v11i1.2809>.
4. Naylor J.M., et al **Familial incidence of hyperkalemic periodic paralysis in quarter horses**. *J Am Vet Med Assoc.*, 1992, vol. 200, no. 3, pp. 340-343, available at:<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1548168/> (accessed 19 February 2025).
5. McCue M.E. et al. **Glycogen synthase 1 (GYS1) mutation in diverse breeds with polysaccharide storage myopathy**. *J Vet Intern Med.*, 2008, vol. 22, iss.5, pp. 1228-1233. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2008.0167.x>.
6. Ward T.L. et al. **Glycogen branching enzyme deficiency in quarter horse foals**. *J Vet Intern Med*. 2001, vol. 15, iss. 6, pp. 572-580. DOI: 10.1892/0891-6640(2001)015<0572:gbediq>2.3.co;2.
7. Tryon R.C. et al. **Homozygosity mapping approach identifies a missense mutation in equine cyclophilin B (PPIB) associated with HERDA in the American Quarter Horse**. *Genomics*, 2007, vol. 90, iss. 1, pp. 93-102. DOI: 10.1016/j.ygeno.2007.03.009.
8. Santschi E.M. et al. **Endothelin receptor B polymorphism associated with lethal white foal syndrome in horses**. *Mammalian Genome*, 1998, vol. 9, iss. 4, pp. 306-309. DOI: 10.1007/s003359900754.
9. Santschi E.M. et al. **Incidence of the endothelin receptor B mutation that causes lethal white foal syndrome in white-patterned horses**. *Am J Vet Res.*, 2001, vol. 62, iss. 1, pp. 97-103. DOI: 10.2460/ajvr.2001.62.97.
10. Nowacka-Woszek J., et al. **The equine graying with age mutation of the STX17 gene: A copy number study using droplet digital PCR reveals a new pattern**. *Anim Genet.*, 2021, vol. 52, iss. 2, pp. 223-227. DOI: 10.1111/age.13044.
11. Andersson L. **White horses – non-coding sequences drive premature hair greying and susceptibility to melanoma**. *Ups J Med Sci.*, 2024, vol. 129. DOI: 10.48101/ujms.v129.10626.
12. Nazarbaev N., et al. **Kazakstandagy dastyrly mal sharuashylygy** [Traditional livestock farming in Kazakhstan]. Astana, Foliant, 2015. (In Kazakh)
13. Ahmetov K. **Kostanaj zhylyky tukymy** [Kostanay horse breed]. Almaty, Kajnar, 1985. (In Kazakh)
14. Kurmangozhin A. **Adaj zhylykysy** [Adai horse]. Aktau, Sh. Esenov atyndagy KMTU baspasy, 2010. (In Kazakh)
15. Etalon Equine Genetics. **Top genetic muscle conditions in horses: What to know and why testing matters**. 2024, available at: <https://etalondx.com/news-media/top-genetic-muscle-conditions-in-horses-what-to-know-and-why-testing-matters>. (accessed 30 May 2025).

Авторлар туралы мәліметтер:

Тореханов Айбын Әдепханұлы* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Басқарма төрағасы, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050035, Алматы қ., Жандосов көш, 51 үй, тел.: 87788287788, e-mail: torehanov.aibyn@mail.ru.

Қожанов Жасұлан Ертайұлы – ветеринария ғылымдарының магистрі, жылқы және түйе шаруашылығы бөлімінің меңгерушісі, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050035, Алматы қ., Жандосов көш, 51 үй, тел.: 87010331117, e-mail: zhassulan_888@mail.ru.

Қайыпбай Берікжан Балапанұлы – ветеринария ғылымдарының докторы, ҚР АШМ Ветеринариялық бақылау және қадағалау комитетінің Қостанай облыстық аумақтық инспекциясының басшысы, Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34 үй, тел.: 87776377177, e-mail: berikzhan_7@mail.ru.

Талжанов Еркебұлан Айтқазыұлы – PhD, Қазақ ұлттық су шаруашылығы және ирригация университеті, Қазақстан Республикасы, 080000, Тараз, Сәтбаев көш. 28, тел.: 87711017474, e-mail: yerke.talzhhanov@mail.ru.

Тореханов Айбын Адепханович* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Председатель Правления, ТОО «КазНИИЖуК», Республика Казахстан, 050035, г. Алматы, ул. Жандосова 51, тел.: 87788287788, e-mail: torehanov.aibyn@mail.ru.

Кожанов Жасулан Ертаевич – магистр ветеринарных наук, зав. отделом коневодства и верблюдоводства, ТОО «КазНИИЖуК», Республика Казахстан, 050035, г. Алматы, ул. Жандосова 51, тел.: 87010331117, e-mail: zhassulan_888@mail.ru.

Қайыпбай Берікжан Балапанович – доктор ветеринарных наук, Руководитель Костанайской областной территориальной инспекции Комитета ветеринарного контроля и надзора МСХ РК, Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая 34, тел.: 87776377177, e-mail: berikzhan_7@mail.ru.

Талжанов Еркебұлан Айтқазыевич – PhD, Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации, Республика Казахстан, 08000, г.Тараз, ул. Сатпаева 28, тел.: 87711017474, e-mail: yerke.talzhhanov@mail.ru.

Torekhanov Aibyn Adepkhanovich* – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chairman of the Board, Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging LLP, Republic of Kazakhstan, 050035, Almaty, 51 Zhandossov Str., tel.: 87788287788, e-mail: torehanov.aibyn@mail.ru.

Kozhanov Zhassulan Yertayevich – Master of Veterinary Sciences, Head of the Department of horse and camel breeding, Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging LLP, Republic of Kazakhstan, 050035, Almaty, 51 Zhandossov Str., tel.: 87010331117, e-mail: zhassulan_888@mail.ru.

Kaiypbay Berikzhan Balapanovich – Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Kostanay regional territorial inspection of the Committee for veterinary control and supervision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel.: 87776377177, e-mail: berikzhan_7@mail.ru.

Talzhhanov Yerkebulan Aitkazyevich – PhD, Kazakh National University of Water Resources and Irrigation, Republic of Kazakhstan, 080000, Taraz, 28 Satpayev Str., tel.: 87711017474, e-mail: yerke.talzhhanov@mail.ru.

МРНТИ 68.29.19

УДК 633.11: 630*232.323.3

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531263>

**РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ СЕВА
НА ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

Тулаев Ю.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель научного мероприятия, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева», п. Научный, Акмолинская область, Республика Казахстан.

Тулькубаева С.А.* – доктор сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор, ученый секретарь, ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное», с. Заречное, Костанайская область, Республика Казахстан.

Сомова С.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории точного и органического земледелия, ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное», с. Заречное, Костанайская область, Республика Казахстан.

Выбор срока посева сельскохозяйственных культур является агротехническим приёмом, позволяющим ставить растения в течение всего периода вегетации в определённые условия произрастания, что оказывает существенное влияние на их продуктивность. Цель работы – выявить оптимальные сроки посева яровой пшеницы, возделываемой третьей культурой после пара (стерневой фон), обеспечивающие подходящие условия для роста и развития растений (температура воздуха, осадки), высокий уровень урожайности и качество продукции в условиях меняющегося климата Северного Казахстана. По результатам исследований выявлено, что наилучшие условия для яровой пшеницы, возделываемой по стерневому предшественнику, а именно рост и развитие по изучаемым вариантам в 2023 г. были отмечены на сроках посева, начиная с 25 мая. Максимальная урожайность яровой пшеницы в зависимости от сроков сева наблюдалась при посеве 27 мая – 24,06 ц/га, 30 мая – 23,55 ц/га и 05 июня – 22,55 ц/га, что превысило контрольный вариант – срок посева 15 мая на 11,10 ц/га, 10,59 ц/га и 9,5 ц/га соответственно. С учётом сложившихся погодных условий в августе и сентябре 2023 г. стоит отметить максимальные показатели качества зерна яровой пшеницы при посеве 05 июня: количество протеина в зерне составило 15,2%, содержание клейковины – 27,3%.

Ключевые слова: яровая пшеница, срок посева, стерневой предшественник, вегетационный период, урожайность, качество зерна.

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚАРА ТОПЫРАҚТЫ ЖЕРЛЕРІНДЕ ЖАЗДЫҚ БИДАЙДЫҢ ӘРТҮРЛІ СЕБУ МЕРЗІМДЕРІНДЕГІ ӨСУІ МЕН ӨНІМДІЛІГІ

Тулаев Ю.В. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ғылыми іс-шараның жетекшісі, «А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Научный кенті, Ақмола облысы, Қазақстан Республикасы.

Тулкубаева С.А.* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, ғылыми хатшы, «Заречное» ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Заречное ауылы, Қостанай облысы, Қазақстан Республикасы.

Сомова С.В. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, нақты және органикалық егіншілік зертханасының аға ғылыми қызметкері, «Заречное» ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Заречное ауылы, Қостанай облысы, Қазақстан Республикасы.

Ауыл шаруашылығы дақылдарды себу мерзімін таңдау агротехникалық әдіс болып табылады, бұл өсімдіктерді бүкіл вегетациялық кезеңде белгілі бір өсу жағдайларына қоюға мүмкіндік береді, бұл олардың өнімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Жұмыстың мақсаты – өсімдіктердің өсуі мен дамуы үшін қолайлы жағдайларды (ауа температурасы, жауын-шашын), Солтүстік Қазақстан климаттың өзгеруі жағдайында өнімділіктің жоғары деңгейін және өнім сапасын қамтамасыз ететін, сүрі жерден кейін үшінші дақылмен өсірілетін жаздық бидайды егудің оңтайлы мерзімдерін анықтау. Зерттеу нәтижелері бойынша алдыңғы сабан өріс бойынша өсірілетін жаздық бидай үшін ең жақсы жағдайлар, атап айтқанда зерттелетін нұсқалар бойынша өсу мен даму 2023 ж. 25 мамырдан бастап егу мерзімдерінде атап өтілгені анықталды. Егіс мерзіміне байланысты жаздық бидайдың максималды өнімділігі 27 мамырда – 24,06 ц/га, 30 мамырда – 23,55 ц/га және 05 маусымда – 22,55 ц/га егу кезінде байқалды, бұл 15 мамырда себу мерзімі бақылау нұсқасынан асып түсті – 11,10 ц/га, 10,59 ц/га және 9,5 ц/га тиісінше. 2023 ж. тамыз және қыркүйек айларында қалыптасқан ауа райы жағдайларын ескере отырып 05 маусымда егу кезінде жаздық бидай дәнінің максималды сапа көрсеткіштерін атап өткен жөн: дәндегі ақуыз мөлшері 15,2%, ақуыз мөлшері 27,3% құрады.

Түйінді сөздер: жаздық бидай, себу мерзімі, алдыңғы сабан өріс, вегетациялық кезең, өнімділік, астық сапасы.

DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT AT VARIOUS SOWING TIMES ON CHERNOZEM SOILS OF THE NORTHERN KAZAKHSTAN

Tulayev Yu.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Scientific Event Manager, A.I.Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, Nauchnyi village, Akmola region, Republic of Kazakhstan.

Tulkubayeva S.A.* – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Scientific Secretary, Agricultural experimental station “Zarechnoye” LLP, Zarechnoye village, Kostanay region, Republic of Kazakhstan.

Somova S.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Precision and Organic Farming, Agricultural experimental station “Zarechnoye” LLP, Zarechnoye village, Kostanay region, Republic of Kazakhstan.

The choice of sowing time for agricultural crops is an agrotechnical practice that allows plants to be placed under specific growing conditions throughout the entire vegetation period, which has a significant impact on their productivity. The research purpose is to identify the optimal sowing dates for spring wheat,

cultivated as a third crop after fallow (stubble background), providing suitable conditions for plant growth and development (air temperature, precipitation), high yields and product quality in a changing climate of the Northern Kazakhstan. The research findings identified the best conditions for spring wheat cultivated on a stubble predecessor, namely, growth and development according to the studied options in 2023, were noted at sowing dates starting from May 25. The highest yield of spring wheat, depending on the sowing date, was observed when sown on May 27 (24.06 c/ha), May 30 (23.55 c/ha), and June 5 (22.55 c/ha), which exceeded the control variant (sowing on May 15) by 11.10 c/ha, 10.59 c/ha, and 9.50 c/ha, respectively. Considering the weather conditions observed in August and September 2023, it is noteworthy that the highest grain quality of spring wheat was recorded for the June 5 sowing date: the protein content in the grain reached 15.2%, while gluten content amounted to 27.3%.

Key words: spring wheat, sowing time, stubble predecessor, vegetation period, yield, grain quality.

Введение. Пшеница – зерновая культура, занимающая ключевое место в экономике ряда стран мира. Казахстан известен на мировом рынке как страна-экспортер пшеницы. Пшеница играет решающую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны [1, с.95].

В настоящее время в научном сообществе формируется понимание того, что климатические изменения оказывают значительное влияние на урожайность и качество готовой продукции сельскохозяйственных культур. Это понимание предполагает, что исследования последствий изменения климата должны уделять особое внимание изучению влияния экстремальных климатических явлений на рост сельскохозяйственных культур [2, с.5]. Без изучения поведения растений в режиме циклических колебаний климата не удастся разработать систему рационального природопользования и повысить эффективность растениеводства [3, с.137].

Современный опыт земледелия показывает возможность повышения продуктивности и качества яровой пшеницы в непростых погодных условиях [4, с.160]. Правильный подбор срока посева позволяет растениям пройти фенологические фазы роста и развития в лучшие периоды влагообеспеченности посевов и гарантирует формирование высоких урожаев и качественных семян [5, с.172; 6, с.13; 7, с.22]. На длительность вегетационного периода влияют множество факторов: температурные показатели и их колебания, количество осадков, длительность светового дня, географические и погодные условия [8, с.19].

В условиях Северного Казахстана в первом минимуме чаще всего находится влага, поэтому оптимальный срок посева яровой пшеницы является одним из важных приемов рационального использования влаги и повышения урожая [9, с.96].

Влияние сроков посева на урожайность зерна составляет около 10%, по сравнению с сортом (1%), а остальная часть связана с неуправляемыми факторами местоположения и временем года [10, с.958]. При выборе срока посева необходимо иметь в виду, что диапазон этот может быть довольно большим, поскольку сорта по своим биологическим особенностям имеют существенные различия [11, с.43]. При правильно выбранном сроке посева уровень урожайности может возрасти почти в два раза [12, с.60].

Цель работы – выявить оптимальные сроки посева яровой пшеницы, возделываемой третьей культурой после пара (стерневой фон), обеспечивающие подходящие условия для роста и развития растений (температура воздуха, осадки), высокий уровень урожайности и качество продукции в условиях меняющегося климата Северного Казахстана.

Задачи:

1. Провести фенологические наблюдения за развитием яровой пшеницы в зависимости от сроков посева и метеоусловий года исследований.
2. Провести анализ урожайности яровой пшеницы, посеянной в различные сроки сева по стерневому предшественнику.
3. Определить показатели качества яровой пшеницы в зависимости от сроков посева.

Материалы и методы. Исследования проводились на опытных участках ТОО «СХОС «Заречное», близ с. Заречное, которые расположены на полого-наклонной равнине верхней надпойменной террасе правого берега р. Тобол, сложенной четвертичными аллювиальными отложениями, супесями, песками, глинистыми песками, суглинками и глинами. Исследуемый участок длительное время используется в сельскохозяйственном производстве, а, начиная с 2001 г., на данном участке проводится возделывание культур в системе сберегающего земледелия.

Возделывание яровой пшеницы проводилось по технологии нулевой обработки почвы. Посев выполнялся сеялками, оборудованными анкерными сошниками системой точного дозирования FreeSelect. В опыте возделывался сорт яровой пшеницы Омская 18.

В опыте изучались сроки посева яровой пшеницы, возделываемой третьей культурой после пара (стерневой фон): 15 мая (контроль), 18 мая, 22 мая, 25 мая, 27 мая, 30 мая, 05 июня. Опытные делянки (севооборотные поля) имеют размеры 100×80 м = 8000 м². Повторность опыта 3-кратная.

Фенологические наблюдения проводились дистанционно и с применением портативных приборов GreenSeeker, N-tester и глазомерно, предусмотренные соответствующими методиками (Майсuryн Н.А., 1964; Горин А.П., Дунин М.С., Коновалов Ю.Б. и др., 1968).

Агрометеорологические наблюдения выполнялись самостоятельно с использованием показаний автоматической метеостанции Cairros и по данным метеопоста Костанай РГП «Казгидромет». Измерялись среднесуточная температура воздуха и сумма эффективных температур. В течение вегетации проводился учёт количества выпадения осадков.

Отбор снопов растений для определения величины урожая, продуктивности растений и структуры органической массы выполнялся в двух повторностях опыта.

Учёт урожая и отбор проб зерна проводились для определения его влажности, засорённости, массы 1000 семян, пищевых достоинств.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась по Б.А. Доспехову. Для всех данных принят уровень значимости 5% ($P_{0,05}$).

Нами осуществлён мониторинг погодных условий 2023 г., в том числе выпадения осадков в зоне проведения исследований с применением автоматической метеостанции Cairros (рисунок 1).



Рисунок 1 – Распределение осадков по декадам с апреля по август, 2023 г.

Данные мониторинга за осадками указывают на крайне неблагоприятные условия, поскольку в период созревания урожая выпало 293% от среднегодовое нормы осадков, что в сумме с продолжившимися осадками сентября осложнило уборку зерновых и в значительной степени снизило качественные показатели. Кроме того, на ранних и средних оптимальных сроках посева (период до 27 мая) отмечено прорастание зерна в колосе на корню, что также указывает на сложность ситуации, сложившейся в период уборочной кампании 2023 г.

Результаты и обсуждение. В 2023 г. продолжен опыт по выявлению оптимальных сроков сева яровой пшеницы при сберегающей технологии возделывания. В связи с этим нами в период вегетации проводились наблюдения с определением фаз развития растений и занесением в журнал. Данные по фенологическим наблюдениям, полученные в условиях 2023 г. по стерновому фону, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Наступление фаз развития яровой пшеницы в зависимости от сроков посева, 2023 г.

Срок посева	Всходы	Кушение	Выход в трубку	Колошение	Цветение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость
15 мая (К)	24.05	10.06	21.06	09.07	16.07	31.07	06.08	17.08
18 мая	26.05	11.06	22.06	12.07	20.07	01.08	08.08	19.08
22 мая	31.05	13.06	24.06	14.07	23.07	03.08	12.08	23.08
25 мая	03.06	15.06	27.06	17.07	28.07	05.08	15.08	25.08
27 мая	05.06	17.06	28.06	19.07	30.07	08.08	18.08	27.08
30 мая	08.06	20.06	30.06	22.07	02.08	12.08	23.08	31.08
05 июня	14.06	01.07	07.07	26.07	08.08	17.08	31.08	06.09

Анализируя данные фенологических наблюдений на яровой пшенице, стоит отметить, что длина вегетационного периода, а, следовательно, и время наступления большинства фаз развития культуры, зависят от срока посева и условий года. В средний по увлажнению 2023 г. рост и развитие яровой пшеницы протекали с незначительными отклонениями, при этом наступление фаз развития, начиная с выхода в трубку, несколько более затяжным было на сроках, начиная с 25 мая. При этом чрезмерно увлажнённый август на наш взгляд позволил максимально раскрыть потенциал оптимальных сроков посева и по уровню урожая они оказались лучшими.

Установлено, что предшественник влияет на развитие культуры и урожай лишь отчасти, только в благоприятные по осадкам годы, а в сухие его роль резко возрастает.

Исследования, проведенные в 2006-2011 гг., доказали, что гарантом сохранения плодородия, эрозионно-устойчивым предшественником, позволяющим в остро засушливые годы получать стабильно высокие урожаи является гербицидный пар. Однако наиболее распространённым в зоне проведения исследований является стерневой предшественник, поэтому важно мониторить возможные отклонения в урожайности в условиях изменения климата для формирования оптимальных рекомендаций производству (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от сроков посева по стерневому предшественнику, 2023 г.

Место пшеницы в севообороте	Срок посева	Урожай зерна пшеницы, ц/га			
		I	II	III	среднее
Стерневой предшественник	15 мая (К)	11,77	13,50	13,62	12,96
	18 мая	9,90	10,62	10,68	10,40
	22 мая	18,56	20,14	19,30	19,33
	25 мая	20,40	23,35	21,74	21,83
	27 мая	22,20	26,98	22,99	24,06
	30 мая	23,76	24,66	22,24	23,55
	05 июня	19,67	23,16	24,82	22,55
НСР ₀₅ = 2,26					

Анализируя данные, полученные по урожайности яровой пшеницы по различным срокам посева, стоит отметить, что наилучшими сроками посева в условиях 2023 г. с ранней сухой весной и стабильными осадками, начиная со второй половины июня по конец июля, оказались сроки с 22 мая по 05 июня.

Несомненно, различия в урожайности культур, приведенные выше, дополняют показатели качества зерна, влияющие на конечную стоимость продукции (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели качества зерна яровой пшеницы в зависимости от сроков посева, 2023 г.

Поле севооборота	Срок посева	Протеин, %	Клейковина, %	Натура зерна, г/л	Класс качества
Стерневой предшественник	15 мая (К)	14,3	26,2	753	II
	18 мая	14,4	25,5	771	II
	22 мая	14,3	25,9	761	II
	25 мая	14,2	25,9	756	II
	27 мая	13,6	24,8	747	III
	30 мая	13,3	24,3	765	III
	05 июня	15,2	27,3	769	II

Данные по показателям качества зерна пшеницы в зависимости от сроков сева в 2023 г., позволяют сделать вывод, что в условиях года образцы, полученные при посеве 27 и 30 мая, относились к третьему классу по качеству. Некоторое снижение обусловлено осадками конца августа и сентября, которые привели к снижению показателей. Зерно яровой пшеницы, полученное при возделывании на сроках сева в период с 15 по 25 мая и 05 июня, имели второй класс качества.

Заключение. В целом стоит отметить, что наилучшие условия для яровой пшеницы, возделываемой по стерневому предшественнику, а именно рост и развитие по изучаемым вариантам в 2023 г., были отмечены на сроках посева, начиная с 25 мая.

Кроме того, в 2023 г. наиболее продуктивными были посеы яровой пшеницы, проведенные с 27 мая по 05 июня. Максимальная урожайность яровой пшеницы в зависимости от сроков сева отмечена при посеве 27 мая – 24,06 ц/га, 30 мая – 23,55 ц/га и 05 июня – 22,55 ц/га, что превысило контрольный вариант – срок посева 15 мая на 11,10 ц/га, 10,59 ц/га и 9,5 ц/га соответственно.

В то же время применение ранних сроков посева в 2023 г. в условиях производства не позволило получить зерно, отвечающее высоким классам по качеству, так как невозможно было убрать все высеянные площади по Костанайской области, что привело к получению внеклассного зерна с проклюнувшимся зародышем и низким числом падения.

В наших опытах на изучаемых сроках посева яровой пшеницы обильные осадки, выпавшие в период созревания и уборки зерна, снизили качество продукции. Так, зерно II класса качества получено при посеве с 15 по 25 мая, а также 05 июня. Более низкое по качеству зерно III класса наблюдалось на сроках посева 27 и 30 мая. С учётом сложившихся погодных условий в августе и сентябре 2023 г., стоит отметить максимальные показатели качества зерна яровой пшеницы при посеве 05 июня: количество протеина в зерне составило 15,2%, содержание клейковины – 27,3%.

Благодарности. Статья подготовлена в рамках программно-целевого финансирования МСХ РК на 2024-2026 гг. по научно-технической программе «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» (BR22885719).

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Закиева, А.А. Шетелдік селекцияның бидай сорттарының бейімделу қабілетін бағалау** [Текст]: / А.А. Закиева, А.М. Токенова, А.О. Досмағанбетова, М.Е. Несіпхан // Многопрофильный научный журнал Костанайского регионального университета им. А. Байтурсынова «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – 2024. – №4. – С.95-100. https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_95.
2. **Ермакова, О.В. Структура урожая яровой мягкой пшеницы в зависимости от сроков посева** [Текст]: / О.В. Ермакова, С.Н. Яценко // В сборнике: Стратегические ресурсы тюменского АПК: люди, наука, технологии. Сборник трудов LIX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Тюмень, 2024. – С.5-11.
3. **Василевский, В.Д. Зависимость срока посева мягкой яровой пшеницы от динамики солнечной активности в южной лесостепи Западной Сибири** [Текст]: / В.Д. Василевский, Е.С. Кузьмина // В сборнике: Аграрная наука в реализации доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. Сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвящённой 100-летию основания отдела земледелия СибНИИСХ. – Омск, 2024. – С.137-144.
4. **Батудаев, А.П. Научные исследования сроков посева яровой пшеницы в условиях Забайкалья** [Текст]: / А.П. Батудаев, Б.С. Цыдыпов, В.А. Соболев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – №2 (59). – С.160-168.
5. **Тулькубаева, С.А. Влияние сроков посева на засорённость и урожайность чечевицы в условиях Северного Казахстана** [Текст]: / С.А. Тулькубаева, Ю.В. Тулаев, А.Б. Абуова, А.У. Бугубаева // Многопрофильный научный журнал Костанайского регионального университета им. А. Байтурсынова «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – 2023. – №2. – С.172-179. https://doi.org/10.52269/22266070_2023_2_172.
6. **Сапега, В.А. Урожайность и параметры адаптивности сортов яровой пшеницы при различных сроках посева** [Текст]: / В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №10 (156). – С.13-18.
7. **Султанов, Ф.С. Продуктивность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы в зависимости от норм высева и сроков посева** [Текст]: / Ф.С. Султанов, А.А. Юдин, О.Б. Габдрахимов, В.В. Красношапка // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т.33. – №6. – С.22-25.
8. **Бутковская, Л.К. Влияние сроков посева на вегетационный период сортов яровой пшеницы различных групп спелости** [Текст]: / Л.К. Бутковская, О.К. Крылова, В.Е. Мудрова // Зерновое хозяйство России. – 2023. – Т.15. – №5. – С.19-23.
9. **Лутченко, Ж.И. Зависимость вегетационного периода и урожайности яровой пшеницы от срока посева в условиях изменяющегося климата** [Текст]: / Ж.И. Лутченко, О.Ю. Соловьёв, Е.Н. Федоренко, И.А. Евсеенко // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2022. – №4-2 (115). – С.96-105.
10. **Sharma, D.L. Variability of optimum sowing time for wheat yield in Western Australia** [Text]: / D.L. Sharma, M.F. D'Antuono, W.K. Anderson, B.J. Shackley, C.M. Zaicou-Kunesch, M. Amjad // Australian Journal of Agricultural Research. – 2008. – Vol.59 (10). – P.958-960.
11. **Поползухин, П.В. Оптимизация срока посева для получения высокой продуктивности качественных семян твердой пшеницы** [Текст]: / П.В. Поползухин, Ю.Ю. Паршуткин, В.Д. Василевский, Н.А. Поползухина // Вестник Омского ГАУ. – 2020. – №4 (40). – С.43-52.
12. **Евдокимов, М.Г. Усовершенствование элементов технологии получения качественного зерна и семян твердой яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Омской области: методические указания** [Текст]: / М.Г. Евдокимов, П.В. Поползухин, Ю.В. Колмаков, В.Д. Василевский, В.С. Юсов, Ю.Ю. Паршуткин – Омск, 2020. – 60 с.

REFERENCES:

1. Zakieva, A.A., Tokenova, A.M., Dosmaganbetova, A.O., Nesiphan, M.E. Sheteldik selekcijanyñ bidaj sortarynyñ bejimdele kabiletin bagalau [Evaluation of adaptive capabilities of wheat varieties of foreign selection]. *3i: intellect, idea, innovation*, 2024, no. 4, pp. 95-100. https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_95. (In Kazakh)
2. Ermakova O.V., Yashhenko S.N. Struktura urozhaya yarovoj myagkoj pshenicy' v zavisimosti ot srokov poseva [Yield formula of spring soft wheat depending on the sowing time]. *Strategicheskie resursy' tyumenskogo APK: lyudi, nauka, tehnologii. Sbornik trudov LIX mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molody'h uchyony'h*, Tyumen, 2024, pp. 5-11. (In Russian)
3. Vasilevskij, V.D., Kuzmina, E.S. Zavisimost' sroka poseva myagkoj yarovoj pshenicy' ot dinamiki solnechnoj aktivnosti v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [Dependence of the sowing time of soft spring wheat on the dynamics of solar activity in the southern forest-steppe of Western Siberia]: *Agrarnaya nauka v realizacii doktriny' prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii. Sbornik statej Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhyonnoj 100-letiyu osnovaniya otdela zemledeliya SibNIISH*, Omsk, 2024, pp.137-144. (In Russian)
4. Batudaev A.P., Cydypov B.S., Sobolev V.A. Nauchny'e issledovaniya srokov poseva yarovoj pshenicy' v usloviyah Zabajkal'ya [Scientific research on the timing of sowing spring wheat in the conditions of Transbaikalia]. *Vestnik Burjatskoj gosudarstvennoj sel'skhoz'jajstvennoj akademii im. V.R. Filippova*, 2020, no.2 (59), pp. 160-168. (In Russian)
5. Tulkubaeva S.A., Tulaev Yu.V., Abuova A.B., Bugubaeva A.U. Vliyanie srokov poseva na zasoryonnost' i urozhajnost' chechevicy' v usloviyah Severnogo Kazakhstana [The influence of sowing dates on weed infestation and yield of lentils in Northern Kazakhstan]. *3i: intellect, idea, innovation*, 2023, no. 2, pp. 172-179. https://doi.org/10.52269/22266070_2023_2_172. (In Russian)
6. Sapega V.A., Tursumbekova G.Sh. Urozhajnost' i parametry adaptivnosti sortov yarovoj pshenicy' pri razlichnyh srokah poseva [Productivity and adaptability parameters of spring wheat varieties at different sowing dates]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 10 (156), pp.13-18. (In Russian)
7. Sultanov F.S., Yudin A.A., Gabdrahimov O.B., Krasnoshapko V.V. Produktivnost' i kachestvo zerna novykh sortov yarovoj pshenicy v zavisimosti ot norm vyseva i srokov poseva [Productivity and grain quality of new varieties of spring wheat depending on seeding rates and sowing dates]. *Dostizheniya nauki i tehniki APK*, 2019, vol.33, no. 6, pp. 22-25. (In Russian)
8. Butkovskaya L.K., Krylova O.K., Mudrova V.E. Vliyanie srokov poseva na vegetacionny'j period sortov yarovoj pshenicy' razlichny'h grupp spelosti [The influence of sowing dates on the vegetation period of spring wheat varieties of different maturity groups]. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 2023, vol.15, no. 5, pp.19-23. (In Russian)
9. Lutchenko Zh.I., Solovyov O.Yu., Fedorenko E.N., Evseenko I.A. Zavisimost' vegetacionnogo perioda i urozhajnosti yarovoj pshenicy' ot sroka poseva v usloviyah izmenyayushhegosya klimata [Dependence of the vegetation period and yield of spring wheat on the sowing date under changing climate conditions]. *Vestnik nauki Kazahskogo agrotehnicheskogo universiteta im. S. Seifullina*, 2022, no. 4-2 (115), pp. 96-105. (In Russian)
10. Sharma D.L., D'Antuono M.F., Anderson W.K., et al. Variability of optimum sowing time for wheat yield in Western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 2008, vol.59 (10), pp. 958-960.
11. Popolzuhin P.V., Parshutkin Yu.Yu., Vasilevskij, V.D., Popolzuhina, N.A. Optimizaciya sroka poseva dlya polucheniya vy'sokoj produktivnosti kachestvenny'h semyan tvrdoj pshenicy' [Optimization of sowing time to obtain high productivity of quality durum wheat seeds]. *Vestnik Omskogo GAU*, 2020, no.4 (40), pp. 43-52. (In Russian)
12. Evdokimov M.G., Popolzuhin P.V., Kolmakov Yu.V., et al. Usovershenstvovanie e'lementov tehnologii polucheniya kachestvennogo zerna i semyan tvrdoj yarovoj pshenicy' v usloviyah yuzhnoj lesostepi Omskoj oblasti: metodicheskie ukazaniya [Improving the elements of technology for obtaining high-quality grain and seeds of hard spring wheat in the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region: methodological instructions]. Omsk, 2020, 60 p. (In Russian)

Сведения об авторах:

Тулаев Юрий Валерьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель научного мероприятия, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева», Республика Казахстан, 021600, Акмолинская область, Шортандинский район, п. Научный, ул. Александра Бараева, 15, тел.: 87071288832, e-mail: yurii27@yandex.kz; <https://orcid.org/0000-0003-1065-8968>.

Тулкубаева Сания Абильтеевна* – доктор сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор, ученый секретарь, ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное»,

Республика Казахстан, 111108, Костанайская область, Костанайский район, с. Заречное, ул. Юбилейная, 12, тел.: 87476874419, e-mail: tulkubaeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1548-6982>.

Сомова Светлана Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории точного и органического земледелия, ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное», Республика Казахстан, 111108, Костанайская область, Костанайский район, с. Заречное, ул. Юбилейная, 12, тел.: 87087245074, e-mail: somik11-84@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1823-2240>.

Тулаев Юрий Валерьевич – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ғылыми іс-шараның жетекшісі, «А.И.Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 021600, Ақмола облысы, Шортанды ауданы, Научный кенті, Александр Бараев көш, 15, тел.: 87071288832, e-mail: yurii27@yandex.kz; <https://orcid.org/0000-0003-1065-8968>.

Тулкубаева Сания Абильтаявна* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, қауымдас-тырылған профессор, ғылыми хатшы, «Заречное» ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 111108, Қостанай облысы, Қостанай ауданы, Заречное ауылы, Юбилейная көш, 12, тел.: 87476874419, e-mail: tulkubaeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1548-6982>.

Сомова Светлана Владимировна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, нақты және органикалық егіншілік зертханасының аға ғылыми қызметкері, «Заречное» ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 111108, Қостанай облысы, Қостанай ауданы, Заречное ауылы, Юбилейная көш, 12, тел.: 87087245074, e-mail: somik11-84@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1823-2240>.

Tulayev Yuriy Valeriyevich – Candidate of Agricultural Sciences, Scientific Event Manager, A.I.Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, Republic of Kazakhstan, 021600, Akmola region, Shortandy district, Nauchnyi village, 15 Alexandr Barayev Str., tel.: 87071288832, e-mail: yurii27@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1065-8968>.

Tulkubayeva Saniya Abiltayevna* – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Scientific Secretary, Zarechnoye agricultural experimental station LLP, Republic of Kazakhstan, 111108, Kostanay region, Kostanay district, Zarechnoye village, 12 Yubileynaya Str., tel.: 87476874419, e-mail: tulkubaeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1548-6982>.

Somova Svetlana Vladimirovna – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Precision and Organic Farming, Zarechnoye agricultural experimental station LLP, Republic of Kazakhstan, 111108, Kostanay region, Kostanay district, Zarechnoye village, 12 Yubileynaya Str., tel.: 87087245074, e-mail: somik11-84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1823-2240>.

МРНТИ 68.35.13

УДК 528.9:633.11

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531270>

ГИС-МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NDVI В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Унышева Н.К.* – докторант кафедры землеустройства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Макенова С.К. – доктор PhD, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой землеустройства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Бабкенова Л.Т. – аспирант кафедры кадастр, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», г. Новосибирск, Российская Федерация.

В условиях усиливающейся климатической нестабильности и высокой агрорисковости производства в степной зоне Северного Казахстана задача оперативного прогнозирования урожайности пшеницы приобретает особую значимость. В настоящем исследовании создана пространственная модель оценки урожайности пшеницы с использованием данных дистанционного зондирования (NDVI), климатических и почвенных характеристик, цифровой модели рельефа и инструментов геоинформационного анализа в среде ArcGIS с применением инструментов пространственного анализа и конструктора ModelBuilder. Исследование выполнено на примере Айыртауского района Северо-Казахстанской области. Для оценки состояния посевов использовался вегетационный индекс NDVI, рассчитанный по спутниковым изображениям Sentinel-2. Интеграция с агроэкономическими данными позволила получить пространственную характеристику урожайности: средняя

составила 11,5 ц/га, а максимальная — 27,5 ц/га. Проведённый анализ показал наличие устойчивой корреляции между значениями NDVI и фактическими показателями урожайности, что позволило выделить участки с повышенным агропроизводственным потенциалом. Разработанная модель демонстрирует высокую точность и практическую применимость для задач агропроизводственного планирования, оптимизации структуры посевных площадей, управления земельными ресурсами и оценки инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных территорий. Полученные результаты могут быть использованы в рамках цифровизации агропромышленного комплекса Казахстана и адаптированы к другим регионам.

Ключевые слова: сельскохозяйственные угодья, устойчивое землепользование, прогнозирование урожайности, ModelBuilder, геоинформационные системы, NDVI, цифровая модель рельефа.

ДАЛА АЙМАҒЫНДА NDVI ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, БИДАЙ ӨНІМДІЛІГІН ГАЖ АРҚЫЛЫ МОДЕЛЬДЕУ

Унышева Н.К.* — жерге орналастыру кафедрасының докторанты, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Макенова С.К. — PhD доктор, қауымдастырылған профессор, жерге орналастыру кафедрасының меңгерушісі, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Бабкенова Л.Т. — кадастр кафедрасының аспиранты, «Сібір геожүйелер және технологиялар мемлекеттік университеті» ЖБ ФМБОМ, Новосибирск, Ресей Федерациясы.

Солтүстік Қазақстанның дала аймағында климаттық тұрақсыздықтың күшеюі және ауыл шаруашылығы өндірісінің жоғары тәуекелділігі жағдайында бидай өнімділігін жедел болжау міндеті ерекше маңызға ие болуда. Осы зерттеуде бидай өнімділігін бағалауға арналған кеңістіктік модель жасалды. Бұл модель қашықтықтан зондау деректерін (NDVI), климаттық және топырақтық сипаттамаларды, жер бедерінің сандық моделін және ArcGIS жүйесіндегі геоақпараттық талдау құралдарын, соның ішінде кеңістіктік талдау және ModelBuilder конструкторын қолдану арқылы құрылды. Зерттеу Солтүстік Қазақстан облысының Айыртау ауданы мысалында жүргізілді. Егістік жағдайын бағалау үшін Sentinel-2 спутниктік суреттері негізінде есептелген NDVI вегетациялық индексі қолданылды. Агrostатистикалық деректермен біріктіру өнімділіктің кеңістіктік сипаттамаларын алуға мүмкіндік берді: орташа өнімділік 11,5 ц/га, ал ең жоғары көрсеткіш — 27,5 ц/га құрады. Жүргізілген талдау NDVI мәндері мен нақты өнімділік көрсеткіштері арасында тұрақты корреляция бар екенін көрсетті, бұл жоғары агроөндірістік әлеуетке ие учаскелерді анықтауға мүмкіндік берді. Өзірленген модель агроөндірістік жоспарлау, егістік құрылымын оңтайландыру, жер ресурстарын басқару және ауыл шаруашылығы аумақтарының инвестициялық тартымдылығын бағалау міндеттерінде жоғары дәлдік пен практикалық қолданбалығын көрсетті. Зерттеу нәтижелері Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін цифрландыру бағдарламасы аясында кеңінен қолдануға жарамды және өзге өңірлерге бейімдеуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: ауыл шаруашылығы жерлері, тұрақты жер пайдалану, өнімділікті болжау, ModelBuilder, геоақпараттық жүйелер, NDVI, бедердің сандық моделі.

GIS-BASED MODELING OF WHEAT YIELD USING NDVI IN THE STEPPE ZONE

Unysheva N.K.* — PhD student, Department of land management, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

Makenova S.K. — PhD, Associate Professor, Head of the Department of land management, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

Babkenova L.T. — Postgraduate Student, Department of Cadastre, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation.

In the context of increasing climate instability and high agricultural risks in the steppe zone of the Northern Kazakhstan, the task of timely wheat yield forecasting becomes especially important. This study presents a spatial model for estimating wheat yield using remote sensing data (NDVI), climatic and soil characteristics, a digital elevation model (DEM), and geoinformation analysis tools within the ArcGIS environment, including spatial analysis instruments and the ModelBuilder constructor. The research was conducted in the Ayirtau district of the Northern Kazakhstan Region. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), calculated from Sentinel-2 satellite imagery, was used to assess the condition of crop areas. Integration with agro-statistical data enabled the generation of a spatial yield distribution, with an average yield of 11.5 c/ha and a maximum of 27.5 c/ha. The analysis revealed a stable correlation between NDVI values and actual yield indicators, allowing the identification of areas with high agro-productive potential. The developed model demonstrates high accuracy and practical applicability for agricultural planning, optimization of crop area

structure, land resource management, and assessment of the investment attractiveness of agricultural territories. The obtained results can contribute to the digital transformation of Kazakhstan's agro-industrial complex and can be adapted to other regions.

Key words: agricultural land, sustainable land use, yield forecasting, ModelBuilder, geographic information systems (GIS), NDVI, digital elevation model (DEM).

Введение. Пшеница является стратегической сельскохозяйственной культурой Казахстана, занимая около 70% всех посевных площадей зерновых культур страны [1, с.1]. Казахстан входит в число десяти крупнейших экспортеров пшеницы в мире, обеспечивая продовольственную безопасность как внутри страны, так и за её пределами [2, с.1]. Однако агроклиматические условия степной зоны северного Казахстана характеризуются высокой засушливостью, неустойчивостью осадков и частыми экстремальными погодными явлениями [3, с.7]. В последние десятилетия наблюдается увеличение климатической изменчивости [4, с.1], что делает производство пшеницы ещё более подверженным рискам.

В этих условиях особую актуальность приобретает задача оперативного и долгосрочного прогнозирования урожайности пшеницы. Это позволяет:

- оптимизировать планирование сельскохозяйственного производства;
- принимать обоснованные решения по распределению ресурсов;
- своевременно реагировать на угрозы продовольственной безопасности [5, с.2].

Традиционные методы оценки урожайности, основанные на статистических данных, часто обладают запаздывающим эффектом, тогда как современные ГИС-технологии и дистанционное зондирование (ДЗЗ) обеспечивают высокую оперативность и точность прогнозирования.

В степных районах применение NDVI-индикаторов и метеорологических данных уже продемонстрировало свою эффективность для оперативного мониторинга состояния посевов и оценки урожайности [6, с.1]. Кроме того, прогнозирование урожайности особенно важно в свете международных обязательств Казахстана по обеспечению продовольственной безопасности и устойчивого земледелия, зафиксированных в Целях устойчивого развития ООН (ЦУР) [7, с.18].

Цель работы: создать пространственную модель прогнозирования урожайности пшеницы на основе данных дистанционного зондирования и агроэкологических факторов в условиях Айыртауского района Северо-Казахстанской области.

Задачи исследования: анализировать агроэкологические условия региона, собрать и интегрировать пространственные данные (NDVI, почва, рельеф, климат), определить взаимосвязь между NDVI и урожайностью, разработать алгоритм пространственного анализа и подготовить карты продуктивности для последующего применения в аграрном планировании.

Материалы и методы. Объектом исследования являются Северо-Казахстанская область, Айыртауский район. Материалом для исследования послужили космические снимки и данные, доступные на открытых веб-порталах. Использование пространственных данных (NDVI, почвы, рельефа, климата) в единой системе анализа позволяет учитывать множество факторов, влияющих на урожайность. Модель обрабатывает большие массивы (рисунок 1) информации, что обеспечивает более объективный и точный прогноз урожайности по сравнению с традиционными методами (например, основанными на субъективных наблюдениях или усреднённой статистике), а также способствует принятию стратегических решений в агробизнесе.



Рисунок 1 – Структура прогноза урожайности

Данные для модели (таблица 1), использованные в исследовании, позволяют полностью охватить основные агроэкологические факторы, влияющие на урожайность. Интеграция этих данных в пространственную модель обеспечивает более точные прогнозы и повышает обоснованность принимаемых решений в агробизнесе. Это служит основой для оптимизации посевных площадей, повышения рентабельности и минимизации рисков.

Таблица 1 – Агроэкологические факторы

Источник	Определить	Источник данных
Почва	Тип, плодородие, pH, текстура	HWSD, SoilGrids, обследования
Климат	Температура, осадки, влажность	CRU, Метеостанции
Рельеф (DEM)	Уклон, экспозиция	SRTM, ASTER
NDVI / EVI	Состояние растительности	Sentinel-2, Landsat-8
Данные по урожаю	Урожайность по годам	Статистика хозяйства/ районов

Главным источником являются спутниковые снимки (Sentinel-2 или Landsat 8) это мультиспектральные растровые изображения высокой пространственной и временной разрешающей способности, формата GeoTIFF, JPEG2000 (Landsat 8) источниками получения, веб приложения USGS EarthExplorer [8, с.1], Copernicus Open Access Hub [9, с.1].

Исходные параметры агроэкологических условий:

Климатические данные: среднемесячная температура воздуха в вегетационный период (май-сентябрь) составляла от +14,5 °С до +20,1 °С; сумма осадков за период активной вегетации варьировала от 306 до 318 мм (данные метеостанций и базы CRU TS 4.08).

Влагообеспеченность почв: по результатам наблюдений влажность пахотного горизонта (0-20 см) в начале вегетации составила 19-21%, к колошению снижалась до 14-16%.

Питательный режим: содержание гумуса – 4,2-5,0%, азота (N) – 70-85 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 22-28 мг/кг, обменного калия – 360-420 мг/кг [14, с.1].

Результаты и обсуждение. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур, включая пшеницу, активно развивается за счёт использования геоинформационных систем (ГИС), дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и спектральных индексов, таких как NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [11, с.692]. Использование данных спутниковых снимков позволяет получать информацию в видимом и инфракрасном диапазонах, необходимую для расчёта вегетационных индексов NDVI, которые оценивают биомассу и состояние посевов пшеницы на разных стадиях роста (рисунок 2). Временные ряды снимков дают возможность наблюдать динамику роста растений в течение сезона и предсказывать будущий урожай.



Рисунок 2 – Определение оптимального периода для расчёта NDVI на основе фаз вегетации пшеницы

Цифровая модель рельефа местности (ЦМР), представленная в виде растровых данных о высоте земной поверхности в формате GeoTIFF, была получена с портала earthdata (данные DEM) [12]. Рельеф оказывает значительное влияние на процессы поверхностного стока, развитие водной и ветровой эрозии, а также формирует локальные микроклиматические условия, включая освещённость и температурные режимы. В данной работе особое внимание уделено уклону поверхности: установлено, что участки с уклоном до 0,5° обладают наибольшей пригодностью для сельскохозяйственно-

го использования, такие территории обозначены зелёным цветом, тогда как участки с средним склоном ($1,0-1,5^\circ$) [12, с.269], менее благоприятные для земледелия из-за потерь влаги и высокой подверженности эрозии, выделены красным (рисунок 3). На этих участках рекомендуется использование почвозащитных севооборотов и проведение агротехнических мероприятий поперек склона.

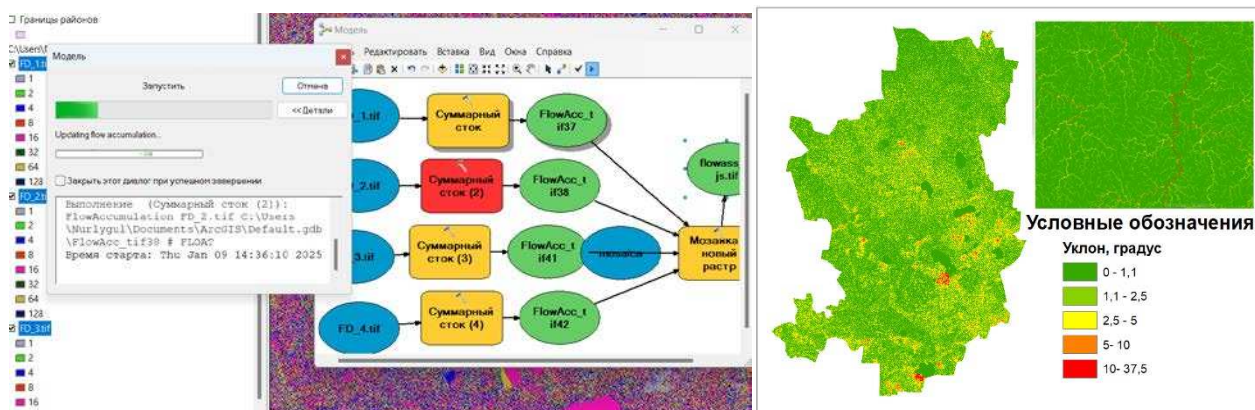


Рисунок 3 – Определение уклона и направление стока с применением Model Builder

Кроме того, была выполнена классификация экспозиций склонов, что позволило определить потенциально более продуктивные участки по критерию солнечной инсоляции — в частности, южные склоны, получающие больше тепла и света, считаются более перспективными для возделывания сельскохозяйственных культур (рисунок 4).

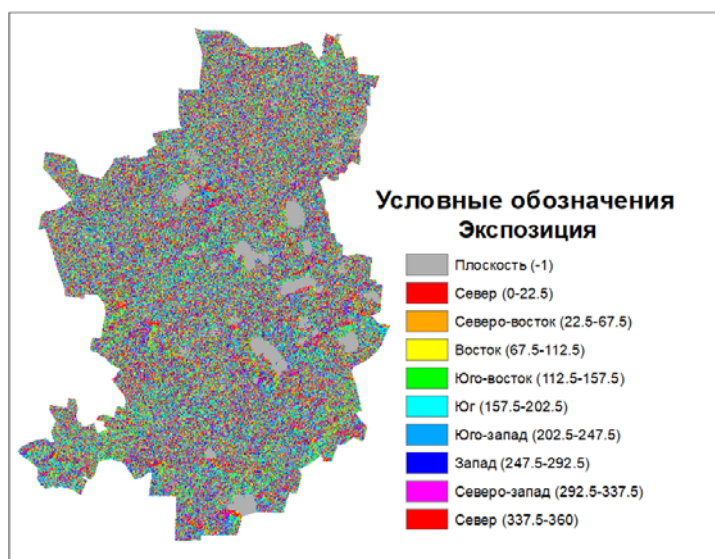


Рисунок 4 – Экспозиция объекта

Почвы являются ключевым фактором для определения потенциальной урожайности. Основными типами являются чернозёмы, суглинки и лугово-чернозёмные почвы, обладающие высоким содержанием гумуса и влагоёмкостью, что благоприятно для выращивания пшеницы. На основе данных ФАО-ИСРИК (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН и Международный справочно-информационный центр по почвам) (рисунок 5), а также базы данных DSMW (Digital Soil Map of the World – Цифровая карта почв мира) [13, с.1], были определены основные типы почвенного покрова Айыртауского района.

Согласно международной классификации, на данной территории преобладают следующие почвы:

- Ch (Chernozems) – обыкновенные чернозёмы, отличающиеся мощным гумусовым горизонтом и высоким естественным плодородием, что делает их основными для сельскохозяйственного использования;
- Ck (Calcic Chernozems) – кальциевые чернозёмы, формирующиеся в условиях аккумуляции карбонатов кальция в почвенном профиле;
- l (Leptosols) – литосоли, маломощные и слабо развитые почвы, распространённые на плотных породах, с низким содержанием гумуса и ограниченным потенциалом для земледелия;

– Sm (Solonetz soils) – это почвы, формирующиеся в условиях периодического засоления и последующего выщелачивания [14, с.1].

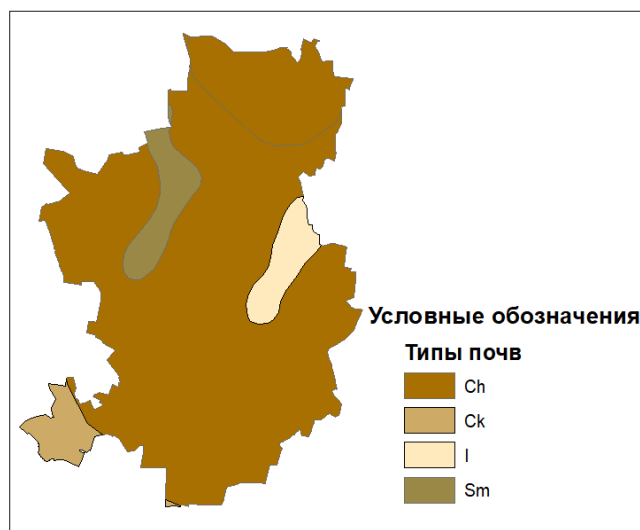


Рисунок 5 – Почвенная карта

Климатические данные напрямую влияют на развитие пшеницы. Данные об осадках (рисунок 6) позволили учитывать засушливые периоды, что важно при прогнозировании урожая. Они также были использованы для интеграции в модели расчёта водного баланса и биопродуктивности. Результаты интерполяции, выполненные с использованием метода кригинга на основе данных о количестве атмосферных осадков, были дополнены ежемесячными компонентами переменных данных CRU TS версии 4.08 [15, с.1], в частности – показателями PRE (атмосферные осадки). Согласно представленным данным, среднегодовое количество осадков в районе Айыртау в 2023 году колебалось от 306,1 до 318,4 мм (рисунок 7).

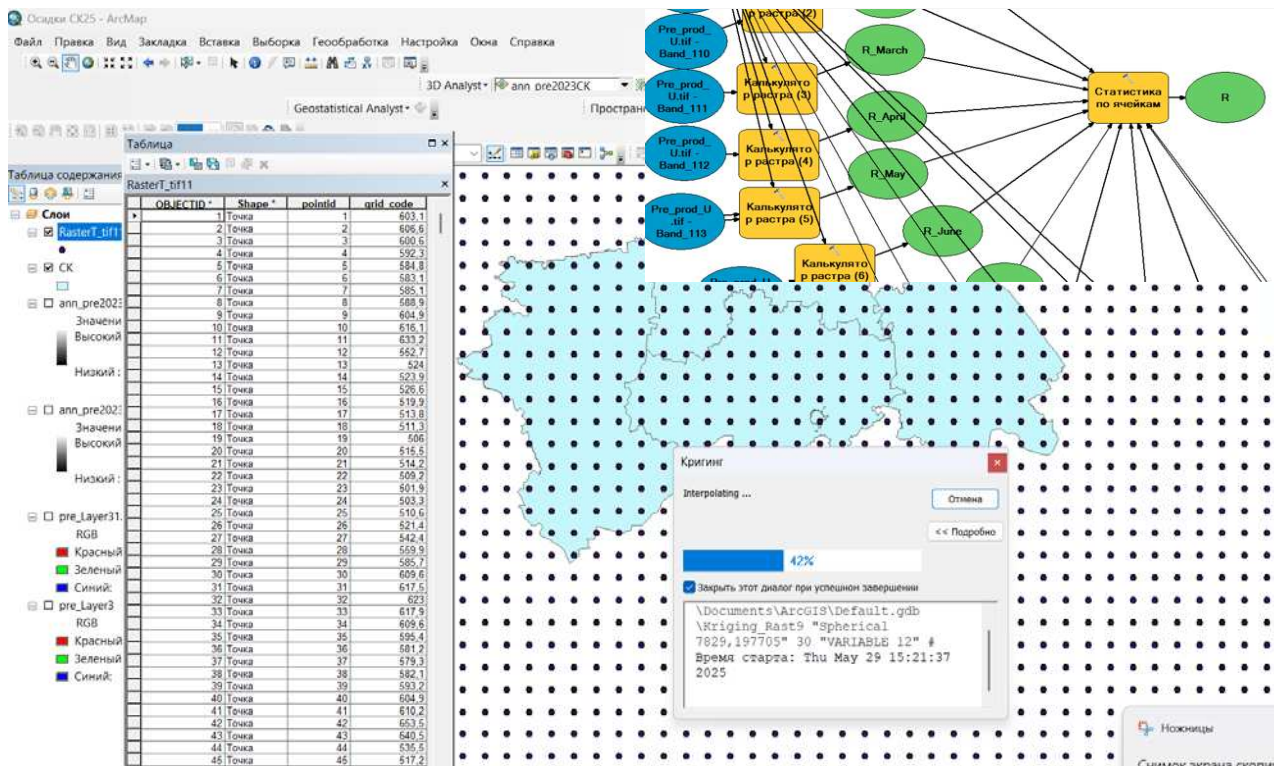


Рисунок 6 – ModelBuilder обработки статистических данных

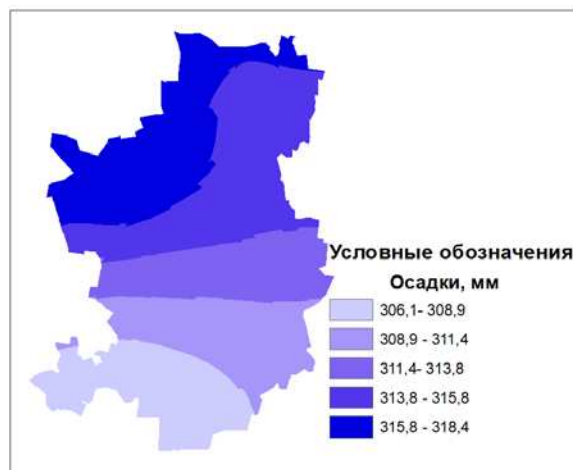


Рисунок 7 – Климатические данные

В рамках данного исследования для анализа структуры землепользования на территории Айыртауского района использовалась технология машинного обучения Support Vector Machine (SVM). Этот метод применялся с целью классификации сельскохозяйственных культур на основе спектральных признаков пикселей, полученных со спутниковых изображений Sentinel-2.

На этапе подготовки данных были вручную отобраны эталонные участки (training samples), соответствующие различным категориям земного покрова, включая пашни, пастбища естественного происхождения, лесные массивы, водные объекты (рисунок 8). Модель SVM, настроенная с использованием радиальной базисной функции, обеспечила высокую точность классификации за счёт способности эффективно разделять классы даже при сложных границах между ними.

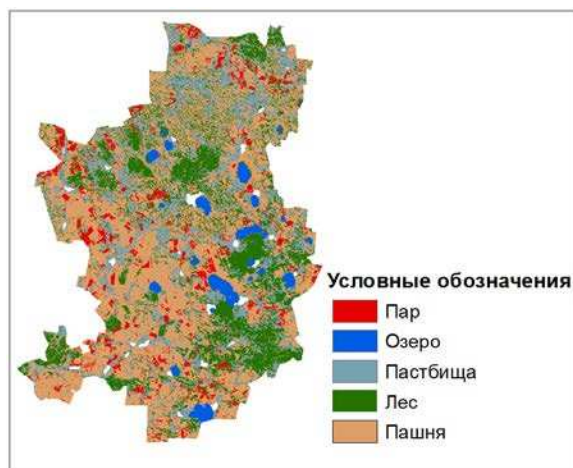


Рисунок 8 – Земельные угодья Айыртауского район Северо-Казахстанской области

После завершения классификационного этапа было получено тематическое распределение типов землепользования, где каждый пиксель относился к конкретной категории. Для выделения только пашни (рисунок 10) из данной карты была использована функция CON в инструменте Spatial Analyst Tools, позволяющая задать условие и преобразовать результат в бинарное изображение. В полученном растре пиксели, относящиеся к пашне, имели значение 1, тогда как остальные территории были исключены (присвоены значения 0 или NoData). Эта операция позволила ограничить дальнейший анализ исключительно участками сельхозназначения, что особенно важно для последующей оценки урожайности зерновых культур, в частности пшеницы.

Важную роль при построении модели сыграли статистические данные по урожайности сельскохозяйственных культур, а также отчетные материалы хозяйств и сельскохозяйственных предприятий региона исследования за предшествующие годы. Средняя урожайность зерновых в 2023 году составила 11,5 ц/га [16, с.1]. Эти сведения стали основой для калибровки и валидации разработанной модели прогнозирования, а также позволили уточнить зависимости между значениями вегетационного индекса NDVI и фактическими показателями урожайности пшеницы. Для анализа пространственной вариативности продуктивности сельскохозяйственных угодий была выполнена визуализация фактических показателей урожайности в сопоставлении с значениями NDVI (рисунок 9). NDVI, рассчитанный на основе спутниковых снимков за вегетационный период, отражает уровень биомассы и физиологического состояния растительного покрова.

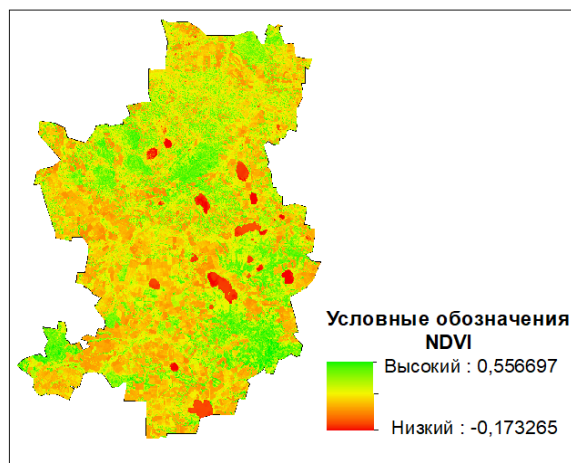


Рисунок 9 – Значение индекса NDVI

Фактические данные по урожайности (в ц/га) были привязаны к участкам с известными кадастровыми границами и объединены с соответствующими значениями NDVI, усреднёнными по каждому полю. Карта пространственного распределения позволяет проследить корреляцию между уровнем фотосинтетической активности (NDVI) и урожайностью – участки с более высокими значениями NDVI, как правило, демонстрируют высокие урожаи, что подтверждает применимость NDVI в качестве косвенного индикатора продуктивности сельхозугодий. Визуализация представлена в виде тематической карты (рисунок 10), где:

- участки с высоким значением NDVI и соответствующей высокой урожайностью отображаются зелёными оттенками;
 - зоны со средними значениями NDVI и средней урожайностью показаны оранжевыми и жёлтыми тонами;
 - участки с низкими значениями NDVI, а также земли под паром, представлены красными оттенками;
 - нанесены границы полей, что обеспечивает наглядную интерпретацию полученных данных.
- Данный подход позволяет не только оценить текущие показатели продуктивности, но и выявить проблемные участки, требующие дополнительного агрономического вмешательства.

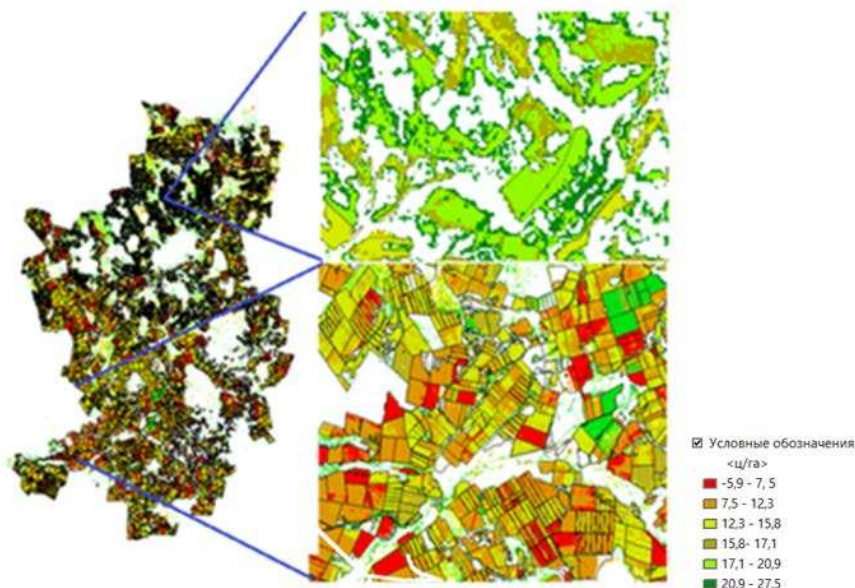


Рисунок 10 – Визуализация фактических показателей урожайности с индексом NDVI

Построенная модель позволила полностью охватить основные агроэкологические факторы, влияющие на урожайность, интеграция данных в пространственной модели обеспечивает более точные прогнозы и повышает обоснованность решений для агробизнеса – это основа для оптимизации посевных площадей, повышения рентабельности и минимизации рисков.

Заключение. Созданная в рамках исследования пространственная модель оценки и прогнозирования урожайности пшеницы, основанная на интеграции данных дистанционного зондирования

(NDVI), почвенно-климатических параметров и инструментов геоинформационного анализа в среде ArcGIS, показала высокую эффективность при применении к условиям Северного Казахстана.

Модель позволила комплексно учесть пространственно-временные особенности агроэкологических факторов, что обеспечило получение более точных и оперативных прогнозов урожайности по сравнению с традиционными статистическими подходами. Проведённый анализ выявил выраженную взаимосвязь между значениями NDVI и фактическими показателями урожайности, что подтверждает применимость спутниковых индексов в качестве индикаторов состояния посевов и инструментов для агропроизводственного планирования.

Ключевыми факторами, определяющими урожайность сельскохозяйственных культур в регионе, являются тип почвы, содержание гумуса, температурный режим и суммарное количество осадков в вегетационный период. Совокупное влияние этих компонентов формирует агропроизводственный потенциал территорий и обуславливает пространственную неоднородность урожайности.

Применение геоинформационных технологий и методов дистанционного зондирования Земли позволяет не только выявлять зоны с высоким и низким потенциалом продуктивности, но и минимизировать риски потерь урожая за счёт оперативного мониторинга состояния растительного покрова и использования прогностических моделей.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке агроэкологических зонирований, планировании структуры посевных площадей, управлении земельными ресурсами, а также при принятии решений в области устойчивого землепользования. Предложенный подход обладает высоким потенциалом для масштабирования и может быть адаптирован для других аграрных регионов Казахстана в рамках процесса цифровизации агропромышленного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Cereal Supply and Demand Brief: Main Report** // Food and Agriculture Organization, 2023. – [Электронный ресурс]: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru> (дата обращения: 10.03.2025).
2. **USDA. Kazakhstan Grain and Feed Annual 2023.** – [Электронный ресурс]: <https://www.fas.usda.gov/data/kazakhstan-grain-and-feed-annual-9> (дата обращения: 10.03.2025).
3. **Казгидромет.** Климатический обзор Казахстана за 2023 год. – [Электронный ресурс]: https://www.kazhydromet.kz/uploads/calendar/192/year_file/6646ff553af2710-05-2024_obzor-osobennostey-klimata_kazahstan-za-2023.pdf (дата обращения: 16.05.2025).
4. **IPCC. Sixth Assessment Report: Impacts, Adaptation and Vulnerability** // Climate Change 2022. – [Электронный ресурс]: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> (дата обращения: 10.03.2025).
5. **Nhu, A.N., Sahajpal R., Justice C., Becker-Reshef I.** Improving state-level wheat yield forecasts in Kazakhstan on GEOGLAM's EO data by leveraging a simple spatial-aware technique // ICLR Workshop Papers, 2023. – [Электронный ресурс]: <https://arxiv.org/abs/2306.04646>.
6. **Заболотских В., Вернер А., Шелаева Т.** Ученые НПЦЗХ провели мониторинг состояния посевов и прогнозную оценку урожайности зерновых культур в Акмолинской области // Baraev.kz. – 2021. – [Электронный ресурс]: <https://baraev.kz/novosti/2248-uchenye-npczh-proveli-monitoring-sostoyaniya-posevov-i-prognoznuyu-ocenku-urozhaynosti-zernovykh-kultur-v-akmolinskoy-oblasti.html> (дата обращения: 10.03.2025).
7. **Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций (ФАО).** Обзор продовольственной безопасности и питания в Казахстане, 2021 – Рим: ФАО, 2021. – [Электронный ресурс]: <https://openknowledge.fao.org/items/8daa5868-83cb-4ee2-b24d-7f9374bffe8> (дата обращения: 10.04.2025).
8. **USGS EarthExplorer. Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)** // United States Geological Survey. – 2023. – [Электронный ресурс]: <https://earthexplorer.usgs.gov> (accessed 10.03.2025).
9. **Copernicus Open Access Hub** // UN-SPIDER Knowledge Portal. – [Электронный ресурс]: <https://www.un-spider.org/links-and-resources/data-sources/copernicus-open-access-hub> (дата обращения: 10.03.2025).
10. **Sadenova M., Varbanov, P.S., Beisekenov N. Forecasting Crop Yields Based on Earth Remote Sensing Methods** [Текст] // Chemical Engineering Transactions. – 2022. – Vol. 92. – P. 691-696. DOI: 10.3303/CET2292116.
11. **Асанова, Г.А., Мерзляков, О.Э., Татаринцев, В.Л., Унышева, Н.К.** Анализ устойчивости агроландшафтов в лесостепной зоне Красноярского края и мероприятия по их охране [Текст] // Устойчивое развитие горных территорий. 2023. Т. 15, № 2. С. 264-274. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2-264-274.
12. **FAO-ISRIC. Harmonized World Soil Database (HWSD)** // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – 2023. – [Электронный ресурс]: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/hwsd> (дата обращения: 08.04.2025).
13. **FAO/UNESCO. Soil Map of the World** // FAO Soils Portal. – [Электронный ресурс]: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/faounesco-soil-map-of-the-world/en/> (accessed 08.04.2025).

14. **CRU TS v4.08. Climatic Research Unit Time-Series Data** // Global Rainfall Erosivity. – [Электронный ресурс]: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/> (accessed 08.04.2025).
15. **Социально-экономический паспорт Айыртауского района за январь – сентябрь 2023 г.** // gov.kz. – [Электронный ресурс]: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mod/documents/details/470817?lang=ru> (дата обращения: 16.05.2025).

REFERENCES:

1. **Cereal Supply and Demand Brief: Main Report.** Food and Agriculture Organization, 2023, available at: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru> (accessed 10 March 2025).
2. **U.S. Department of Agriculture (USDA). Kazakhstan: Grain and Feed Annual 2023.** Available at: <https://www.fas.usda.gov/data/kazakhstan-grain-and-feed-annual-9> (accessed 10 March 2025).
3. **Kazgidromet. Klimaticheskij obzor Kazahstana za 2023 god** [Kazhydromet. Climate Overview of Kazakhstan for 2023]. Available at: https://www.kazhydromet.kz/uploads/calendar/192/year_file/6646ff553af2710-05-2024_obzor-osobennostey-klimata_kazahstan-za-2023.pdf (accessed 16 May 2025). (In Russian)
4. **IPCC. Sixth Assessment Report: Impacts, Adaptation and Vulnerability.** Climate Change 2022, available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> (accessed 10 March 2025).
5. **A.N. Nhu, R. Sahajpal, C. Justice, I. Becker-Reshef Improving state-level wheat yield forecasts in Kazakhstan on GEOGLAM's EO data by leveraging a simple spatial-aware technique** ICLR Workshop Papers, 2023. Available at: <https://arxiv.org/abs/2306.04646> (accessed 10 March 2025).
6. **Zabolotskih V., Verner A., Shelaeva T. Ucheny'e NPCZH proveli monitoring sostoyaniya posevov i prognoznuyu ocenku urozhajnosti zernovy'h kul'tur v Akmolinskoj oblasti** [Scientists of the research and production center of grain farming conducted crop condition monitoring and yield forecasting of grain crops in he Akmola Region]. Baraev.kz, 2021, available at: <https://baraev.kz/novosti/2248-uchenye-npczh-proveli-monitoring-sostoyaniya-posevov-i-prognoznuyu-ocenku-urozhajnosti-zernovyh-kultur-v-akmolinskoy-oblasti.html> (accessed 10 March 2025). (In Russian)
7. **Prodovol'stvennaya i sel'skhozaystvennaya organizaciya Ob"edinyonny'h Nacij (FAO). Obzor prodovol'stvennoj bezopasnosti i pitaniya v Kazahstane, 2021** [Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food Security and Nutrition Overview in Kazakhstan, 2021]. FAO, 2021, available at: <https://openknowledge.fao.org/items/8daa5868-83cb-4ee2-b24d-7f9374bffe8> (accessed 10 April 2025). (In Russian)
8. **United States Geological Survey (USGS). EarthExplorer: Landsat 8 Operational Land Imager (OLI).** 2023, available at: <https://earthexplorer.usgs.gov> (accessed 10 March 2025).
9. **Copernicus Open Access Hub.** UN-SPIDER Knowledge Portal, available at: <https://www.un-spider.org/links-and-resources/data-sources/copernicus-open-access-hub> (accessed 10 March 2025).
10. **M. Sadenova, P.S. Varbanov, N. Beisekenov. Forecasting Crop Yields Based on Earth Remote Sensing Methods.** *Chemical Engineering Transactions*, 2022, vol. 92, pp. 691–696. DOI: 10.3303/CET2292116.
11. **Asanova G.A., Merzlyakov O.Je., Tatarincev V.L., Unysheva N.K. Analiz ustojchivosti agro-landshaftov v lesostepnoj zone Krasnoyarskogo kraja i meropriyatiya po ih ohrane** [Analysis of the stability of agricultural landscapes in the foreststeppe zone of the Krasnoyarsk region and measures for their protection]. *Ustojchivoe razvitie gorny'h territorij*, 2023, vol. 15, no. 2, pp. 264-274. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2-264-274. (In Russian)
12. **FAO-ISRIC. Harmonized World Soil Database (HWSD).** Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023, available at: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/hwsd> (accessed 08 April 2025).
13. **FAO/UNESCO. Soil Map of the World.** FAO Soils Portal, available at: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/faounesco-soil-map-of-the-world/en/> (accessed 08 April 2025).
14. **CRU TS v4.08. Climatic Research Unit Time-Series Data.** Global Rainfall Erosivity, available at: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/> (accessed 08 April 2025).
15. **Social'no-e'konomicheskij pasport Ajy'rtauskogo rajona za yanvar' – sentyabr' 2023 g.** [Socio-economic profile of the Aiyrtau district for January – September 2023.]. Gov.kz, available at: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mod/documents/details/470817?lang=ru> (accessed 16 May 2025). (In Russian)

Сведения об авторах:

Унышева Нурлыгуль Кошербаевна* – докторант кафедры землеустройства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Жеңіс, 62а, тел.: 87075953005, e-mail: nurlygul_kosherbayevna@mail.ru.

Макенова Сауле Кажаловна – доктор PhD, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой землеустройства, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им.

С.Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Жеңіс, 62а, тел.: +79131517525; e-mail: saule_makenova@mail.ru.

Бабкенова Лаззат Темерхановна – аспирант кафедры кадастр, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», Российская Федерация, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, тел.: 87071292663, e-mail: babkenl@yandex.ru.

Унышева Нурлыгуль Кошербаевна* – жерге орналастыру кафедрасының докторанты, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ., Жеңіс даңғ, 62а, тел.: 87075953005, e-mail: nurlygul_kosherbayevna@mail.ru.

Макенова Сауле Кажаловна – PhD докторы, қауымдастырылған профессор, жерге орналастыру кафедрасының меңгерушісі, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ., Жеңіс даңғ, 62а, тел.: +79131517525, e-mail: saule_makenova@mail.ru.

Бабкенова Лаззат Темерхановна – аспирант, «Сібір геожүйелер және технологиялар мемлекеттік университеті кадастр кафедрасының аспиранты» ЖБ ФМБОМ, Ресей Федерациясы, 630108, Новосибирск қ., Плеханова көш, 10, тел.: 87071292663, e-mail: babkenl@yandex.ru.

Unysheva Nurlygul Kosherbayevna* – PhD student, Department of land management, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62a Zhenis Ave., tel.: 87075953005, e-mail: nurlygul_kosherbayevna@mail.ru.

Makenova Saule Kazhapovna – PhD, Associate Professor, Head of the Department of land management, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62a Zhenis Ave., tel.: 89131517525, e-mail: saule_makenova@mail.ru.

Babkenova Lazzat Temerkhanovna – Postgraduate student, Department of cadastre, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Russian Federation, 630108, Novosibirsk, 10 Plakhotnyi Str., tel.: 87071292663, e-mail: babkenl@yandex.ru.

XFTAP 68.41.31

ӨОЖ 504.064:631.95

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531280>

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІН АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ – АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МАҚСАТЫНДАҒЫ СУ ҚОЙМАЛАРЫН МОНИТОРИНГТЕУДІҢ БІР ЭЛЕМЕНТІ РЕТІНДЕ

Чашков В.Н.* – химия магистрі, ҚБ ҒЗИ физика-химиялық және технологиялық зерттеулер зертханасының зертхана меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Тастемирова А. Б. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Тауакелов Ч.А. – педагогика ғылымдарының магистрі, «8D05301 Химия» БББ докторанты, Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы.

Дарибаева С.А. – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, жаратылыстану-ғылыми пәндер кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мақала Қазақстан Республикасының аумағында орналасқан Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймағындағы түптік шөгінділерді кешенді зерттеу нәтижелеріне арналған. Сынамалар қыс мезгілінде тұрақты мұз жамылғысы жағдайында алынып, деректердің репрезентативтілігін қамтамасыз етті. Негізгі назар түптік шөгінділердің минералдық негізін құрайтын маңызды макроэлементтер – калий мен фосфор қосылыстарының құрамын талдауға аударылды. Калий оксидтерінің басым екендігі анықталды, бұл тұщы су айдындары бойынша бұрын жарияланған деректерге сәйкес келеді.

Зерттеу аясында төмен температура жағдайында тиімді болып табылатын рентгенфлуоресценттік спектроскопия әдісін қолдана отырып, түптік шөгінділердің химиялық құрамын жедел талдаудың әдістері сыналып, бейімделді. Алынған нәтижелер БҰҰ ЕЭК жұмыс тобы әзірлеген трансшекаралық және халықаралық көлдерді мониторингтеу мен бағалаудың нұсқаулық қағидаларына сәйкес келеді.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы ауыл шаруашылығында пайдаланылатын су қоймаларын тұрақты экологиялық мониторингтеудің ғылыми негізделген базасын қалыптастыруда жатыр. Ұсынылған деректер қоңыржай климатты өңірлердегі ағынды су қоймаларының түптік

жүйелерінің экологиялық жағдайын бағалауда референттік мән ретінде пайдаланылуы мүмкін, сондай-ақ түптік шөгінділердің қатты фазалық фракцияларын заманауи аспаптық әдістермен жедел талдау әдістерін жетілдіруге және енгізуге ықпал етеді.

Түйінді сөздер: калий құрамы, фосфор мөлшері, Қаратомар су қоймасы, Жоғарғы Тобыл су қоймасы, түптік шөгінділер, рентгенфлуоресценттік спектралдық талдау.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА КАК ЭЛЕМЕНТ МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Чашков В.Н.* – магистр химии, заведующий лабораторией физико-химических и технологических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Тастемирова А. Б. – кандидат сельскохозяйственных наук, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Тауакелов Ч.А. – магистр педагогических наук, докторант ОП «8D05301 Химия», Карагандинский университет им. Е.А.Букетова, г. Караганда, Республика Казахстан.

Дарибаева С.А. – магистр естественных наук, преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Статья посвящена результатам комплексного изучения донных отложений в прибрежной зоне Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ, расположенных в пределах территории Республики Казахстан. Отбор проб проводился в зимний период при стабильных условиях ледового покрова, что обеспечило репрезентативность данных. Основное внимание уделялось анализу содержания соединений калия и фосфора – ключевых макроэлементов, формирующих минеральную основу донных отложений. Установлено преобладание калиевых оксидов, что соответствует ранее опубликованным данным по пресноводным водоёмам.

В рамках исследования были апробированы и адаптированы экспрессные методы анализа химического состава донных осадков с использованием рентгенофлуоресцентной спектроскопии, эффективной при работе в условиях низких температур. Полученные результаты находятся в соответствии с Руководящими принципами мониторинга и оценки трансграничных и международных озёр, разработанными рабочей группой ЕЭК ООН.

Практическая значимость работы заключается в создании научно обоснованной базы для регулярного экологического мониторинга водоёмов, используемых в сельском хозяйстве. Представленные данные могут служить референтными при оценке экологического состояния донных систем проточных водоёмов умеренной климатической зоны, а также способствовать совершенствованию и внедрению оперативных методов экспресс-анализа твёрдофазных фракций донных осадков с применением современных инструментальных подходов.

Ключевые слова: содержание калия, содержание фосфора, Каратомарское водохранилище, Верхнетобольское водохранилище, донные отложения, рентгенфлуоресцентный спектральный анализ.

AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF BOTTOM SEDIMENTS IN THE NORTHERN KAZAKHSTAN'S RESERVOIRS AS AN ELEMENT OF AGRICULTURAL RESERVOIR MONITORING

Chashkov V.N.* – Master of Chemistry, Head of the Laboratory of physical-chemical and technological research of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Tastemirova A. B. – Candidate of Agricultural Sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Tauakelov Ch.A. – Master of Pedagogical Sciences, PhD student of the EP «8D05301 Chemistry», E.A. Buketov Karaganda University, Karaganda, Republic of Kazakhstan.

Daribayeva S.A. – Master of Natural Sciences, Senior Lecturer of the Department of natural sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article presents the results of a comprehensive study of bottom sediments in the coastal zones of the Verkhnetobol and Karatomar reservoirs, located within the Republic of Kazakhstan. Sampling was carried out during the winter period under stable ice cover conditions, ensuring the representativeness of the data. Particular attention was paid to the analysis of potassium and phosphorus compounds-key macronutrients forming the mineral base of bottom sediments. A predominance of potassium oxides was established, which corresponds to previously published data on freshwater bodies.

Within the framework of the study, rapid methods for analyzing the chemical composition of bottom sediments were tested and adapted using X-ray fluorescence spectroscopy, which proved effective under low-temperature conditions. The obtained results are consistent with the Guidelines for Monitoring and Assessment of Transboundary and International Lakes developed by the UNECE Working Group.

The practical relevance of this study lies in establishing a scientifically grounded basis for regular ecological monitoring of reservoirs used in agriculture. The data presented can serve as a reference for assessing the ecological condition of bottom sediment systems in temperate climate flowing water bodies and contribute to the advancement and application of rapid analytical methods for solid-phase sediment fractions using modern instrumental techniques.

Key words: *potassium content, phosphorus content, Karatomar reservoir, Verkhnetobol reservoir, bottom sediments, X-ray fluorescence spectral analysis.*

Кіріспе. Қостанай облысының су ресурстары өңірдің тұрақты дамуын қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады, олар өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы және қоршаған ортаны қорғау салаларын қамтиды. Осы тұрғыда Тобыл өзені алабында орналасқан және біртұтас гидротехникалық каскадты құрайтын Жоғарғы Тобыл мен Қаратомар су қоймалары ерекше маңызға ие.

1977 жылы пайдалануға берілген Жоғарғы Тобыл су қоймасы Денисов ауданының аумағында орналасқан. Су қоймасының негізгі сипаттамалары: ауданы – 87,4 км², көлемі – 816,6 млн м³, орташа тереңдігі – 6,3 м. Су негізінен Лисаков тау-кен байыту комбинатын техникалық сумен жабдықтау үшін пайдаланылады, сондай-ақ гидрологиялық режимді тұрақтандыру арқылы іргелес ауыл шаруашылығы алқаптарын сумен қамтамасыз етуге әсерін тигізеді [1].

1966 жылы Бейімбет Майлин ауданында салынған Қаратомар су қоймасы бастапқыда Соколов, Сарыбай, Қашар кен орындары мен Рудный қаласын сумен қамтамасыз етуге арналған. Сонымен қатар, бұл су қоймасының аймақтың ауыл шаруашылығы үшін маңызын асыра бағалау қиын: су қоймасы ауыл шаруашылық жерлерін суару, топырақтың құнарлылығын сақтау және климаттық тұрақсыздық жағдайында агроландшафтардың тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін белсенді түрде пайдаланылады. Су бетінің ауданы 93,7 км², көлемі 791 млн м³, пайдалы көлемі 562 млн м³, тереңдігі 19,8 м-ге жетеді. Сондай-ақ су қоймасы балық шаруашылығы мен жергілікті азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуде де маңызды рөл атқарады [2].

Осылайша, бұл су қоймаларын кешенді зерттеу олардың қазіргі экологиялық жағдайын бағалау үшін ғана емес, сонымен қатар өңірдің агроөнеркәсіптік кешенінің мүддесі үшін суды тұрақты су пайдалану стратегияларын әзірлеу мақсатында да қажет.

Агрохимиялық маңызы жағынан калий мен фосфор негізгі элементтер қатарына жатады. Калий - азоттан кейінгі маңыздылығы бойынша екінші макроэлемент болып табылады. Ол құрғақ салмақтың 2-5% концентрациясында өсімдіктерге қажет. Калий су режимін, ферменттердің белсенділігін, фотосинтезді, ассимиляттардың тасымалдануын және стресске төзімділікті реттеуге қатысады. Оның пируваткиназа және амилаза сияқты ақуыздар мен көмірсулардың синтезіне байланысты 60-тан астам ферменттерді белсендірудегі рөлі ерекше маңызды. Сондай-ақ ол құрғақшылық, тұз және суық стресс жағдайларында маңызды болып табылатын устыцаларды реттеуге әсер етеді [3, 218 б.]. Фосфор өсімдіктің биотикалық күйзелістерге: құрғақшылыққа, тұздылыққа, суыққа және ауыр металдардың уыттылығына бейімделуінде маңызды рөл атқарады. Ол устыцалардың дамуына және қызметіне әсер етіп, жасушалардың бөлінуін, ДНҚ, фосфолипидтер синтезін және энергия алмасуды (АТФ арқылы) реттейді. Фосфорды тиімді пайдалану – тұрақты ауыл шаруашылығының ең маңызды бағыттарының бірі. Р_i (бейорганикалық фосфат) тапшылығы өнімділікті төмендетеді, ал артық болса эвтрофикацияға әкеледі [4, 14 б.].

Қазіргі агроөндірісте калий өсімдіктердің биотикалық және биотикалық стресстердің әсерін азайтуға бағытталған физиологиялық реакцияларын реттеуші ретінде қарастырылады. Оның үлесі осмостық қысымды сақтауда, фермент синтезінде және құрғақшылыққа, тұзға төзімділікке және ауруға төзімділікке байланысты сигналдарды белсендіруде көрінеді [5, 167 б.]. Топырақтағы калий мен фосфор мөлшерінің кеңістіктегі біркелкі еместігі тамырдың морфогенезіне және қоректік заттардың қолжетімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Элементтердің бірінің жетіспеушілігі жағдайында өсімдіктер қоректік заттарға бай аймақтарда тамыр дамуын күшейтіп, биомассаның өзгерген таралуын көрсетеді. Бұл тыңайтқыштарды нүктелік енгізудің маңыздылығын дәлелдейді [6, 305 б.].

Калий мен фосфор өсімдік ішінде тек тасымалдалып қоймай, сонымен қатар жасушааралық сигнал беруге қатысады. Калий мембраналық потенциалға және калий арналарының жұмысына әсер етеді, ал фосфор ақуыздарды фосфорлауға қатысады, бұл стресске жауаптарды белсендіру үшін маңызды [7, 39 б.]. Фосфор және калиймен қоректендіру агротехникалық тәсіл ретінде, әсіресе құнарсыз топырақтарда, тиімді болуы мүмкін. Мұндай тәжірибелер өнімділікті арттыруға және дақылдардың стресстік жағдайларға төзімділігін күшейтуге септігін тигізеді. Сондай-ақ, әсіресе жапырақ арқылы қоректендіру кезінде, элементтер арасындағы өзара әрекеттестікті ескеру маңызды [8, 391 б.].

Тұщы су экосистемлеріндегі түптік шөгінділер фосфордың көзі немесе резервуары бола алады. Белгілі бір жағдайларда, мысалы, оттегінің азаюы кезінде фосфор су ортасына шығарылуы мүмкін, бұл

эвтрофикация процестерін жеделдетуі мүмкін. Сондықтан түптік шөгінділерді басқару ауыл шаруашылығы саясатының маңызды аспектісі болып табылады [9, 7 б.].

Заманауи зерттеулер көрсеткендей, су қоймаларында калийдің байланысуы және фосфордың бөлінуі сияқты үдерістер жүреді, бұл биоөнімділік пен органоминаралды шөгінділерді ауыл шаруашылығында қолдану мүмкіндігі үшін маңызды [10, 5 б.]. Сондай-ақ, фосфор мен органикалық заттарға бай өңделген түптік шөгінділер өсімдіктердің өсуін жақсартуға қабілетті, әсіресе құнарсыз топырақтарда. Бұл түптік шөгінділерді экологиялық тұрғыдан тиімді пайдаланудың бір жолын көрсетеді [11, 9 б.].

Өзектілігі. Түптік шөгінділер су экосистемалерінің экологиялық жағдайының негізгі индикаторы болып табылады және уытты әрі биогенді элементтердің ұзақ мерзімді аккумуляторы қызметін атқарады. Қостанай облысының су объектілеріне, оның ішінде ауыл шаруашылығы мен өнеркәсіп тарапынан артып келе жатқан антропогендік әсер ету жағдайында түптік шөгінділерінің химиялық құрамын бақылау ерекше маңызға ие. Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймалары өңір үшін стратегиялық маңызды нысандар болып табылады, себебі олар тек өнеркәсіптік және тұрмыстық сумен қамтамасыз етіп қана қоймай, ауыл шаруашылығы алқаптарын сумен жабдықтауды, балық шаруашылығын және Тобыл өзенінің экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Калий мен фосфор негізгі биогендік элементтер ретінде су объектілерінің өнімділігін қалыптастыруда және агроэкосистемалерде маңызды рөл атқарады, өйткені олар гидробионттардың қоректенуіне қатысады, сондай-ақ суару кезінде агрохимиялық фонға әсер етіп, іргелес топырақтарға таралуы мүмкін. Бұл элементтердің түптік шөгінділердегі құрамын зерттеу су объектілерінің қазіргі жағдайын ғана емес, сонымен қатар оларды ауыл шаруашылығында тұрақты пайдаланудың перспективаларын бағалауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, БҰҰ ЕЭК-тің трансшекаралық сулар мен халықаралық көлдерді мониторингілеу жөніндегі басшылық қағидаттарына сәйкес, түптік шөгінділерді зерттеу – әсіресе ластану қаупі жоғары аймақтарда – су айдындарын кешенді бағалаудың міндетті элементі ретінде танылады. Алайда Қазақстанда мұндай бағалау тұрақты түрде жүргізілмейді және көбіне фрагменттік сипатта болады, бұл осы зерттеудің ғылыми және қолданбалы құндылығын арттырады.

Зерттеудің мақсаты: Жоғарғы және Қаратомар су қоймаларының түптік шөгінділеріндегі калий мен фосфордың мөлшерін кешенді бағалау олардың экологиялық және ауыл шаруашылығы тұрғысынан маңызын анықтау, сондай-ақ биогендік элементтердің кеңістіктік таралу заңдылықтарын айқындау мақсатында жүргізіледі.

Қойылған мақсатқа сүйене отырып келесі міндеттер айқындалды:

1. Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының негізгі учаскелерінен түптік шөгінділердің сынамаларын іріктеу және оларды талдауға дайындау жұмыстарын жүргізу.
2. Калий мен фосфордың мөлшерін заманауи аналитикалық әдістерді, қоса алғанда рентген-флуоресценттік спектралдық талдауды қолдана отырып анықтау.
3. Көрсеткіштер арасындағы корреляциялық тәуелділіктерді анықтап, биогендік элементтердің ықтимал көздерін айқындау.

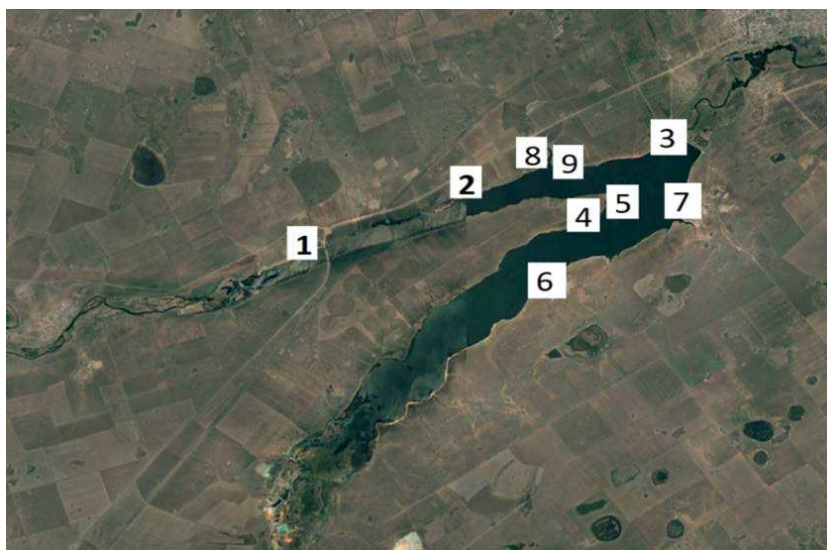
Материалдар мен әдістер. Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының түптік шөгінділерінен сынама алу жұмыстары нормативтік құжаттарға сәйкес жүргізілді: МЕМСТ 17.1.5.01-80, МЕМСТ Р 59024-2020, МЕМСТ 31861-2012, ПНД Ф 12.1.2:2.2:2.3:3.2-03 және РД 52.24.609-2013. Әдістеме зертханалық талдауға дейін сынамалардың физика-химиялық көрсеткіштерінің сақталуын және экологиялық мониторинг талаптарына сәйкестігін қамтамасыз етті. Сынамаларды іріктеу нүктелік әдіспен жүргізілді, бұл жекелеген бөліктері арасындағы айырмашылықтарды сақтауға және кеңістіктік ерекшеліктерді ескеруге мүмкіндік берді. Әрбір сынаманың көлемі аналитикалық әдістемелердің талаптарына сәйкес келді және жоспарланған өлшеулердің толық спектрін орындауға мүмкіндік берді.

Жоғарғы Тобыл су қоймасында әр түрлі участкілері бойынша 8 іріктеу нүктелері анықталды (1 сурет)



1 сурет – Жоғарғы Тобыл су қоймасындағы учаскелерде сынама алынған нүктелер

Қаратомар су қоймасының көлемі, ұзындығы, локациясы сияқты екрешеліктерді ескере отырып, 9 іріктеу нүктелері анықталды (2 сурет)



2 сурет – Қаратомар су қоймасындағы учаскелерде сынама алынған нүктелер

Сынамаларды дайындау анықталатын элементке байланысты қышқылдарды, сілтілерді немесе биоцидтерді қолдана отырып консервациялауды қамтыды. Сақтау үшін химиялық тұрғыдан инертті, температуралық және механикалық әсерлерге төзімді герметикалық пластикалық контейнерлер (ПЭВД) немесе бір реттік контейнерлер қолданылды [12].

Сынамаларды іріктеу әдістемесі су қоймаларының түптік шөгінділеріндегі калий мен фосфордың мөлшеріне қатысты алынған деректердің сенімділігін, қайталанымдылығын және дұрыстығын қамтамасыз етті.

Түптік шөгінділердің химиялық құрамын бағалау бойынша бірыңғай жүйенің жоқтығына байланысты, осы зерттеуде топырақ, грунт және су үшін қолданылатын бақылау әдістеріне негізделген кешенді тәсіл пайдаланылды. Сынамаларды іріктеу мен талдау тәртібін реттейтін негізгі нормативтік құжат ретінде РД 52.24.609-2013, сондай-ақ Қазақстан Республикасы мен ЕАЭС-тің тиісті стандарттары қолданылды.

Түптік шөгінділердің сынамалары Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау маңындағы аймақтарында дончерпательдер мен өзекті (стерженьді) сынама алғыштар қолдану арқылы алынды. Сынамалар шөгінділердің ең көп жиналатын нүктелерінде, гидрологиялық факторларды, ағыстардың әсерін және ластанудың ықтимал аймақтарын ескере отырып, нүктелік әдіспен іріктелді. Үлгілер кейіннен анықталатын көрсеткішке байланысты консервіленіп, химиялық тұрғыдан инертті, герметикалық пластикалық ыдыстарда сақталды [12].

Калий мен фосфордың жалпы (оксидтік) формалардағы құрамына химиялық талдау рентген-флуоресцентті спекторметрия (РФСТ) әдісімен Shimadzu EDX 7000P және Olympus VANTA C спектрометрлерін қолдану арқылы жүргізілді, бұл мәліметтерді жоғары дәлдікпен (0,1 ppm дейін) алуға мүмкіндік берді. Жабдықты калибрлеу мемлекеттік стандартты үлгілер (МСУ) бойынша, соның ішінде Байкал көлінің түптік лай мен терригендік шөгінділер негізінде жүргізілді.

Талдау нәтижелері түптік шөгінділерге арналған ШРК-ның (рұқсат етілген шекті концентрациялар) болмауына байланысты топырақтың агрохимиялық нормативтерімен салыстырылды. Нәтижелердің статистикалық өңдеуі Microsoft Excel 2024 бағдарламасындағы кеңейтілген «Талдау» модулін қолдана отырып, қалыпты және логқалыпты үлестірімдерді талдауды қамтыды.

Нәтижелер мен талқылау. Жүргізілген жұмыстар барысында су қоймаларында іріктелген түптік шөгінділер үлгілерінің химиялық құрамына зерттеулер жүргізілді (1,2 кестелер). Зертханалық зерттеулер нәтижесінде Р (P_2O_5 -ке қайта есептеу арқылы) және К (K_2O -ға қайта есептеу арқылы) сияқты химиялық элементтердің жалпы (оксидтік) формасының құрам көрсеткіштері алынды.

1 кесте – Жоғарғы Тобыл су қоймасының түптік шөгінділер үлгілеріндегі негізгі химиялық компоненттердің құрамы

Көрсеткіш (г/кг)	Үлгі нөмірі және іріктеу нүктелері								Орташа мәні	ОКА	ВК, %
	1	2	3	4	5	6	7	8			
K_2O	16,32	19,87	14,61	12,07	8,67	10,29	13,53	10,01	13,17	3,48	26,4
P_2O_5	3,45	2,82	1,41	0,57	0,75	0,94	1,02	1,17	1,52	0,98	64,4

Жоғарғы Тобыл су қоймасы түптік шөгінділерінің ең жоғары концентрациясы калий оксидіне (K_2O) тиесілі – орта есеппен 13,17 г/кг, бұл Вариациялық коэффициенттің (ВК) 26,4% құрайды. Фосфор оксиді (P_2O_5) аз мөлшерде кездеседі – орташа есеппен 1,52 г/кг, бірақ жоғары вариациямен (ВК – 64,4%), бұл оның таралуының айтарлықтай біркелкі ұказываетстігін көрсетеді.

2 кесте – Қаратомар су қоймасының түптік шөгінділер үлгілеріндегі негізгі химиялық компоненттердің құрамы

Көрсеткіш (г/кг)	Үлгі нөмірі және іріктеу нүктелері									Орта- ша мәні	ОКА	ВК, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
K_2O	17,18	18,57	9,14	12,21	13,25	15,20	14,25	8,84	12,37	13,45	3,28	24,41
P_2O_5	1,62	0,97	0,76	0,83	0,95	1,44	1,12	0,74	1,61	1,11	0,35	31,69

Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының түптік шөгінділеріндегі калийдің (K_2O) және фосфордың (P_2O_5) жалпы (оксидтік) формаларының таралуын талдау сынама алынған нүктелердің көпшілігінде салыстырмалы түрде төмен вариабельділікті көрсетті. Көптеген көрсеткіштер бойынша орташа квадраттық ауытқу (ОКА) және вариация коэффициенті (ВК) 50%-дан аспайды, бұл әрбір су қоймасы шегінде түптік шөгінділердің химиялық құрамының гомогендігі мен тұрақтылығын білдіреді.

K_2O және P_2O_5 құрамының орташа мәндері су қоймалары арасында ерекшеленеді, бұл су жиналатын аумақтардағы геохимиялық жағдайлардың ерекшеліктері мен топырақ-грунт жағдайларындағы жергілікті айырмашылықтарды көрсетеді. Жоғарғы Тобыл су қоймасы үшін фосфордың жоғары мәндері байқалады, ал калий бойынша айтарлықтай айырмашылық анықталған жоқ.

Алынған нәтижелер әдебиетте ұқсас қоңыржай белдеудегі су айдындары бойынша ұсынылған ғылыми деректермен сәйкес келеді [7, 39 б.]. Түптік шөгінділердегі K_2O және P_2O_5 таралу сипаты тұщы су экосистемелеріндегі макроэлементтердің жинақталу процестері туралы қалыптасқан ғылыми түсініктерді растайды.

Негізгі химиялық элементтердің жалпы құрамының көрсеткіштері түптік шөгінділердің экологиялық жағдайын бағалау, сондай-ақ аймақтағы су қоймаларындағы эвтрофикация процестері мен биоөнімділікті бақылау үшін индикаторлық көрсеткіштер ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Антропогендік жүктеме мен элементтердің табиғи көші-қон процестерімен байланысты ықтимал өзгерістерді уақтылы анықтау үшін талданатын компоненттер спектрін кеңейтіп, түптік шөгінділердің химиялық құрамына динамикалық бақылауды жалғастыру орынды.

Қорытынды. Солтүстік Қазақстандағы Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймақтарындағы түптік шөгінділерді зерттеу нәтижесінде калий мен фосфорды қоса алғанда, негізгі агрохимиялық элементтердің құрамы анықталды. Зерттеу барысында қысқы жағдайда, мұз жамылғысының астынан түптік шөгінділер мен су сынамаларын алу әдістемесі сынақтан өткізілді.

Анықталғандай, түптік шөгінділердің химиялық құрамын құрайтын негізгі компоненттер ретінде калий мен фосфор оксидтері ерекшеленеді. Бұл элементтер су экосистемелерінің қызметінде ғана емес, сонымен қатар ауыл шаруашылығы тұрғысынан да маңызды рөл атқарады, өйткені түптік шөгінділерден калий мен фосфордың түсуі жағалаулық топырақтардың құнарлылығына және шөгінділерді ауыл шаруашылығында қайталама пайдалану процестеріне әсер етуі мүмкін. Алынған нәтижелер тұщы су экосистемелерінің түптік шөгінділеріне арналған алдыңғы зерттеулердің қорытындыларымен толық сәйкес келеді.

Алынған деректер елеулі ғылыми, экологиялық және ауылшаруашылық құндылыққа ие. Нәтижелер келесі мақсаттарда пайдаланылуы мүмкін:

1. Қоңыржай климатты аймақтардағы су айдындарының түптік шөгінділерінің құрамы туралы анықтамалық ақпарат ретінде;
2. Тұщы су айдындарының түптік шөгінділерінің сапалық және токсикологиялық жай-күйін кешенді бағалау бойынша әдістемелік ұсынымдарды әзірлеу үшін;
3. Түптік шөгінділердің қатты фазалық формаларын талдауға арналған экспресс рентген-флуоресцентті әдістерді қолдану бойынша ұсынымдар әзірлеу кезінде;
4. Өртүрлі су айдындарының түптік шөгінділерін зерттеуге бағытталған келешектегі тереңдетілген ғылыми зерттеулер үшін ғылыми негіз ретінде;
5. Аймақтың ауыл шаруашылығы үшін түптік шөгінділерді агрохимиялық элементтердің көзі ретінде пайдаланудың әлеуетті мүмкіндіктерін бағалау үшін.

Қаржыландыру бойынша ақпарат. Зерттеу жұмыстары 2023 жылы Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚҰУ-де 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыру аясында BR21881993 «Солтүстік Қазақстанның су ресурстарын жедел мониторингілеу және гидротехникалық инженерлік құрылыстарын экологиялық бақылау жүйесін құру» тақырыбындағы жобасы негізінде жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. **Жоғарғы Тобыл су қоймасы** [Электрондық ресурс] // Уикипедия — ашық энциклопедия. — Қолжетімді: https://ru.wikipedia.org/wiki/Жоғарғы_Тобыл_су_қоймасы (жүгінген күні: 04.06.2025).
2. **Қаратомар су қоймасы** [Электрондық ресурс] // Уикипедия — ашық энциклопедия. — Қолжетімді: https://ru.wikipedia.org/wiki/Қаратомар_су_қоймасы (жүгінген күні: 04.06.2025).
3. **Oosterhuis D.M. The Physiology of Potassium in Crop Production** [Text]. / D.M. Oosterhuis, D.A. Loka, E.M. Kawakami, W.T. Pettigrew // *Advances in Agronomy*. — 2014. — Vol. 126. — P. 203-233. DOI: 10.1016/B978-0-12-800132-5.00003-1.
4. **Khan F. Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses** [Text]. / F. Khan, A.B. Siddique, S. Shabala, M. Zhou, C. Zhao // *Plants*. — 2023. — Vol. 12, N 15. — P.1-29. <https://doi.org/10.3390/plants12152861>.
5. **Wakeel A. Potassium for Sustainable Agriculture** [Text]. / A. Wakeel, M. Gul, C. Zörb // *Soil Science: Agricultural and Environmental Prospectives*. — 2016. — T. 1. — P. 159-181. DOI:10.1007/978-3-319-34451-5_7.
6. **Ma Q. Heterogeneous distribution of phosphorus and potassium in soil influences wheat growth and nutrient uptake** [Text]. / Q. Ma, Z. Rengel, B. Bowden // *Plant and Soil*. — 2007. — Vol. 291. P. 301-309. DOI: 10.1007/s11104-007-9197-5.
7. **Wang Y. Potassium and phosphorus transport and signaling in plants** [Text]. / Y. Wang, Y.F. Chen, W.H. Wu // *Journal of Integrative Plant Biology*. — 2020. — Vol. 63. N 1. — P. 34-52. DOI: 10.1111/jipb.13053.
8. **Delgado A. Fertilization with Phosphorus, Potassium and Other Nutrients** [Text]. / A. Delgado, M. Quemada, F.J. Villalobos, L. Mateos // *Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture*. — 2016. — P. 381-405. DOI: 10.1007/978-3-319-46116-8_26 2016.
9. **Li C. Variations of phosphorus in sediments and suspended particulate matter of a typical mesotrophic plateau lake and their contribution to eutrophication** [Text]. / C. Li, J. Shen, J. Feng, L. Chi, X. Wang // *Scientific Reports*. — 2024. — Vol. 14. N 26551. — P.1-10. DOI: 10.1038/s41598-024-77866-w.
10. **Spiegel T. Updated estimates of sedimentary potassium sequestration and phosphorus release on the Amazon shelf** [Text]. / T. Spiegel, P. Vosteen, K. Wallmann, S.A.L. Paul, M. Gledhill, F. Scholz // *Chemical Geology*. — 2021. — Vol. 560. N 120017. — P.1-11. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2020.120017.
11. **Kiani M. Recycling lake sediment to agriculture: Effects on plant growth, nutrient availability, and leaching** [Text]. / M. Kiani, H. Raave, A. Simojoki, O. Tammeorg, P. Tammeorg // *Science of the Total Environment*. — 2021. — Vol. 753, N 141984. — P. 1-13. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141984.
12. **ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водоемов.** — Введ. 01.01.1982. — М.: Изд-во стандартов, 1980. — 14 с.
13. **Kubar G.M. Effect of potassium (K⁺) on growth, yield components and macronutrient accumulation in Wheat crop** [Text]. / G.M. Kubar, K.H. Talpur, M.N. Kandhro, S. Khashkhali, M.M. Nizamani, M.S. Kubar, K.A. Kubar, A.A. Kubar // *Pure and Applied Biology*. — 2019. — Vol. 8. N 1. — P. 248-255. [https://doi.org/10.19045/bspab.2018.700183:contentReference\[oaicite:0\]{index=0}](https://doi.org/10.19045/bspab.2018.700183:contentReference[oaicite:0]{index=0})
14. **Sardans J. Potassium Control of Plant Functions: Ecological and Agricultural Implications** [Text]. / J. Sardans, J. Peñuelas // *Plants*. — 2021. — Vol. 10. N 2. — P.1-31. <https://doi.org/10.3390/plants10020419>.
15. **Cakmak, I. Potassium for better crop production and quality** [Text]. / I. Cakmak // *Plant and Soil*. — 2010. — Vol. 335. — P.1-2. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0534-8>.
16. **Hasanuzzaman M. Potassium: A Vital Regulator of Plant Responses and Tolerance to Abiotic Stresses** [Text]. / M. Hasanuzzaman, M.H.M.B. Bhuyan, K. Nahar, M.S. Hossain, J. Al Mahmud, M.S. Hossen, M. Chowdhury, A.A. Moumita, M. Fujita // *Agronomy*. — 2018. — Vol. 8. N 3. — P.1-29. <https://doi.org/10.3390/agronomy8030031>.
17. **Liu Y. Effects of different phosphorus and potassium supply on the root architecture, phosphorus and potassium uptake, and utilization efficiency of hydroponic rice** [Text]. / Y. Liu, J. Gao, Y. Zhao, Y. Fu, B. Yan, X. Wan, G. Cheng, W. Zhang // *Scientific Reports*. — 2024. — Vol. 14. N 21178. — P.1-16. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72287-1>.
18. **Arbačauskas J. The Influence of Mineral NPK Fertiliser Rates on Potassium Dynamics in Soil: Data from a Long-Term Agricultural Plant Fertilisation Experiment** [Text]. / J. Arbačauskas, Z.J. Vaišvila, G. Staugaitis, L. Žičkienė, A. Masevičienė, D. Šumskis // *Plants*. — 2023. — Vol. 12, N 3700. — P.1-13. <https://doi.org/10.3390/plants12213700>.
19. **Sadiq G. Impact of phosphorus and potassium levels on yield and yield components of maize** [Text]. / G. Sadiq, A.A. Khan, A. Inamullah Rab, H. Fayyaz, G. Naz, H. Nawaz, I. Ali, H. Raza, J. Amin, S. Ali, H.A. Khan, A.A. Khan, W.A. Khattak // *Pure and Applied Biology*. — 2017. — Vol. 6, N 3. — P. 1071-1078. <https://doi.org/10.19045/bspab.2017.600114>.
20. **Zhu Q. Effect of Phosphorus Rates on Growth, Yield, and Postharvest Quality of Tomato in a Calcareous Soil** [Text]. / Q. Zhu, M. Ozores-Hampton, Y. Li, K. Morgan, G. Liu, R.S. Mylavarapu // *HortScience*. — 2017. — Vol. 52, N 10. — P.1406-1412. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12192-17>.
21. **Zhang H.M. Effect of long-term potassium fertilization on crop yield and potassium efficiency and balance under wheat-maize rotation in China** [Text]. / H.M. Zhang, X.Y. Yang, X.H. He, M.G. Xu, S.M.

Huang, H. Liu, B.R. Wang // *Pedosphere*. – 2011. – Vol. 21, N 2. – P.154-163. DOI: 10.1016/S1002-0160(11)60114-2.

REFERENCES:

1. Zhogargy Tobyl su koyması [Zhogargy Tobyl Reservoir]. Wikipedia, available at: https://kk.wikipedia.org/wiki/Zhogargy_Tobyl_su_qoyması (accessed 22 May 2025). (In Kazakh)
2. Karatomar su kojması [Karatomar Reservoir]. Wikipedia, available at: https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%80_%D0%B1%D3%A9%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%96. (accessed 22 May 2025). (In Kazakh)
3. Oosterhuis D.M., Loka D.A., Kawakami E.M., Pettigrew W.T. **The Physiology of Potassium in Crop Production**. *Advances in Agronomy*, 2014, vol. 126, pp. 203-233. DOI: 10.1016/B978-0-12-800132-5.00003-1.
4. Khan F., Siddique A.B., Shabala S., Zhou M., Zhao C. **Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses**. *Plants*, 2023, vol. 12, no. 15, pp.1-29. <https://doi.org/10.3390/plants12152861>.
5. Wakeel A., Gul M., Zörb C. **Potassium for Sustainable Agriculture**. *Soil Science: Agricultural and Environmental Perspectives*, 2016, vol. 1, pp.159–181. DOI: 10.1007/978-3-319-34451-5_7.
6. Ma Q., Rengel Z., Bowden B. **Heterogeneous distribution of phosphorus and potassium in soil influences wheat growth and nutrient uptake**. *Plant and Soil*, 2007, vol. 291, pp. 301-309. DOI: 10.1007/s11104-007-9197-5.
7. Wang Y., Chen Y.F., Wu W.H. **Potassium and phosphorus transport and signaling in plants**. *Journal of Integrative Plant Biology*, 2020, vol. 63, no. 1, pp. 34-52. DOI: 10.1111/jipb.13053.
8. Delgado A., Quemada M., Villalobos F.J., Mateos L. **Fertilization with Phosphorus, Potassium and Other Nutrients**. *Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture*, 2016, pp. 381-405. DOI: 10.1007/978-3-319-46116-8_26 2016.
9. Li C., Shen J., Feng J., Chi L., Wang X. **Variations of phosphorus in sediments and suspended particulate matter of a typical mesotrophic plateau lake and their contribution to eutrophication**. *Scientific Reports*, 2024, vol. 14, no. 26551, pp.1-10. DOI: 10.1038/s41598-024-77866-w.
10. Spiegel T., Vosteen P., Wallmann K., Paul S.A.L., Gledhill M., Scholz F. **Updated estimates of sedimentary potassium sequestration and phosphorus release on the Amazon shelf**. *Chemical Geology*, 2021, vol. 560, no. 120017, pp. 1-11. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2020.120017.
11. Kiani M., Raave H., Simojoki A., Tammeorg O., Tammeorg P. **Recycling lake sediment to agriculture: Effects on plant growth, nutrient availability, and leaching**. *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 753, no. 141984, pp. 1-13. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141984.
12. GOST 17.1.5.01-80. **Ohrana prirody'. Gidrosfera. Obshhie trebovaniya k otboru prob donny'h otlozhenij vodoemov** [Environmental protection. Hydrosphere.General requirements for sampling of bottom sediments in water bodies]. Moscow, Izdatel'stvo standartov. (State Standard of the USSR, Introduced in 01.01.1982).
13. Kubar G.M., Kandhro M.N., Khashkhali S., et al. **Effect of potassium (K⁺) on growth, yield components and macronutrient accumulation in Wheat crop**. *Pure and Applied Biology*, 2019, vol. 8, no. 1, pp. 248-255. [https://doi.org/10.19045/bspab.2018.700183:contentReference\[oaicite=0\]{index=0}](https://doi.org/10.19045/bspab.2018.700183:contentReference[oaicite=0]{index=0})
14. Sardans J., Peñuelas J. **Potassium Control of Plant Functions: Ecological and Agricultural Implications**. *Plants*, 2021, vol. 10, no. 2, pp.1-31. <https://doi.org/10.3390/plants10020419>.
15. Cakmak, I. **Potassium for better crop production and quality**. *Plant and Soil*, 2010, vol. 335, pp.1-2. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0534-8>.
16. Hasanuzzaman M., Bhuyan M.H.M.B., Nahar K., et al. **Potassium: A Vital Regulator of Plant Responses and Tolerance to Abiotic Stresses**. *Agronomy*, 2018, vol. 8, no. 3, pp.1-29. <https://doi.org/10.3390/agronomy8030031>.
17. Liu Y., Gao J., Zhao Y., et al. **Effects of different phosphorus and potassium supply on the root architecture, phosphorus and potassium uptake, and utilization efficiency of hydroponic rice**. *Scientific Reports*, 2024, vol.14, no. 21178, pp.1-16. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72287-1>.
18. Arbačiauskas J., Vaišvila Z.J., Staugaitis G., et al. **The Influence of Mineral NPK Fertiliser Rates on Potassium Dynamics in Soil: Data from a Long-Term Agricultural Plant Fertilisation Experiment**. *Plants*, 2023, vol. 12, no. 3700, pp.1-13. <https://doi.org/10.3390/plants12213700>.
19. Sadiq G., Khan A.A., Inamullah Rab A. **Impact of phosphorus and potassium levels on yield and yield components of maize**. *Pure and Applied Biology*, 2017, vol. 6, no 3, pp.1071-1078. <https://doi.org/10.19045/bspab.2017.600114>.
20. Zhu Q., Ozores-Hampton M., Li Y., Morgan K., Liu G., Mylavarapu R.S. **Effect of Phosphorus Rates on Growth, Yield, and Postharvest Quality of Tomato in a Calcareous Soil**. *HortScience*, 2017, vol. 52, no. 10, pp.1406-1412. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12192-17>.
21. Zhang H.M., Yang X.Y., He X.H., et al. **Effect of long-term potassium fertilization on crop yield and potassium efficiency and balance under wheat-maize rotation in China**. *Pedosphere*, 2011, vol. 21, no 2, pp.154-163. DOI: 10.1016/S1002-0160(11)60114-2.

Авторлар туралы мәліметтер:

Чашков Вадим Николаевич* – химия магистрі, ҚБ ҒЗИ физика-химиялық және технологиялық зерттеулер зертханасының зертхана меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 87773730369, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Тастемирова Айгуль Базылкановна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 87055446331 e-mail: amandykova_1983@mail.ru.

Тауакелов Чингис Айдаргазиевич – педагогика ғылымдарының магистрі, «8D05301 Химия» БББ докторанты, Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, 100012 Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы, байланыс нөмірі: +77751434142, e-mail: tauakelov.ch@gmail.com.

Дарибаева Севара Анварқызы – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, жаратылыстану-ғылыми пәндер кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 8702987598, e-mail: sevara.daribaeva@gmail.com.

Чашков Вадим Николаевич* – магистр химии, заведующий лабораторией физико-химических и технологических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 8777373036, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Тастемирова Айгуль Базылкановна – кандидат сельскохозяйственных наук, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87055446331, e-mail: amandykova_1983@mail.ru.

Тауакелов Чингис Айдаргазиевич – магистр педагогических наук, докторант ОП «8D05301 Химия», Карагандинский университет им. Е.А.Букетова, 100012 г. Караганда, Республика Казахстан, тел.: +77751434142, e-mail: tauakelov.ch@gmail.com.

Дарибаева Севара Анварқызы – магистр естественных наук, старший преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 8702987598, e-mail: sevara.daribaeva@gmail.com.

Chashkov Vadim Nikolayevich* – Master of Chemistry, Head of the Laboratory of physical-chemical and technological research of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai ave., tel.: 87773730369, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Tastemirova Aigul Bazytkanovna – Candidate of Agricultural Sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai ave, tel.: 87055446331, e-mail: amandykova_1983@mail.ru.

Tauakelov Chingis Aidargazyevich – Master of Pedagogical Sciences, PhD student of the “8D05301-Chemistry” educational program, Karaganda Buketov University, Republic of Kazakhstan, Karaganda, tel.: +77751434142, e-mail: tauakelov.ch@gmail.com.

Daribayeva Sevara Anvarkyzy – Master of Natural Sciences, Senior Lecturer of the Department of natural sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai ave, tel.: 8702987598, e-mail: sevara.daribaeva@gmail.com.

XFTAP 68.41.39

ӨОЖ 631.95

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531288>

ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІН ІРІКТЕУ ЖӘНЕ АГРАРЛЫҚ ПРАКТИКАДА ПАЙДАЛАНУ ӘДІСТЕМЕСІ

Чашков В.Н. – химия магистрі, ҚБ ҒЗИ физика-химиялық және технологиялық зерттеулер зертханасының зертхана меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Иржанов Ж.Б. – «8D05101 Биология» БББ докторанты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Дарибаева С.А.* – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, жаратылыстану-ғылыми пәндер кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Дәулеткелді Г.М. – «6B01511-Химия-Биология» БББ бағдарламасының 4 курс студенті, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада Солтүстік Қазақстанның қатал климаты жағдайында түптік шөгінділерден сынама алудың оңтайлы әдістерін зерделеуге және енгізуге бағытталған кешенді зерттеу нәтижелері қарастырылады. Зерттеу Қостанай облысының ауыл шаруашылығы мен сумен жабдықтау үшін маңызы зор өңірдің маңызды гидротехникалық объектілері – Жоғарғы боль және Қаратомар су қоймаларының мысалында жүргізілді. Қыс мезгілінде дала жұмыстары барысында сынамаларды іріктеудің әртүрлі техникалық құралдары, соның ішінде бензинді, құбырлы астық тартқыштар және үлгілерді сақтауға арналған арнайы ыдыстар сыналды. Ұлттық және халықаралық стандарттарға (МЕМ СТ, ПНД Ф, ISO) сәйкес сынамаларды дайындау, іріктеу, тасымалдау және сақтау кезеңдері егжей-тегжейлі сипатталған. Жүргізілген зерттеулер түбіндегі шөгінділер су объектілерінің экологиялық жай-күйінің көрсеткіші ғана емес, сонымен қатар тиісті өңдеуден кейін органикалық тыңайтқыш ретінде ауыл шаруашылығында қайталама пайдалану үшін жоғары әлеуетке ие екенін растады. Алынған деректер Қостанай облысының гидротехникалық объектілерін экологиялық мониторингтеу, санитарлық-гигиеналық бағалау және агроэкологиялық аймақтарға бөлу кезінде пайдаланылуы мүмкін. Әзірленген әдістемелік ұсынымдар сынама алу процесін стандарттауға және одан әрі зертханалық талдаулар кезінде алынған нәтижелердің дұрыстығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: экология, су қоймасы, түптік шөгінділер, сынама алу, ауыл шаруашылығы.

МЕТОДИКА ОТБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ В АГРАРНОЙ ПРАКТИКЕ

Чашков В.Н. – магистр химии, заведующий лабораторией физико-химических и технологических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Иржанов Ж.Б. – докторант ОП «8D05101 Биология» кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Дарибаева С.А.* – магистр естественных наук, ст. преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Дәулеткелді Г.М. – студент 4 курса ОП 6B01511 – Химия-Биология, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье рассматриваются результаты комплексного исследования, направленного на изучение и внедрение оптимальных методов отбора проб донных отложений в условиях сурового климата Северного Казахстана. Исследование проводилось на примере Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ – важных гидротехнических объектов региона, имеющих большое значение для сельского хозяйства и водоснабжения Костанайской области. В ходе полевых работ в зимний период были опробованы различные технические средства пробоотбора, включая бензобуры, трубчатые дночерпатели и специализированную тару для консервации образцов. Подробно описаны этапы подготовки, отбора, транспортировки и хранения проб в соответствии с национальными и международными стандартами (ГОСТ, ПНД Ф, ISO). Проведённые исследования подтвердили, что донные отложения не только являются индикатором экологического состояния водоёмов, но и обладают высоким потенциалом для вторичного использования в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения после соответствующей обработки. Полученные данные могут использоваться при экологическом мониторинге, санитарно-гигиенической оценке и агроэкологическом зонировании гидротехнических объектов Костанайской области. Разработанные методические рекомендации позволяют стандартизировать процесс пробоотбора и обеспечить достоверность получаемых результатов при дальнейших лабораторных анализах.

Ключевые слова: экология, водохранилище, донные отложения, пробоотбор, сельское хозяйство.

METHODOLOGY OF SELECTION AND USE OF BOTTOM SEDIMENTS OF RESERVOIRS OF THE KOSTANAY REGION IN AGRICULTURAL PRACTICE

Chashkov V.N. – Master of Chemistry, Head of the Laboratory for the Laboratory of Physico-chemical and Technological Research of Research Institute of AB, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Irzhанov Zh.B. – PhD student of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Daribayeva S.A. – Master of Natural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Natural Sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.*

Dauletgeldi G.M. – 4th year student, “6B01511-Chemistry-Biology” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article presents the results of a comprehensive study aimed at investigating and implementing optimal sediment sampling methods under the harsh climatic conditions of the Northern Kazakhstan. The research was conducted using the Verkhnetobol and Karatomar Reservoirs as case studies—key hydraulic structures in the region that play a critical role in agriculture and water supply for the Kostanay region. During winter fieldwork, various sampling techniques were tested, including gasoline-powered augers, tubular dredgers, and specialized containers for sample preservation. The stages of sample preparation, collection, transportation, and storage are described in detail in accordance with national and international standards (GOST, PND F, ISO).

The study confirmed that bottom sediments serve not only as indicators of the ecological state of water bodies but also possess significant potential for secondary use in agriculture as organic fertilizers following appropriate treatment. The data obtained can be used for environmental monitoring, sanitary and hygienic assessments, and agroecological zoning of hydraulic facilities in the Kostanay region. The methodological recommendations developed allow for the standardization of the sampling process and ensure the reliability of results in subsequent laboratory analyses.

Key words: ecology, reservoir, bottom sediments, sampling, agriculture.

Кіріспе. Су – ауыл шаруашылығының тірегі және агроэкожүйелердің тұрақтылығының негізгі көзі. Қазақстандағы егістік алқаптарды тұрақты сумен қамтамасыз ету, мал шаруашылығына қажетті су қорын құру және су қауіпсіздігін сақтау – су ресурстарын басқарудың тиімділігіне тікелей байланысты. Қазіргі таңда еліміз трансшекаралық су көздеріне тәуелді болғандықтан, бұл салада теңгерімді әрі ғылыми негізделген су саясатын жүргізу қажет [1, 400 б.].

Қазақстанда ауыл шаруашылығы мақсатында 13 мыңнан астам гидротехникалық нысан – су қоймалары, бөгеттер мен каналдар жұмыс істейді. 2024 жылы оңтүстік өңірлердегі суармалы жерлерге 10,9 км³ су жіберіліп, бұл жалпы су тұтынудың 97%-ын құрады. Сонымен қатар, көктемгі тасқын кезеңінде 36 млрд м³ астам су тасталып, бұл өткен жылғы көлемнен үш есеге жуық жоғары болды. Алайда, су көлемінің жеткіліктілігімен қатар оның сапасы да аса маңызды мәселе ретінде алдыңғы қатарда тұр [2].

Су қоймалары өнеркәсіптік және ауыл шаруашылығы қалдықтарынан ластануы мүмкін. Тыңайтқыштар, пестицидтер, тұрмыстық ағынды сулар мен ауыр металдар – судың сапасын төмендетіп, ауыл шаруашылығы өнімдеріне, малға және экожүйенің жалпы күйіне кері әсер ету қаупін арттырады. Осыған байланысты су қоймаларындағы сулардың химиялық және радиоизотоптық құрамын жүйелі түрде зерттеу – судың ауыл шаруашылығына жарамдылығын бағалауға және болашақ экологиялық қауіптерді болжауға мүмкіндік береді [3, 10 б.].

Су қоймаларындағы түптік шөгінділер (ТШ) – гидроэкожүйенің маңызды компоненттерінің бірі. Олар – су түбінде табиғи немесе техногендік жолмен жиналатын қатты бөлшектер мен тұнбалар. ТШ өз құрылымында ұзақ уақыт бойы ластаушы заттарды жинақтап, экожүйедегі антропогендік әсерлердің хроникалық индикаторы ретінде әрекет етеді. Сонымен қатар, олар су сапасының ұзақ мерзімді реттегіші рөлін де атқарады.

Түптік шөгінділер физика-химиялық тұрғыдан күрделі жүйе болып табылады. Олар – салыстырмалы түрде тұрақты ұсақдисперсті қатты фазаны, иондарды және қозғалмалы бөлшектерді қамтитын құрылым. Бұл шөгінділер су мен түбіндегі минералды жыныстардан ерекшеленетін бірегей химиялық тепе-теңдік нәтижесінде түзіледі. Өртүрлі химиялық элементтердің қуатты адсорбенті бола отырып, ТШ су бағанасымен әрекеттесіп, ластаушы заттарды уақытша немесе тұрақты түрде ұстап тұрады. Алайда белгілі бір жағдайларда бұл заттар қайтадан суға еніп, қайталама ластануға себеп болуы мүмкін [4, 46 б.].

ТШ-ның физика-химиялық құрамына географиялық, геологиялық және климаттық факторлар әсер етеді. Мысалы, Қостанай облысындағы Жоғарғы Тобыл мен Қаратомар су қоймалары – аймақтың негізгі су көздері болып табылады. Бұл су қоймаларының сапасы Тобыл өзені мен төменгі ағысындағы экожүйелерге тікелей әсер етеді. Мұндай аймақтарда түптік шөгінділерге кешенді бақылау жүргізу – су қауіпсіздігін қамтамасыз етудің стратегиялық шарты. Осы су қоймаларының суларын зерттеу және мониторингілеу бойынша облыстың ғалымдары айналысып келеді [5-7].

Бүгінгі таңда Қазақстанда ТШ-ға қатысты экологиялық және санитарлық-гигиеналық талаптармен реттелетін нормативтік құжаттар жеткіліксіз. РМК «Қазгидромет» тарапынан жүргізілетін экологиялық мониторинг кезінде де түптік шөгінділер тек жекелеген жағдайларда ғана бақыланады [8]. Бұл мәселе ТШ-ның ауыл шаруашылығындағы рөлі мен экожүйелік маңызын терең зерттеуді қажет етеді.

Түптік шөгінділер ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде тиімді пайдаланылуы мүмкін. Олар құрамында өсімдіктердің өсуіне қажет макро- және микроэлементтерді – азот (N), фосфор (P), калий

(K), темір (Fe), кальций (Ca), магний (Mg) және басқаларды қамтиды. Алайда бұл шөгінділерді қолданар алдында оларды алдын ала өңдеу – биотазарту немесе вермикомпосттау арқылы – міндетті түрде қажет. Бұл әдістер арқылы зиянды заттардың әсерін азайтып, топырақ құрылымын жақсарту мен өнімділікті арттыруға қол жеткізуге болады.

Су – ТШ – егіндік алқап жүйесі – өзара тығыз байланысты экожүйелік құрылым. Бұл жүйеде:

- Су ресурстарының сапасы мен қорғалуы: ТШ суды ластаушы заттарды сорбциялау арқылы су қоймаларын қорғайды.

- Экологиялық тыңайтқыш көзі: ТШ табиғи тыңайтқыш ретінде минералды тыңайтқыштарға тәуелділікті төмендетеді.

- Қайта ластанудың алдын алу: ТШ өңдеусіз қолданылған жағдайда ауыр металдар мен басқа зиянды заттар егін өнімдерінің сапасына кері әсер етуі мүмкін.

Түйіндей келе, Қазақстанның су ресурстарын басқару жүйесі тек су көлемін тиімді бөлуге емес, оның сапасын бақылауға және түптік шөгінділердің экологиялық рөлін бағалауға бағытталуы тиіс. ТШ-ны зерттеу мен тиімді қолдану – ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы мен экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ететін маңызды қадам.

Жоғарыда көрсетілген бағыттардың ауыл шаруашылығы үшін өзектілігі жоғарысы ол әрине, ТШ экологиялық тыңайтқыш ретінде қолдану болып табылады.

Түптік шөгінділердің одан әрі қайта өңдеумен және ауыл шаруашылығының қажеттіліктері үшін пайдаланумен бірге су қоймасының түбін тазартудың және оны пайдаланудың тұрақтылығын сақтау сияқты өзекті міндетін шешеді [9, 51 б.].

Ғаламтор желісіндегі мәліметтер базасына сүйенетін болса, біршама отандық және шетелдік зерттеушілер ауыл шаруашылығында су қоймаларының түптік шөгінділерін пайдалану мүмкіндіктерін зерттеулер жүргізіп жатқанына көзіміз жетеді. Яғни, бүгінгі таңда бұл бағыт өзекті екенін көрсетеді.

Осындай зерттеулердің бірі Қ.И. Сәтпаев атындағы ҚазҰТЗУ (Satbayev University) ғалымдары түптік шөгінділерді вермимтехнология әдісі арқылы өңдеп, өсімдіктердің биостимуляторы ретінде қолдану бойынша 2022 жылғы жүргізілген зерттеуі. Ғалымдар Қошқорған, Ермакөзен және Шерт су қоймаларының түптік шөгінділерін Калифорниялық қызыл құрттардың (*Eisenia foetida*) қатысуымен қайта өңдеу арқылы ауыл шаруашылығы үшін экологиялық таза органо-минералды тыңайтқыштар алу жолын сипаттап өтеді және бұл өнімнің өсімдіктердің өсу биостимуляторы ретінде жоғары тиімділікті көрсеткенін атап өтеді [10, 230 б.].

2021 жылы Польшалық зерттеушілер түптік шөгінділерді су айдындарынан жою егінді жақсартып, қоректік заттарды қайта өңдей алуға болатынын зерттеген болатын, олар ақ қыша өсімдігінің өнімділігін топыраққа әр түрлі мөлшерде түптік шөгінділерді қосу арқылы эксперимент жүргізген. Зерттеу нәтижесі түптік шөгінділерді енгізу бақылаумен салыстырғанда өсімдік өнімділігінің айтарлықтай артуына әкелгенін көрсетеді [11].

Түптік шөгінділердің ауылшаруашылығында қолдану мүмкіндіктері олардың химиялық құрамымен тікелей байланысты және бұл топырақ мелиоранттары ретінде түптік шөгінділерді пайдаланудың негізгі көрсеткіші екенін атап көрсеткен жөн.

Түптік шөгінділердің химиялық, физикалық және биологиялық құрамын анықтаудың бірнеше әдістері бар. Сынама алу үшін жоспар және зерттеу мақсаттарын ескеретін белгілі бір бағдарлама жасалады. Түптік шөгінділер ластаушы заттардың ену сипатын, дәрежесін және тереңдігін анықтау, өзін-өзі тазарту процестерінің заңдылықтарын зерттеу, қайталама ластану көздерін анықтау және антропогендік фактордың су экожүйелеріне әсерін есепке алу үшін таңдалады. Бұл жағдайда үлгі белгілі бір уақыт аралығында ластану динамикасын сипаттауы керек.

Сынама алу орнын анықтау үшін оған тән гидрологиялық режимді, ластану көзін, су қоймасының түбінің рельефінің ерекшеліктерін, сондай-ақ су массаларының қозғалысын білу қажет. Гидрологиялық режимді, ластаушы заттардың сипатын және олардың физика-химиялық қасиеттерін ескере отырып, түптік шөгінділердің сынамаларын алу үшін сынама алу тәсілдері мен аспаптары айқындалады. Аталған сипаттамалардың барлығы таңдалған сынамаларды талдау сапасына белгілі бір дәрежеде әсер етеді. Мысалы, мұнай мен мұнай өнімдерінің құрамын түптік шөгінділердің жоғарғы қабатынан сынама алу арқылы анықтауға болады, мұны мұнай өнімдері физика-химиялық ерекшеліктеріне байланысты шөгінділерге терең еңбейтіндігімен түсіндіруге болады.

Ауыр металдарды анықтаған кезде, керісінше, сынамаларды түптік шөгінділердің тереңдеу бөлігінен немесе төменгі қабаттан алу керек, өйткені олардың терең ену қабілеті бар.

Ластаушы заттардың таралу және жинақталу динамикасын анықтау кезінде сынамалар шөгінділердің тұтастығын бұзбай, түбіндегі топырақ бағанасы болып табылатын өзек түрінде алынады. Бұл белгілі бір ластаушы заттың максималды және минималды жинақталу сәтін бақылау үшін жасалады. Түптік шөгінділерінің тереңдеу бөлігінен сынама алу кезінде түптік шөгінділерінің әртүрлі горизонттарынан іріктелген сынамалар жеке ыдысқа салынады. Зерттеу мақсаттарына байланысты біріктірілген үлгі алынуы мүмкін. Түптік шөгінділерден сынама алу кезінде зерттелетін су мен түптік шөгінділердегі ластаушы заттардың құрамын салыстыру үшін бір мезгілде су сынамасын алуға болады. Су асты ортасы мен түбін зерттеудің таптырмас әдістеріне оларды акваланг немесе жеңіл сүңгуір костюмі мен

жабдықтары арқылы адамның тікелей зерттеуі жатады. Жабдықты әртүрлі құрылғылар деп түсіну керек, мысалы, зондтар, байланыс және сынама алу құрылғылары, кинофотоаппараттар, су астындағы аквалангты тасымалдаушылар және т. б. бұл әдіс іріктеу нүктесін дәлірек таңдауға, сондай-ақ 40 м тереңдікте іріктеу орнында топырақтың ерекшеліктерін визуалды талдауға мүмкіндік береді. Іріктеу процесінің өзі бірдей құрылғылардың көмегімен жүзеге асырылады: астыңғы тартқыштар, түптік зондтар, драгтар, стратиметрлер, әртүрлі конструкциялардағы түтіктер.

Мақсат, міндеттер. Жұмыс мақсаты: Қазақстанның су ресурстарын тиімді басқару мен ауыл шаруашылығында түптік шөгінділерді (ТШ) экологиялық тыңайтқыш ретінде қолдану мүмкіндігін ғылыми тұрғыда зерттеу және олардың химиялық, физикалық қасиеттеріне сараптама жасау арқылы ауыл шаруашылығына пайдалану жолдарын негіздеу.

Міндеттері: Су қоймаларындағы түптік шөгінділердің физика-химиялық құрамын және экологиялық маңызын зерттеу; ТШ-ның су сапасына және экожүйеге әсерін бағалау; ТШ-ны ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде пайдалану мүмкіндігін теориялық және практикалық тұрғыда негіздеу; Сынамаларды іріктеу, сақтау және зерттеу әдістерін сипаттау; Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларынан алынған ТШ үлгілерінің талдауын жүргізу және нәтижелерін сараптау; Шетелдік және отандық тәжірибелерді ескере отырып, ТШ-ны қайта өңдеу (мысалы, вермитехнология) тәсілдерін қарастыру.

Түптікі шөгінділер мен су үлгілерінің сынамаларын іріктеуді ұйымдастыруға және жүргізуге және кейіннен кешенді талдауға қойылатын талаптарға жеке тоқталып өтейік.

Материалдар мен әдістер. Түптік шөгінділердің үлгілерін іріктеу тәртібі

Түптік шөгінділерді іріктеу ластаушы заттардың, экотоксиканттардың сипатын және ластаушы заттардың таралу аймағының контурын зерттеу мақсатында ластануға бақылау жүргізу үшін орындалады. Сынамаларды іріктеу талдамалық зерттеулер жүргізілгенге дейін құрылымның және химиялық құрамның талданатын көрсеткіштерінің тұрақтылығын қамтамасыз етуі тиіс. Түптік шөгінділер жағдайында сынамаларды алу белгілі бір ластаушы заттардың түптік шөгінділерге ену дәрежесін анықтауға, өзін-өзі тазарту процестерінің заңдылықтарын зерттеуге, тепе-теңдік элементтерін есептеуге және антропогендік фактордың әсерін есепке алуға мүмкіндік береді [12, 57 б., 13, 32 б., 14, 328 б.].

Зерттеу мақсаттарына тікелей байланысты таңдау бағдарламасын дұрыс құру өте маңызды. Үлгі белгілі бір уақыт аралығында объектіні немесе оның бір бөлігін мүмкіндігінше толық сипаттауы керек. Барлық жоспарланған талдауларды орындау үшін үлгі көлемі жеткілікті болуы керек. Сынамаларды іріктеу кезінде іріктеу орнын, уақытын, әдісін, іріктеу үшін құрылғыны таңдауды, сынама көлемін, консервациялау және сақтау шарттарын айқындалады. Сынамалардың сапасы мен токсикологиясының көрсеткіштерін өлшеудің сапасын қамтамасыз ету мақсатында сынамаларды іріктеуге, тасымалдауға, дайындауға және сақтауға қойылатын жалпы қабылданған талаптарды сақтау түбегейлі маңызды [15, 30 б., 16, 67 б.].

Сынамаларды іріктеу мен сақтауды жүргізу кезінде мынадай ұлттық және мемлекетаралық нормативтік құжаттардың талаптары мен ұсынымдары ескерілді:

1) ГОСТ 17.1.5.01-80 Табиғатты қорғау. Гидросфера. Ластануға талдау жасау үшін су объектілерінің түптік шөгінділерінің сынамаларын алуға қойылатын жалпы талаптар;

2) ГОСТ Р 59024-2020 Су. Сынама алуға қойылатын жалпы талаптар;

3) ГОСТ 31861-2012 Су. Жалпы іріктеу талаптары (ISO 5667-1: 2006, EN) (ISO 5667-2: 1991, NEQ) (ISO 5667-3: 2003, NEQ);

4) ПНД Ф 12.1:2.2:2.3:3.2-03 Әдістемелік ұсынымдар. Топырақ, Топырақ, түптік шөгінділер, лайлар, сарқынды сулардың жауын-шашындары, өнеркәсіптік сарқынды сулардың шламдары, өндіріс және тұтыну қалдықтарының сынамаларын алу (2014 жылғы басылым);

5) РД 52.24.609-2013 "Басшылық құжат. Су объектілерінің түбіндегі шөгінділердегі ластаушы заттардың құрамына бақылауды ұйымдастыру және жүргізу" (Ресей, Ростов-на-Дону, 2013 ж.).

Бұл нормативтік құжаттар су және түптік шөгінділердің құрамы мен қасиеттерінің сипаттайтын көрсеткіштерді анықтауға арналған сынамаларды іріктеуге, тасымалдауға және сақтауға дайындауға қойылатын жалпы талаптарды белгілейді. Стандарттар сынама алу орны мен іріктеу кезеңділігі су объектісіне байланысты зерттеу бағдарламасына сәйкес белгіленетінін атап көрсетеді. Құжаттар зерттеу мақсаттарына және анықталатын көрсеткіштер тізіміне сәйкес іріктеу процесінде анықталатын көрсеткіштер мәндерінің мүмкін болатын өзгерістерін барынша азайтатындай етіп іріктеу үшін кең мүмкіндіктер белгілейді. Құжаттар сонымен қатар түптік шөгінділердің үлгілерін іріктеу бойынша құрылғыларға қойылатын талаптарды белгілейді. ГОСТ 31861-2012 және ГОСТ Р 59024-2020 су объектілерінің жағалау аймақтарында 2,5 м тереңдікте түптік шөгінділердің сынамаларын алу үшін штангаға түсірілетін шөгінділер мен құбырлы шөгінділер қолданылатынын анықтайды. Түптік шөгінділердің тік профилін зерттеу үшін өзек сынамасы қолданылады. Бентостың сапалы талдауын жүргізу үшін сынамаларды алу әр түрлі конструкциялы қырғыштармен немесе басқа типтегі қырғыштармен жүргізіледі. Қайықтан немесе катерден тікелей түптік шөгінділердің сынамаларын алу үшін топырақтың түріне байланысты қорап пен шелек типті шөміштер де қолданылады.

Мемлекетаралық стандарт ГОСТ 17.1.5.01-80 және әдістемелік ұсынымдар ПНД Ф 12.1:2.2:2.3:3.2-03 ластануға талдау жасау үшін су объектілерінің түптік шөгінділерінің сынамаларын алуға

қойылатын жалпы талаптарды белгілейді және химиялық, микробиологиялық және гидробиологиялық көрсеткіштер бойынша ластануға талдау жүргізу үшін әртүрлі су айдындарының барлық дерлік түрлеріне қолданылады.

Сынама алуды ұйымдастыру кезінде су қоймаларының жағалау бөлігіндегі сынама алу орындары түптік шөгінділердің таралуын және олардың орын ауыстыру заңдылықтарын ескере отырып таңдалды, сынама алу орындары сондай-ақ бүйірлік ағындардың, ағынды сулардың түсуін, белгіленген қалқы-малы қатты бөлшектер мен түптік шөгінділер арасында динамикалық тепе-теңдігі бар су қоймасының бөгет бөлігінің әсерін ескере отырып анықталды. Физика-химиялық көрсеткіштерге қатысты ең маңызды ақпараттылық-бұл шөгінділердің шайылуы жоқ жерлер.

Сынамаларды іріктеу кезінде нүктелік түрдегі сынамалар мен мерзімді іріктеу талаптары басшылыққа алынды. Бұл – су құрамындағы көрсеткіштердің нормативтік мәндерге сәйкестігін бағалау мақсатында жүргізілді. Сонымен қатар, құрамдас сынамаларды қолдану жекелеген сынамалар арасындағы айырмашылықтарды көмескі етеді деген себеппен нүктелік сынамалар қолданылды. Іріктелген сынамалар бастапқы физикалық-химиялық қасиеттерін өзгертпейтін және анықталатын көрсеткіштердің сақталуын қамтамасыз ететін ыдыстарда сақталуы тиіс. Нормативтік ұсынымдарда әрбір көрсеткішке байланысты сынамаларды консервациялайдың әртүрлі әдістері қарастырылған. Зерттелетін көрсеткіштердің сақталуын қамтамасыз ету үшін сынаманы дұрыс дайындау қажет. Консервациялау үшін көрсеткіш түріне қарай сілтілер, қышқылдар, органикалық еріткіштер, биоцидтер қолданылуы мүмкін.

Түптік шөгінділерден сынамалар алу мен оларды сақтау үшін ыдыстарды таңдау және дайындау барысында келесі қағидалар басшылыққа алынды:

1) сынама құрамындағы анықталатын көрсеткіштердің жоюлуын немесе басқа заттармен ластануын болдырмау;

2) ыдыстың төмен және жоғары температураларға, сондай-ақ механикалық бұзылуларға төзімділігі;

3) судың төгілуін болдырмау үшін ыдыстың жеңіл, тығыз және сенімді түрде жабылуы;

4) ыдыстың қажетті өлшемге, пішінге, массаға ие болуы және қайта пайдалануға жарамдылығы;

5) ыдыс материалы мен қақпағының химиялық (биологиялық) инерттілігі;

6) кез келген ластанушы заттардан тазартуға және ыдысты қайта пайдалануға мүмкіндік болуы.

Сынамаларды сақтау үшін тығыз жабылатын қақпағы бар, кең ауызды және жоғары қысымды полиэтиленнен жасалған пластик ыдыстар пайдаланылуы мүмкін. Сонымен қатар, сынамаларды іріктеу үшін бір реттік қолдануға арналған ыдыстарды да қолдануға рұқсат етілген.

Түптік шөгінділердің физика-химиялық құрамын анықтау мақсатында су қоймаларында іріктелген түптік шөгінділер үлгілерінің сынамаларының құрамынан бірқатар химиялық элементтер және қосылыстар анықталды. Талдау жұмыстары Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университетінің қолданбалы биотехнология Ғылыми-зерттеу институтының Физика-химиялық және технологиялық зерттеулер зертханасында жүргізілді. Зерттеуде дәлдігі жоғары Рентген-флуоресцентті спектрлік талдау (РФС) әдісі таңдалды және Olympus VANTA C типті рентген-флуоресцентті спектрометр қолданылды.

Практикалық зерттеулердің нәтижелері. Талқылау

Түптік шөгінділердің сынамаларын іріктеу 2024 жылдың наурыз айының басында жүргізілгендіктен, жоспарланған сынама алу орындарына қол жеткізу мүмкіндігін ескеру қажет болды. Су қоймаларының жағалау аймағының көп бөлігі тереңдігі бір жарым метрге дейінгі қар жамылғысымен қамтылды, бұл болжамды іріктеу орындарына кіруді едәуір шектеді.

Осы аймақ үшін ақпан–наурыз айлары қар жамылғысының тұрақты әрі қалың болуымен сипатталады. Үлгілерді іріктеу кезеңіндегі ауа температурасының орташа мәні -3°C пен -10°C аралығында болды. Ауа райы ашық, күн шуақты болды. Үлгі алу орындарында су қоймасының мұз қалыңдығы орта есеппен бір метр шамасында тіркелді. Жұмыс тобының негізгі қозғалыс бағыты су қоймасы мұзының бетімен, негізінен балықшылар жүргізген жолдар арқылы автокөлікпен жүзеге асырылды (1 сурет).

Су қоймасындағы үлгі алу нүктелері 1 – кестеде көрсетілген. Су мен түптік шөгінділерінің үлгілері бір орыннан алынды. Үлгі алу нүктелерінің арақашықтығы орта есеппен 1–6 км аралығында болды.

1-кесте Су қоймаларының түптік шөгінділерінің үлгілерінің сынамаларын алу нүктелерінің координаттары

Жоғарғы Тобыл су қоймасынан сынамаларды іріктеу нүктелерінің нөмірлері							
1	2	3	4	5	6	7	8
52°29'42,5 2"N 62° 0'5,21"E	52°28'10,0 3"N 61°57'39,3 2"E	52°28'46,1 3"N 62° 1'58,65"E	52°29'23, 33"N 62° 5'58,36"E	52°29'22,1 9"N 62°10'49,6 2"E	52°28'51, 72"N 62°11'38, 29"E	52°30'13, 89"N 62°15'51, 31"E	52°30'18,9 4"N 62°20'18,5 6"E

Қаратомар су қоймасынан сынамаларды іріктеу нүктелерінің нөмірлері								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
52°51'35. 40"N 62°48'21. 24"E	52°53'19. 59"N 62°55'23. 65"E	52°54'45. 86"N 63° 2'31.91"E	52°52'55. 60"N 62°59'54. 53"E	52°52'51 .14"N 62°59'57 .16"E	52°50'51. 49"N 62°57'30. 75"E	52°52'31. 62"N 63° 2'48.35"E	52°54'2. 93"N 62°57'3 7.63"E	52°54'0 6.04"N 62°57'4 5.04"E

Түптік шөгінділерін іріктеу барысында келесі талаптар басшылыққа алынды:

- 1) үлгі алу үшін лунка дайындауда кең диаметрлі және жеткілікті қуатты бұрғы пайдалану қажет;
- 2) түптік шөгінділерінің үлгілері қолмен, арнайы құралдар көмегімен алынады;
- 3) үлгі алуға арналған жабдықтар мен құрал-саймандардың беттері тегіс, әрі үлгіні ластанбайтын материалдардан жасалған болуы тиіс;
- 4) үлгі мен құрал арасындағы жанасу уақыты мүмкіндігінше қысқартылуы керек.

Мұзды бұрғылап, лунка дайындау үшін қажетті қуаты бар бензинді қозғалтқышпен жабдықталған арнайы бұрғы қолданылды. Бұрғы диаметрі 0,2 метр, ұзындығы 1 метр (1 сурет). Жағалауға жақын аймақтағы тереңдігі 1,5 метрге дейінгі учаскелерде үлгі алу үшін штангаға бекітілген арнайы құбырлы түптік шөгінді жинағыштар пайдаланылды.



1 Сурет – Бензин қозғалтқышы бар бұрғы. Диаметрі 0,2 м мұздағы дайын тесік

Бұл құрылғылардың жалақтары тот баспайтын болаттан жасалған және арнайы кескіш пышақтармен жабдықталған. Мұндай конструкция тығыз түптік шөгінділерін сапалы алуға мүмкіндік береді. Үлгі ретінде алынған шөгінді материалдарды уақытша сақтау үшін үш литрлік, тағам өнімдеріне арналған пластик ыдыстар пайдаланылды.

Үлгі алу жабдықтарына мыналар кірді: мұзды бұрғылауға арналған бұрғылар, арнайы пышақтармен жабдықталған тот баспайтын болаттан жасалған түптік шөгінді жинағыштар, күректер, метрлік штангалар, герметикалық қапқатары бар тағам өнімдеріне арналған пластик ыдыстар.

Үлгі алу нәтижесінде барлық үлгілер зертханаларға жеткізіліп, сақтау мен кейінгі зерттеулер үшін дайындалды.

РФСТ әдісімен сынамалардың құрамындағы алюминий оксиді Al_2O_3 , кремний диоксиді SiO_2 , жалпы фосфор Р (P_2O_5 түрінде қайта есептеу арқылы), жалпы күкірт S, калий К (K_2O түрінде қайта есептеу арқылы), кальций Са (CaO түрінде қайта есептеу арқылы), магний Mg (MgO түрінде қайта есептеу арқылы) темір Fe (Fe_2O_3 түрінде қайта есептеу арқылы), сияқты компоненттердің құрамын қоса алғанда, химиялық элементтер құрамының жалпы (жалпы) нысандарының көрсеткіштері анықталды. Сонымен атар, Ti (TiO_2 түрінде), хром Cr, кобаль Co, никель Ni, мыс Cu, мырыш Zn, күшән As, рубидий Rb, стронций Sr, иттрий Y, цирконий Zr, ниобий Nb, молибден Mo, қалайы Sn, қорғасын Pb, т. б.. сияқты элементтердің жалпы мөлшері анықталды. Алынған деректер ұқсас объектілердің ғылыми сипаттамаларымен жақсы үйлеседі (2-3 кесте).

2-кесте Жоғарғы Тобыл су қоймасының түптік шөгінділерінің үлгілерінің сынамаларындағы негізгі химиялық компоненттердің мөлшері

Көрсеткіш	Үлгі нөмірі және іріктеу нүктелері								Орта мән	СКА	ВК, %
	1	2	3	4	5	6	7	8			
SiO2	651,99	596,30	744,35	801,27	896,36	921,99	548,45	824,95	748,21	128,99	17,2
Al2O3	114,90	145,65	114,44	85,52	59,91	34,57	107,32	74,96	92,16	33,17	36,0

2-кестенің жалғасы

Fe ₂ O ₃	96,68	55,75	43,09	30,38	20,51	25,42	38,29	28,65	42,35	23,03	54,4
K ₂ O	16,32	19,87	14,61	12,07	8,67	10,29	13,53	10,01	13,17	3,48	26,4
MgO	15,65	21,89	27,22	0,00	14,59	15,14	28,65	7,20	16,29	9,06	55,6
CaO	5,23	15,11	6,80	18,51	7,57	3,38	84,03	6,51	18,39	25,28	137,4
TiO ₂	8,39	8,34	4,87	4,43	2,27	2,44	6,43	5,14	5,29	2,19	41,5
P ₂ O ₅	3,45	2,82	1,41	0,57	0,75	0,94	1,02	1,17	1,52	0,98	64,4
MnO	1,26	1,07	0,58	0,51	0,39	0,27	0,77	0,49	0,67	0,32	48,2
S	0,67	0,61	0,23	0,32	0,30	0,52		0,48	0,39	0,21	53,0
Sr	0,16	0,18	0,12	0,13	0,09	0,06	0,23	0,08	0,13	0,05	41,1
Zr	0,20	0,21	0,11	0,17	0,07	0,15	0,18	0,23	0,17	0,05	29,9
Cr	0,044	0,101	0,113		0,046	0,085	0,122	0,083	0,085	0,028	33,2
Co	0,017	0,011	0,012	0,014	0,010	0,012	0,008	0,025	0,014	0,005	37,3
Ni	0,054	0,054	0,040	0,032	0,027	0,019	0,042	0,033	0,038	0,012	30,8
Cu	0,053	0,034	0,024	0,013	0,012		0,016		0,025	0,015	58,0
Zn	0,112	0,081	0,038	0,017	0,016		0,043		0,068	0,030	43,9
As	0,030	0,014	0,008	0,007	0,007		0,009	0,005	0,011	0,008	69,7
Rb	0,045	0,070	0,035	0,032	0,020	0,026	0,043	0,033	0,038	0,014	37,2
Y	0,023	0,026	0,014	0,016	0,009	0,009	0,021	0,017	0,017	0,006	34,2
Nb	0,008	0,011	0,006	0,005	0,005		0,008	0,005	0,007	0,002	29,9
Pb	0,023	0,012	0,009	0,011	0,010	0,000	0,014	0,010	0,011	0,006	53,0

*СКА – стандартты квадраттық ауытқу; ВК – вариация коэффициенті

Жоғарғы Тобыл су қоймасының түптік шөгінділерінің құрамындағы макронутриенттер (негізгі қоректік заттар) және микроэлементтердің үлесін талдауға тоқталып өтейік.

Түптік шөгінділер құрамындағы кремний диоксидінің SiO₂ орташа мәні – 748,21 г/кг (жоғары көрсеткіш) құрайды, ол өз кезегінде жасушалардың механикалық беріктігін қамтамасыз етеді, әсіресе дөңді дақылдарда, аурулар мен құрғақшылыққа төзімділікті арттырады. Алюминий оксидінің Al₂O₃ мөлшері 92,16 г / кг, айтарлықтай жоғары көрсеткішке ие. Суда еритін алюминий улы болуы мүмкін, бірақ оксид түрінде ол қауіп төндірмейді және топырақтың буферлік қасиеттерін жақсартып алады.

Темір (III) оксиді Fe₂O₃ мен калий оксидінің мөлшерлері: 42,35 г/кг және 13,17 г/кг сәйкесінше тең, темір ферментативті процестер мен фотосинтез үшін маңызды болып келсе, калий өсімдіктердің су режимін реттейді және олардың стресске төзімділігін арттырады. Ал кальций оксидінің CaO орташа есеппен 18,39 г/кг тең және ол топырақ құрылымын қалыптастыру және өсімдіктердің өсуі үшін маңызды элемент болып табылады.

Магний оксидінің MgO сынамалардағы орташа мөлшері 16,29 г/кг тең болса, ал бірқатар сынамаларда 20 г/кг асады және ол хлорофилл синтезі үшін қажет. Ал фосфор оксидінің P₂O₅ орташа мөлшері: 1,52 г/кг, бұл шөгінділерді құрамында фосфор бар тыңайтқыш ретінде пайдалы етеді. Сынамалардағы күкірттің S орташа мөлшері 0,39 г/кг тең және бұл көрсеткіш ауыл шаруашылығы дақылдарының қажеттіліктерін жабу үшін жеткілікті қатысу деңгейі.

Марганец (II) оксидінің сынамалардағы орташа мөлшері: 0,67 г/кг, ол ферменттер мен фотосинтез үшін пайдалы. Zn, Cu, Ni, Co элементтерінің мөлшері аз деңгейде, г/кг – мөлшерінің жүзден бір бөлігі шегінде.

3-кесте – Қаратомар су қоймасының түптік шөгінділерінің үлгілерінің сынамаларындағы негізгі химиялық компоненттердің мөлшері

Көрсеткіш	Үлгі нөмірі және іріктеу нүктелері									Орта мән	СКА	ВК, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
SiO ₂	740,4	805,7	984,7	906,6	884,1	836,5	814,0	1 009,5	754,7	859,6	94,63	11,00
Al ₂ O ₃	94,93	77,4	34,6	51,5	58,1	49,2	57,2	15,3	66,4	56,11	23,10	41,18
Fe ₂ O ₃	36,32	32,8	13,28	18,69	23,06	37,11	26,50	10,63	33,32	25,75	9,94	38,59
K ₂ O	17,18	18,57	9,14	12,21	13,25	15,20	14,25	8,84	12,37	13,45	3,28	24,41
MgO				16,38		13,36	19,06			16,26	2,85	17,54
CaO	12,36	17,53	4,94	6,08	7,10	3,94	14,63	1,32	27,24	10,57	8,21	77,62
TiO ₂	5,68	6,08	3,04	3,11	4,06	2,63	3,44		3,77	3,98	1,26	31,65

3-кестенің жалғасы

P2O5	1,62	0,97	0,76	0,83	0,95	1,44	1,12	0,74	1,61	1,11	0,35	31,69
MnO	0,73	0,66	0,20	0,45	0,44	0,23	0,20	0,08	0,78	0,42	0,26	61,79
S	0,38	0,76	0,26	0,62	0,76	2,84	1,61	0,32	3,77	1,26	1,24	98,94
Sr	0,14	0,163	0,068	0,085	0,099	0,226	0,106	0,024	0,112	0,11	0,058	50,91
Zr	0,14	0,140	0,152	0,117	0,133	0,094	0,173	0,027	0,146	0,12	0,043	34,23
Cr	0,057	0,120	0,071	0,068	0,079	0,058	0,117		0,070	0,08	0,025	30,92
Co	0,0076	0,0110	0,0196	0,0113	0,0116	0,0129	0,0086	0,0103	0,0093	0,01	0,0035	30,77
Ni	0,0301	0,0246	0,0261	0,0192		0,0167	0,0145	0,0163	0,0239	0,02	0,0055	25,86
Cu	0,0201	0,0147	0,0208		0,0127				0,0221	0,02	0,0041	22,68
Zn	0,0409	0,0190			0,0177	0,0169	0,0262		0,0304	0,025	0,0094	37,21
As	0,0078	0,0096	0,0052	0,0045	0,0067	0,0059	0,0047		0,0082	0,0066	0,0018	28,05
Rb	0,0408	0,0439	0,0187	0,0262	0,0315	0,0416	0,0365	0,0205	0,0307	0,032	0,0092	28,54
Y	0,0156	0,0131	0,0065	0,0091	0,0096	0,0086	0,0128	0,0045	0,0171	0,0108	0,0042	38,74
Nb	0,0055	0,0068	0,0046	0,0049	0,0055	0,0050	0,0046		0,0046	0,0052	0,0008	14,99
Pb	0,0159	0,0181		0,0099	0,0110		0,0099	0,0000	0,0203	0,0122	0,0068	55,77

*СКА – стандартты квадраттық ауытқу; ВК – вариация коэффициенті

Қаратомар су қоймасының түптік шөгінділерінің құрамындағы макронутриенттер (негізгі қоректік заттар) және микроэлементтердің үлесіне тоқталып өтетін болсақ, көп компоненттер орта мән арқылы көрсеткенін байқаймыз. Атап көрсететін болсақ, кремний диоксидінің SiO_2 : орташа мөлшері 859,6 г / кг-ең жоғары көрсеткіштердің бірі, өсімдіктердің стресске төзімділігіне оң әсер етеді. Алюминий оксиді Al_2O_3 орташа мәні – 56,11 г/кг, және Жоғарғы Тобыл сынамаларымен салыстырғанда төмен, бірақ қолайлы деңгейде. Топырақтың буферлік сыйымдылығын арттырады. Темір (III) оксидінің Fe_2O_3 : 25,75 г/кг, Жоғарғы Тобыл сынамаларына қарағанда төмен, бірақ сонымен бірге топырақтың құрылымы мен құнарлылығын жақсартуға ықпал етеді. Калий және магний оксидтерінің орташа мөлшері Жоғарғы Тобыл сынамаларымен ұқсас және агрономиялық талаптарға сәйкес келеді. Кальций оксидінің CaO орташа мәні 10,57 г/кг, максимум 27,24 г/кг дейін, бұл ықтимал әк белсенділігін көрсетеді (топырақтың рН жоғарылауы). Ал фосфор оксидінің P_2O_5 орташа мөлшері – 1,11 г/кг тең және нашар топырақтың фосфор балансын арттыруға жарамды. Сынамалардағы күкірт S орташа мөлшері – 1,26 г/кг, 3,77 г / кг дейін өзгереді – бұл шөгінділерді күкірттің бай көзіне айналдырады. Марганец оксиді MnO орташа мәні 0,42 г/кг, ферментативті белсенділікті қолдайды. Қорғасын Pb орташа мәні 0,0122 г / кг, As: 0,0066 г / кг – екеуі де рұқсат етілген деңгейден төмен.

Қорытынды.

Зерттеу нәтижесінде, түптік шөгінділердің ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде қолдануға болатыны және олардың құнды макро- және микроэлементтерге бай екендігі дәлелденді. Олар – табиғаттың өзі ұсынған бай ресурс, құрамында өсімдіктерге қажет макро- және микроэлементтер (калий, кальций, магний, темір, марганец, мырыш, фосфор, кремний және күкірт) мол шоғырланған. Жоғарғы Тобыл мен Қаратомар су қоймаларындағы шөгінділер – нақты осы бағытта қолдануға болатын мысалдар. Жоғарғы Тобылдағы үлгілер – топырақ құрылымын жақсартуға қолайлы минералдарға бай болса, Қаратомар шөгінділері қышқыл топырақтарды бейтараптандыруға әлеуеті жоғары.

Бірақ бұл табиғи байлықты тиімді әрі қауіпсіз пайдалану – экологиялық жауапкершілікпен ұштасатын процесс. Шөгінділердің құрамында ауыр металдар болуы мүмкін екенін ескере отырып, оларды тікелей қолдану орнына алдын ала өңдеу (биотазарту, вермикомпосттау) қажет. Бұл тәсіл тек экожүйені қорғап қана қоймай, тыңайтқыш сапасын да арттырады.

Осылайша, түптік шөгінділер – тек су қоймасының «төменгі қабатында» жатқан пайдасыз масса емес, керісінше, ғылыми тұрғыда зерттеліп, дұрыс қолданылған жағдайда ауыл шаруашылығының экологиялық және экономикалық тиімділігін арттырудың нақты көзі.

Қаржыландыру бойынша ақпарат. Зерттеу жұмыстары 2023 жылы Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚҰУ-де 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыру аясында BR21881993 «Солтүстік Қазақстанның су ресурстарын жедел мониторингілеу және гидротехникалық инженерлік құрылыстарын экологиялық бақылау жүйесін құру» тақырыбындағы жобасы негізінде жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Безднина С. Я. Экологически безопасное водопользование в сельском хозяйстве [Текст]/ С.Я. Безднина // *Международная научная конференция (Костяковские чтения) «Наукоемкие технологии в мелиорации»*. – 2005. – С. 400-404.

2. Жыл қорытындысы: Су инфрақұрылымын дамыту және Қазақстанның орнықты болашағы үшін технологияларды енгізу [Электрондық ресурс] // *Primeminister.kz*. – Ресми сайт. –

Қолжетімді: <https://primeminister.kz/news/reviews/zhyl-korytyndysy-su-infrakurylymyn-damytu-zhane-kazakstannyn-ornyky-bolashagy-ushyn-tehnologiyalary-engizu-29472> (жүгінген күні – 10.05.2025).

3. **Vijdea A-M. Geochemical Background Values for the Characterization of Sediment Contamination with Trace Elements in Romania: A Case Study in the Lower Danube Basin** [Text] / A-M. Vijdea., I. Popescu., A.A. Ivanov., E.V. Alexe et al // *Applied Sciences*. – 2025. – Vol. 15. № 2458. – P. 1-27. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15052458>.

4. **Сайлауова А. А. Су қоймаларының түптік шөгінділерінің құрамындағы ауыр металдарды анықтау және оларды бағалау жолдары** [Мәтін] / А. А. Сайлауова, С. Ж. Айтаева // Қазақстандағы ғылым мен білім беру мәселелері. – 2023. – № 3а. – Б. 45-52.

5. **Бугубаева А. У. Қаратомар су қоймасының суларының металл емес бейорганикалық көрсеткіштерінің мөлшерін кешенді бағалау** [Мәтін] / А.У. Бугубаева, А.Б. Нугманов, С.А. Дарибаева, К.А. Казбекова // "3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация" көпсалалы ғылыми журналы. – 2024. – № 3. – С. 17-27. DOI: https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3_

6. **Ысқақ А. Қазақстан Республикасының солтүстік өңірінің Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының суларындағы ауыр металдардың құрамын кешенді бағалау** [Мәтін] / А. Ысқақ., В.Н. Чашков., С.А. Дарибаева., К.А.Казбекова. // "3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация" көпсалалы ғылыми журналы. – 2024. – № 3. – С. 118-129. DOI: https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3_118.

7. **Ысқақ А. Қазақстан республикасының солтүстік өңірінің Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының суларында пестицидтер, хлорорганикалық қосылыстар және органикалық токсиканттардың құрамын кешенді бағалау** / А. Ысқақ., В.Н. Чашков., С.А. Дарибаева., К.А. Казбекова. // "3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация" көпсалалы ғылыми журналы научный журнал Костанайского государственного университета им. Ахмет Байтұрсынұлы «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – 2024. – № 3. – С. 130-140. DOI: https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3_130.

8. **РМК «Қазгидромет»** [Электрондық ресурс] // Ресми сайт. – Қолжетімді: <https://www.kazhydromet.kz/> (жүгінген күні – 10.05.2025).

9. **Ветчинников А. А. Оценка возможности использования донных отложений пруда для рекультивации техногенно нарушенных почв** [Текст] / А.А. Ветчинников, В.И. Титова, А.И. Баранов, Е.В. Сеньчева // *Агрохимический вестник*. – 2018. – № 2. – С. 50–53. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-00028.

10. **Смелый Р.В. Особенности определения минерального состава донных отложений озера Зун-Торей методом рентгеновской дифракции** [Текст] / Р.В. Смелый, Е.В. Канева, А.В. Ощепкова, Т.С. Айсуева, А.Л. Финкельштейн // 229-я Всероссийская молодежная научная конференция «Минералы: строение, свойства, методы исследования». – Иркутск: Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН. – 2023. – С. 229-233.

11. **Kazberuk W. Use bottom sediment to agriculture – effect on plant and heavy metal content in soil** [Text] / W. Kazberuk, W. Szulc, B. Rutkowska // *Agronomy*. – 2021. – Vol. 11, N 6. – С. 1077. DOI: 10.3390/agronomy11061077.

12. **Шелехова Т.С. Методы исследования донных отложений озёр Карелии** [Текст] / Т.С. Шелехова, З.И. Слуковский, Н.Б. Лаврова // Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2020. – 111 с.: ил. – ISBN 978-5-6045871-0-2. – Библиогр.: 159 назв.

13. **Даувальтер В.А. Исследование физического и химического состава донных отложений при оценке экологического состояния водоемов: учеб. пособие по дисциплине «Геохимия окружающей среды» для направления 511100 «Экология и природопользование» и специальности 013600 «Геоэкология»** / В. А. Даувальтер. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2006. – 84 с.: ил. – УДК 551.312.012:502.51(471.21). – ББК 26.222 Д21.

14. **Саинова Г.А. Характеристика донных отложений водохранилищ Туркестанского района и области их применения** [Текст] / Г.А. Саинова, Ж.Ж. Есенбаева// *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2017. – № 3-2. – С. 327-328. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11455> (жүгінген күні – 10.05.2025).

15. **Есенбаева Ж.Ж. Использование донных отложений как органо-минерального удобрения в условиях засушливого климата** [Текст] / Ж.Ж. Есенбаева., Г.А. Саинова. // *Eurasian Journal of Ecology*. – 2022. – Vol. 73, N 4. – С. 25-34. DOI: 10.26577/EJE.2022.v73.i4.03.

16. **Степанян А. Оценка загрязнения поверхностных вод озера Севан тяжелыми металлами и рисков для здоровья населения** [Текст] / А. Степанян, С. Петросян, А. Петросян, С. Акопян, А. Майлян, М. Ованисян, А. Степанян// *Fresenius Environmental Bulletin*. – 2021. – Vol. 30, N 4. – С. 61-69.

REFERENCES:

1. **Bezdnina S.Ya. E'kologicheski bezopasnoe vodopol'zovanie v sel'skom hozyajstve** [Environmentally safe water use in agriculture]. *Naukoemkie tehnologii v melioracii: Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya, Kostyakovskie chteniya*, Moscow, 2005, p. 400-404. (In Russian)

2. Zhyl korytyndysy: Su infrakurylymyn damytu zhane Kazakstannyn ornykty bolashagy yshin **tehnologiyalardy engizu** [Year in review: development of water infrastructure and implementation of technologies for a sustainable future of Kazakhstan]. Available at: <https://primeminister.kz/news/reviews/zhyl-korytyndysy-su-infrakurylymyn-damytu-zhane-kazakstannyn-ornykty-bolashagy-ushyn-tehnologiyalardy-engizu-29472> (accessed 10 May 2025). (In Kazakh)

3. Vijdea A.-M., Popescu I., Ivanov A.A., Alexe E.V. et al. **Geochemical Background Values for the Characterization of Sediment Contamination with Trace Elements in Romania: A Case Study in the Lower Danube Basin.** *Applied Sciences*, 2025, vol. 15, no. 2458, pp. 1-27. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15052458>.

4. Sajlauova A.A., Ajtaeva S.Zh. **Su kojmalarynyn typtik shogindilerinin kyramyndagy auyr metaldardy anyktau zhane olardy bagalau zholdary** [Methods for determination and assessment of heavy metals in bottom sediments of reservoirs]. *Kazakstandagy gylym men bilim beru maseleleri*, 2023, no.3a, pp. 45-52. (In Kazakh)

5. Bugubaeva A. U., Nugmanov A. B., Daribaeva S. A., Kazbekova K. A. **Karatomar su kojmasynyn sularynyn metall emes bejorganikalyk korsetkishterinin molsherin keshendi bagalau** [Comprehensive assessment of the amount of non-metallic inorganic indicators in the waters of the Karatomar reservoir]. *3i: intellect, idea, innovation*, 2024. no. 3, pp. 17-27. DOI: https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3. (In Kazakh)

6. Yskak A., Chashkov V. N., Daribaeva S. A., Kazbekova K. A. **Kazakstan Respublikasynyn soltustik onirinin Zhogargy Tobyl zhane Karatomar su kojmalarynyn sularyndagy auyr metaldardyn kyramyn keshendi bagalau** [Comprehensive assessment of heavy metal content in the waters of the Verkhnetobol and Karatomar reservoirs of the northern region of the Republic of Kazakhstan]. *3i: intellect, idea, innovation*. 2024. no. 3, pp. 118-129. DOI: https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3_118. (In Kazakh)

7. Yskak A., Chashkov V. N., Daribaeva S. A., Kazbekova K. A. **Kazakstan respublikasynyn soltystik onirinin Zhogargy Tobyl zhane Karatomar su kojmalarynyn sularynda pesticidter, hlororganikalyk kosylystar zhane organikalyk toksikanttardyn kyramyn keshendi bagalau.** [Comprehensive assessment of the content of pesticides, organochlorine compounds and organic toxicants in the waters of the Verkhnetobol and Karatomar reservoirs of the northern region of the Republic of Kazakhstan]. *3i: intellect, idea, innovation*. 2024. no. 3, pp. 130-140. DOI: https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3_130.

8. **RMK «Kazgidromet»**. Available at: <https://www.kazhydromet.kz/>. (accessed 10 May 2025). (In Kazakh)

9. Vetchinnikov A.A., Titova V.I., Baranov A.I., Sencheva E.V. **Ocenka vozmozhnosti ispol'zovaniya donny'h otlozhenij pruda dlya rekul'tivacii tehnogenno narushenny'h pochv** [Assessment of the possibility of using pond bottom sediments for the reclamation of technogenically disturbed soils]. *Agrohimicheskij vestnik*, 2018, no. 2, pp. 50-53. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-00028. (In Russian)

10. Smelyj R.V., Kaneva E. V., Oshhepkova A. V., Ajsueva T. S., Finkelshtejn A. L. **Osobennosti opredeleniya mineral'nogo sostava donny'h otlozhenij ozera Zun-Torej metodom rentgenovskoj difrakcii** [Specifics of determining the mineral composition of lake Zun-Torei bottom sediments using the X-ray diffraction method]. *229-ya Vserossiyskaya molodezhnaya nauchnaya konferenciya «Mineraly: stroenie, svoystva, metody issledovaniya»*, Irkutsk: Institut geohimii im. A. P. Vinogradova SO RAN, 2023, pp. 229-233. (In Russian)

11. Kazberuk W., Szulc W., Rutkowska B. **Use bottom sediment to agriculture – effect on plant and heavy metal content in soil.** *Agronomy*, 2021, vol. 11, no. 6, pp. 1077. DOI: 10.3390/agronomy11061077.

12. Shelehova T.S. **Metody' issledovaniya donny'h otlozhenij ozyor Karelii** [Methods for studying bottom sediments of the lakes of Karelia]. Petrozavodsk, Karel'skij nauchny'j centr RAN, 2020, 111 p. (In Russian)

13. Dauvalter V.A. **Issledovanie fizicheskogo i himicheskogo sostava donny'h otlozhenij pri ocenke e'kologicheskogo sostoyaniya vodoemov** [Study of the physical and chemical composition of bottom sediments when assessing the ecological state of water bodies]. Murmansk, Izd-vo MGTU, 2006, 84 p. (In Russian)

14. Sainova G.A., Esenbaeva Zh.Zh. **Harakteristika donny'h otlozhenij vodohranilishh Turkestanskogo rajona i oblasti ih primeneniya** [Characteristics of bottom sediments of reservoirs in the Turkestan district and fields of application thereof]. *Mezhdunarodny'j zhurnal prikladny'h i fundamental'ny'h issledovaniy*, 2017. no. 3-2, pp. 327-328, available at: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11455>. (accessed 10 May 2025). (In Russian)

15. Esenbaeva Zh.Zh., Sainova G. A. **Ispol'zovanie donny'h otlozhenij kak organo-mineral'nogo udobreniya v usloviyah zasushlivogo klimata** [Use of bottom sediments as an organomineral fertilizer under arid climate conditions]. *Eurasian Journal of Ecology*, 2022, vol. 73, no. 4. pp. 25-34. DOI: 10.26577/EJE.2022.v73.i4.03. (In Russian)

16. Stepanyan A., Petrosyan S., Petrosyan A. et al. **Ocenka zagrtazneniya poverhnostny'h vod ozera Sevan tyazhely'mi metallami i riskov dlya zdorov'ya naseleniya** [Assessment of surface water pollution of lake Sevan by heavy metals and associated public health risks]. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2021, vol. 30, no. 4. pp. 61-69. (In Russian)

Авторлар туралы мәліметтер:

Чашков Вадим Николаевич – химия магистрі, ҚБ ҒЗИ физика-химиялық және технологиялық зерттеулер зертханасының зертхана меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ, Абай даңғ. 28/1, тел.: +77773730369, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Иржанов Жасулан Булатович – «8D05101 Биология» докторанты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай, Абай даң. 28/1, тел.: +77078474298, e-mail: jayzikskif@gmail.com

Дарибаева Севара Анварқызы* – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, жаратылыстану-ғылыми пәндер кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ, Абай даңғ. 28/1, тел.: +7702987598, e-mail: sevara.daribaeva@gmail.com.

Дәулеткелді Гүлнұл Нұрланқызы – «6B01511-Химия-Биология» БББ бағдарламасының 4 курс студенті, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ, Абай даңғ. 28/1, тел.: +77717989774, e-mail: gulnuradauletkel@gmail.com.

Чашков Вадим Николаевич – магистр химии, заведующий лабораторией физико-химических и технологических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77773730369, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Иржанов Жасулан Булатович – докторант ОП «8D05101 Биология» кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77078474298, e-mail: jayzikskif@gmail.com.

Дарибаева Севара Анварқызы* – магистр естественных наук, старший преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +7702987598, e-mail: sevara.daribaeva@gmail.com.

Дәулеткелді Гүлнұл Нұрланқызы – студент 4 курса ОП «6B01511-Химия-Биология», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77717989774, e-mail: gulnuradauletkel@gmail.com.

Chashkov Vadim Nikolayevich – Master of Chemistry, Head of the Laboratory for the Laboratory of Physico-chemical and Technological Research of Research Institute of AB, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77773730369, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Irzhanov Zhassulan Bulatovich – PhD student of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77078474298, e-mail: jayzikskif@gmail.com.

Daribayeva Sevara Anvarkyzy* – Master of Natural Sciences, Senior Lecturer of the Department of natural sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +7702987598, e-mail: sevara.daribaeva@gmail.com.

Dauletkeldi Gulnul Nurlankyzy – 4th year student, “6B01511-Chemistry-Biology” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77717989774, e-mail: gulnuradauletkel@gmail.com.

XFTAP 34.35.17, 34.23.2

ӨОЖ 556.16:504.054

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531299>

**ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ АГРАРЛЫҚ СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК
ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ХРОМ, НИКЕЛЬ ЖӘНЕ КОБАЛЬТ:
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ МОНИТОРИНГ ӘДІСТЕРІ**

Ысқақ А. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қолданбалы биотехнологиялық ғылыми-зерттеу институтының директоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Нурпеисов А.А.* – техника ғылымдарының магистрі, ҚБ ҒЗ институтының молекулалық-генетикалық зерттеулер зертханасының ғылыми қызметкері, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Казбекова К.А. – «7М01503 Химия» БББ педагогика ғылымдарының магистрі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Иржанов Ж.Б. – «8D05101 Биология» докторанты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Осы зерттеу барысында Қостанай облысының шегінде орналасқан Солтүстік Қазақстанның екі ірі су қоймасы – Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының түптік шөгінділердің геохимиялық сипаттамалары зерделенді. Бұл су қоймалары аймақтың ауылшаруашылық жерлерін суару қажеттіліктерін жабатын маңызды су объектілері болып табылады. Осыған байланысты су қоймаларының экологиялық мониторингі Қостанай облысында өндірілетін ауыл шаруашылығы өнімінің сапасын қолдау үшін қажет.

Сынамалар қысқы кезеңде тұрақты мұз жамылғысы жағдайында іріктеліп алынды, бұл жағалау аймақтарын маусымдық тұрақтылықтың табиғи күйінде қамтуға мүмкіндік берді. Су асты ортасындағы экожүйелік процестерге әсер ете алатын негізгі элементтер – хром, никель және кобальт концентрациясын анықтауға ерекше назар аударылды.

Оксид формасынан элементке қайта есептеу арқылы анықталған элементтердің мөлшері жер қыртысына (кларктерге) тән фондық мәндерден аспаған. Бұл зерттелген аумақта айқын техногендік жүктеменің жоқтығын көрсетеді. Алынған нәтижелер халықаралық нормативтермен, соның ішінде БҰҰ ЕЭК-тің басшылық қағидаттарының ережелерімен сәйкес келеді. Аталған құжатқа сәйкес, түптік шөгінділердің ірі түйіршікті компоненттері, әдетте, ауыр металдардың төмен деңгейде жинақталуымен сипатталады.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы ауыл шаруашылығы мақсатындағы су айдындарын одан әрі мониторинге жүргізу үшін негіз болатын базаны қалыптастыруда жатыр. Деректер қоңыржай ағынды су объектілерінің экологиялық жағдайын бағалау кезінде, сондай-ақ жауын-шашынның қатты фазалы фракцияларын және түптік шөгінділерді рентген-флуоресценттік талдаудың экспресс-әдістерін әзірлеу кезінде негіз ретінде қолданыла алады.

Түйінді сөздер: хром құрамы, никель мөлшері, кобальт мөлшері, су қоймасы, түптік шөгінділер, рентгенфлуоресценттік спектрлік талдау, ауыр элементтер.

ХРОМ, НИКЕЛЬ И КОБАЛЬТ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ АГРАРНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ: ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА

Ысқақ А. – кандидат сельскохозяйственных наук, директор научно-исследовательского института прикладной биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Нурпеисов А.А.* – магистр технических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Казбекова К.А. – магистр педагогических наук по ОП 7М01503 – Химия, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Иржанов Ж.Б. – докторант ОП 8D05101 – Биология, кафедра биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В ходе настоящего исследования были изучены геохимические характеристики донных отложений двух крупных водохранилищ Северного Казахстана – Верхнетобольского и Каратомарского, расположенных в пределах Костанайской области. Данные водохранилища являются важнейшими водными объектами, которые покрывают нужды в орошении сельскохозяйственных угодий региона. В связи с этим экологический мониторинг водохранилищ необходим для поддержания качества производимой сельскохозяйственной продукции Костанайской области.

Пробы отбирались в зимний период в условиях устойчивого ледового покрова, что позволило охватить прибрежные зоны в естественном состоянии сезонной стабильности. Особое внимание уделялось определению концентраций хрома, никеля и кобальта – ключевых элементов, способных оказывать влияние на экосистемные процессы в придонной среде.

Содержание элементов, рассчитанное по пересчёту из оксидной формы в элементную, не превышало фоновых значений, характерных для земной коры (кларков). Это указывает на отсутствие выраженной техногенной нагрузки в исследованных зонах. Полученные результаты коррелируют с международными нормативами, в том числе с положениями Руководящих принципов ЕЭК ООН, согласно которым грубозернистые компоненты донных отложений, как правило, характеризуются низкой аккумуляцией тяжёлых металлов.

Практическая значимость работы заключается в формировании обоснованной базы для дальнейшего мониторинга водоёмов сельскохозяйственного назначения. Данные могут служить опорными при оценке экологического состояния донных систем проточных водоёмов умеренного климата, а также при разработке экспресс-методов рентгенофлуоресцентного анализа твёрдофазных фракций осадков.

Ключевые слова: содержание хрома, содержание никеля, содержание кобальта, водохранилище, донные отложения, рентгенофлуоресцентный спектральный анализ, тяжёлые элементы.

CHROMIUM, NICKEL AND COBALT IN BOTTOM SEDIMENTS OF AGRICULTURAL RESERVOIRS OF THE KOSTANAY REGION: ENVIRONMENTAL SAFETY AND MONITORING METHODS

Yskak A. – Candidate of Agricultural Sciences, Director of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Nurpeissov A.A.* – Master of Technical Sciences, Researcher of the Laboratory of Molecular Genetic Research of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan

Kazbekova K.A. – Master of Pedagogical Sciences, “7M01503-Chemistry” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Irzhанov Zh.B. – PhD student, “8D05101-Biology” educational program, Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

In this study, the geochemical characteristics of bottom sediments in two major reservoirs of the Northern Kazakhstan – Verkhnetobol and Karatomar, located within the boundaries of Kostanay region – were investigated. These reservoirs are vital water bodies that serve the irrigation needs of agricultural lands in the region. Therefore, ecological monitoring of the reservoirs is essential to support the quality of agricultural products produced in the Kostanay region.

Samples were collected during the winter period under stable ice cover conditions, which allowed the shoreline zones to be examined in their seasonally stable natural state. Particular attention was given to determining the concentrations of key elements – chromium, nickel, and cobalt – that may affect ecosystem processes in the benthic environment.

The elemental concentrations recalculated from their oxide forms, did not exceed the background values typical of the Earth's crust (Clarke values). This indicates the absence of significant anthropogenic load in the studied areas. The obtained results are consistent with international standards, including the guidelines of the UNECE, which state that coarse-grained components of bottom sediments are typically associated with low levels of heavy metal accumulation.

The practical relevance of the work lies in establishing a foundational database for further monitoring of agricultural water bodies. The data can be used as a reference for assessing the ecological state of temperate climate freshwater systems and for developing rapid methods of X-ray fluorescence analysis of the solid-phase fractions of precipitation.

Key words: chromium content, nickel concentration, cobalt concentration, reservoir, bottom sediments, X-ray fluorescence spectrometric analysis, heavy metals.

Кіріспе. Зерттеу объектілері түптік шөгінділердің жай-күйін кешенді бағалау мақсатында Қостанай облысының екі ірі су қоймасы – Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймалары таңдалды. Бұл екі су қоймасы қоңыржай климаттық аймақта орналасқан және өнімнің аграрлық секторының суға деген қажеттілігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Аталған су қоймаларына Қостанай облысындағы су ресурстарының жалпы көлемінің 95% -ы тиесілі.

1966 жылы Тобыл өзенінде салынған Қаратомар су қоймасы бастапқыда Соколов, Сарыбай, Қашар кен орындарын игеруге байланысты өнеркәсіптік сумен жабдықтауға арналды. Алайда кейіннен ол ауыл шаруашылығы алқаптарын суару және аграрлық аймақтарда су балансын сақтау үшін маңызды су көзіне айналды. Су қоймасының жалпы ауданы – 93,7 км², ал ең үлкен тереңдігі 19,8 м дейін жетеді [1].

1977 жылы пайдалануға берілген Жоғарғы Тобыл су қоймасы ауыл шаруашылығының қажеттіліктерін өтеу, соның ішінде жайылымдар мен егістік алқаптарын, құрғақшылық кезеңдерінде, суару мақсатында белсенді қолданылады. Су қоймасының жалпы ауданы 87 км², орташа тереңдігі 6,3 м, жағалау сызығының ұзындығы шамамен 120 км, ал су жиналатын алабы 23 мың км² құрайды. Су қоймасы өнімнің агроөнеркәсіптік инфрақұрылымымен тығыз байланысты болып, суару жүйелері мен ауыл шаруашылығы өндірісін сумен қамтамасыз етеді [2].

Екі су қоймасы да ауыл шаруашылық жерлерін тұрақты суаруды, топырақ құнарлылығын сақтауды және балық шаруашылығы қызметін дамытуды қамтамасыз ететін өнімнің аграрлық экономикасының ажырамас бөлігі болып табылады. Осыған байланысты, бұл су қоймаларының экологиялық және химиялық жағдайын тұрақты мониторингтен өткізі мен бағалау ерекше маңызды.

Бақылау көрсеткіштері ретінде келесі ауыр металдар таңдалды: хром (Cr), никель (Ni) және кобальт (Co). Бұл элементтердің уытты әсері тек ауыл шаруашылық дақылдарына ғана емес, сонымен қатар сол дақылдарды тұтынатын адам ағзасына да зиянды болуы мүмкін. Аталған металдар агроэкожүйелерге табиғи көздерден (серпентиниттер, ферроникель жыныстары) және антропогендік факторлар – өнеркәсіптік шығарындылар, тау-кен жұмыстары, минералды тыңайтқыштарды қолдану және ағынды сулармен суару арқылы енеді [3, 4 б.], [4, 162 б.], [5, 18 б.].

Еуропа, Азия және Африка елдерінде ластану көздері ретінде өнеркәсіптік шығарындылармен қатар тазартылмаған ағынды сулар, жауын-шашын және РМ бөлшектері де маңызды рөл атқарады [6, 656.], [7, 372 б.], [8, 304 б.]. Көптеген зерттеулер тау-кен немесе өнеркәсіптік белсенділігі бар аймақтарда (мысалы, Греция және Урмар Бала, Пәкістан) топырақ пен азық-түлікте Cr, Ni және Co элементтерінің рұқсат етілген шекті деңгейден асып кеткенін көрсетті [4, 163 б.], [9, 15 б.].

Хром, никель және кобальттың түптік шөгінділерден су ортасына көшу процесі қарастырылды. О.А. Шарипованың (2015) Балқаш көліне арналған зерттеуінде ауыр металдардың (соның ішінде хром, никель және кобальт) түптік шөгінділерде таралуының кеңістіктік және уақыттық заңдылықтары зерттелді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, металдардың ең жоғары концентрациясы ұсақ дисперсті лайлы шөгінділер мен органикалық заттардың жоғары мөлшері шоғырланған аймақтарда байқалады, бұл олардың жинақталуына әсер етеді. Түптік шөгінділер техногендік әсердің индикаторы ретінде қарастырылып, ағымдағы және жинақталған ластану деңгейін бейнелейді. Соңғы жылдары экономикалық жүктеменің өзгеруіне байланысты металдар концентрациясы біртіндеп төмендеу үрдісін көрсету. Бұл зерттеу ауыр металдардың көші-қон процестерінде түптік шөгінділердің маңызын жән ауыл шаруашылығы мен балық шаруашылығы үшін маңызды су айдындарында оларды тұрақты бақылаудың қажеттілігін дәлелдейді [10, 2276.].

Қазақстандағы Марқакөл көліне арналған зерттеу жұмысы "түптік шөгінділер – су" жүйесінде никель мен кобальттың жоғары қозғалғыштығын көрсетеді. Бұл элементтердің төменгі су қабатында және оған жақын аймақтағы таралуы тереңдікке, температуралық режимге, органикалық заттардың құрамына және төменгі фракцияның сипаттамасына байланысты өзгеретіні анықталды. Маусымдық стратификацияның металдардың тік бағыттағы айналымы мен қайта бөлінуіне әсері ерекше атап өтіледі. Бұл зерттеу ремобилизация процестері туралы маңызды ақпарат береді және ластанудың қайталама көзі ретінде түптік шөгінділердің маңыздылығын растайды [11, 106.].

Синьхэ өзенінде (Орталық Қытай) ауыр металдардың, соның ішінде хром, никель және кобальттың түптік шөгінділер мен үстіңгі су қабаты арасындағы көші-қон механизмдері зерттелді. Зерттеу нәтижелері қышқылдық (pH), тотығу-тотықсыздану потенциалы (Eh) және температураның өзгеруі адсорбция-десорбция тепе-теңдігіне тікелей әсер ететінін көрсетті, бұл жағдай металдардың түптік шөгінділерден суға күрт бөлінуіне әкелуі мүмкін. Тұрақсыз гидрохимиялық режим жағдайында мұндай процестер экологиялық қауіп деңгейін айтарлықтай арттырады және су айдындарын мониторингтеу бағдарламаларында міндетті түрде ескерілуі тиіс [12, 12626.].

Лохан өзеніндегі (Малайзия) зерттеу ауыр металдардың геологиялық шығу тегі (ультрамафикалық жыныстар) мен тарихи тау-кен өндірісі арасындағы күрделі өзара әрекеттесуді сипаттайды. Зерттеу барысында суда және түптік шөгінділерде Cr, Ni және Co концентрацияларының жоғарылағаны анықталды. Жұмыстың ерекшелігі – екі параллельді процесті бөліп көрсету: табиғи үгілу нәтижесінде жүйеге металдардың түсуі және өзен динамикасының бұзылуы жағдайында жинақталған техногендік формалардың қайта босап шығуы. Авторлар ластану көздерін бағалау кезінде көшенді көзқарастың маңыздылығын атап өтеді [13, 476.].

Атап көрсетілген зерттеулердің негізінде хром, никель және кобальттың түптік шөгінділерден миграциясы – қоршаған ортаның физика-химиялық жағдайларына (pH, Eh, температура), маусымдық қабатталуға, төменгі субстрат пен органикалық заттардың құрамына, сондай-ақ табиғи және техногендік көздердің әсеріне байланысты көпфакторлы үдеріс екені анықталды. Түптік шөгінділердің ластанудың қайталама көзі ретіндегі рөлі әртүрлі гидрожүйелерде — теңіз қайраңдарынан бастап тұщы көлдер мен өзендерге дейін ғылыми зерттеулермен расталған. Аталған элементтердің уыттылығын ескере отырып, олардың байлану формалары мен ремобилизациялану жағдайларына ерекше назар аудару қажет.

Хром екі негізгі тотығу күйінде кездеседі: Cr(III) және Cr(VI), олардың ішінде алты валентті Cr(VI) әлдеқайда уытты және қозғалмалы болып табылады. Cr(VI) өсімдік ұлпасына оңай еніп, тотығу стрессін тудырады, фотосинтез процесін және тұқымның өнуін тежейді [14, 7436.]. Никель (Ni^{2+}) еріген күйге оңай ауысады, агроландшафттарда белсенді түрде таралып, қауіпсіздік шектерінен асып, дәнді және көкөніс дақылдарында жиналуы мүмкін [4, 1646.], [15, 11506.]. Кобальт қоршаған ортаға мыс пен никель өндірудің жанама өнімі ретінде түседі. Ағзада оның артық мөлшері есту, көру қабілеттерінің бұзылуына және эндокриндік жүйе жұмысының бұзылуына әкелуі мүмкін [16, 3196.].

Ауыр металдар топырақ арқылы өсімдіктерге, ал өсімдіктер арқылы – адам ағзасына өнуі мүмкін. Олар өсімдіктердің жеуге жарамды бөліктерде (дәнді дақылдар мен көкөністерде) жиналып, азық-түлік қауіпсіздігіне елеулі қатер төндіреді [6, 676.], [8, 3066.]. Cr, Ni және Co өсімдіктердің өсуін тежеп, су алмасуын, минералдық қоректенуін, фотосинтезді бұзуы, сондай-ақ цитотоксикалық әсер етуі мүмкін. Бұл жағдайда тіпті субуытты дозалардың өзі жасырын бұзылыстарға әкелуі ықтимал [16, 3206.].

Еуропалық мониторинг мәліметтері бойынша, Еуропалық Одақтың аграрлық топырақтарының 6,2%-ы Cr, Ni және Co [10, 2286.] қоса алғанда, ауыр металдардың шекті мәндерден асып кетуіне байланысты жедел қалпына келтіру шараларын қажет етеді.

Бірқатар зерттеулер жоғарыда аталған ауыр металдардың (Cr, Ni, Co) топырақтан күріш, бидай, шөптер мен көкөністерге дақыл түріне, топырақтың рН деңгейіне және оның құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты әртүрлі мөлшерде өтетінін анықтаған. Атап айтқанда, күріш пен бидай топырақтағы жалпы мөлшері аз болған жағдайда да никель мен кобальтты белсенді түрде жинақтай алады [6, 696.].

Жоғарыда келтірілген мәліметтер негізінде мынадай қорытындылар жасауға болады: хром(Cr), никель (Ni) және кобальт (Co) – әсіресе өнеркәсіптік аймақтарға жақын орналасқан топырақтардың негізгі ластаушылары болып табылады. Бұл металдар өсімдіктерге еніп, олардың өсуіне, фотосинтез процесіне және өнімділігіне теріс әсер етеді. Ұзақ мерзімді әсер ету адам денсаулығына елеулі қауіп төндіреді. Осыған байланысты топырақ пен өсімдіктерге тұрақты мониторинг жүргізу сондай-ақ фиторемедиация немесе тұрақтандыру шараларын әзірлеу қажеттілігі туындайды.

Өзектілігі. Су қоймаларының түптік шөгінділерді зерттеу су экожүйелерінің сапасын бағалау тұрғысынан ерекше маңызды, өйткені бұл компонент ауыр металдарды (соның ішінде хром, никель және кобальт) жинақтап, ластаушы заттардың индикаторы мен резервуары ретінде қызмет ете алады. Түптік шөгінділер биогеохимиялық циклдерге қатыса отырып, су ортасындағы улы элементтерді бекітіп немесе қайта босатып, су объектілерінің жалпы экологиялық жағдайына әсер етеді. Халықаралық тәжірибеде түптік шөгінділер бақылау мен зерттеу үшін маңызды нысан ретінде қарастырылады. Бұл БҰҰ Еуропалық экономикалық комиссиясының нұсқаулығында да атап өтілген, онда оларды кешенді мониторинг жүргізуде басты компонент ретінде тану ұсынылады. Аталған жағдай Қостанай облысындағы екі ірі су қоймасына – Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймаларына да қатысты. Бұл су қоймалары өңірдің сумен жабдықтау, ауыл шаруашылығы қажеттіліктерін өтеу және экологиялық тепе-теңдікті сақтау тұрғысынан, маңызды рөл атқарады. Қазақстандағы жергілікті зерттеулердің шектеулі көлемін және ұлттық нормативтік-әдістемелік базадағы олқылықтарды ескере отырып, түптік шөгінділерді мақсатты зерттеу су ресурстарын тиімді басқару мен қоршаған ортаны қорғау үшін негізделген шешімдер қабылдауда маңызды құрал болып табылады.

Мақсат, міндеттер. Зерттеудің **мақсаты:** осы зерттеу Солтүстік Қазақстанның екі негізгі су қоймасы – Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймаларындағы түптік шөгінділердегі хром, никель және кобальттың құрамын жан-жақты талдауға бағытталған. Зерттеу барысында бұл элементтердің шоғырлану деңгейін анықтап қана қоймай, алынған мәліметтерге экологиялық тұрғыдан баға беру және қоңыржай климат жағдайында су асты экожүйелерін мониторингтеу бойынша практикалық ұсыныстар әзірлеу мақсаты көзделген.

Қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін келесі **міндеттер** бірізділікпен жүзеге асырылды:

1. Химиялық талдау: заманауи аналитикалық әдістерді қолдану арқылы түптік шөгінділердегі хром, никель және кобальт концентрацияларының мөлшерлік анықтамасы орындалды.

2. Статистикалық өңдеу: элементтердің таралу заңдылықтары мен өзара байланыстарын анықтау мақсатында мақсатты көрсеткіштер арасында корреляциялық талдау жүргізілді.

3. Аналитикалық рәсімдер: далалық және зертханалық жағдайларда қолдануға болатын рентгенфлуоресценттік талдаудың қарапайым әрі қолжетімді схемалары сынақтан өткізілді.

4. Әдістемелік база: Қазақстанның солтүстік аймақтарына тән су қоймаларының түптік шөгінділерін тиімді бақылау жүйесін құру бойынша ұсыныстар тұжырымдалды.

5. Геоэкологиялық интерпретация: табиғи факторлардың – геологиялық құрылымның, гидрологиялық режимнің, маусымдылық пен ландшафтық ерекшеліктердің-шөгінділердің химиялық құрамының қалыптасуына әсері қарастырылды.

6. Салыстырмалы талдау: алынған нәтижелер ұлттық және халықаралық деңгейде қабылданған қолданыстағы нормативтермен және санитарлық-гигиеналық регламенттермен салыстырылды.

7. Халықаралық тәсілдерді бейімдеу: түптік шөгінділерді бағалаудың шетелдік үлгілерін Қазақстан жағдайларына бейімдеудің өзектілігі тексерілді.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Түптік шөгінділер су экожүйесінің маңызды құрамдас бөлігі ретінде қатты және сұйық фазалар шекарасында қалыптасады. Олар табиғи және техногендік тектегі заттарды жинақтап, су қоймасының экологиялық жай-күйінің сезімтал индикаторы ретінде қызмет етеді. Түптік шөгінділерді жүйелі зерттеу тек экожүйенің ағымдағы жағдайын сипаттап қана қоймай, сонымен қатар антропогендік факторлардың ұзақ мерзімді әсерін бағалауға да мүмкіндік береді. Бұл шөгінділерді экологиялық мониторинг және су ресурстарын басқару жүйесінде маңызды объект ретінде қарастыру қажеттігін дәлелдейді.

Түптік шөгінділердің сынамаларын іріктеу қолданыстағы нормативтік-әдістемелік құжаттардың талаптарына сәйкес жүзеге асырылды: ГОСТ 17.1.5.01-80, ПНД Ф 12.1:2.2:2.3:3.2-03, РД 52.24.609-2013. Аталған құжаттар сынамаларды іріктеу, тасымалдау, сақтау және талдауға дайындау тәртібін регламенттейді. Сынамаларды іріктеу орны мен жиілігі зерттеу бағдарламасына және гидрологиялық әрі маусымдық жағдайларға сәйкес анықталды.

Хром, никель және кобальттың мөлшері жалпы (валдық) формада анықталды, өйткені бұл форма үлгідегі элементтің жалпы құрамын – яғни, жылжымалы да, байланысқан күйін де бағалауға мүмкіндік береді. Жалпы форманы анықтау үшін рентгенфлуоресценттік спектрлік талдау әдісі қолданылады [17].

Химиялық элементтердің жиналу деңгейі туралы сенімді деректер алу үшін Shimadzu EDX 7000P (Жапония) рентгенфлуоресценттік спектрометрі пайдаланылды. Бұл құрал натрийден (Na) уранға (U) дейінгі элементтердің құрамын жоғары дәлдікпен (ppm-нің оннан бір үлесіне дейін) және жедел түрде анықтауға мүмкіндік береді.

Спектрометрді калибрлеу агрохимиялық талдауда қолдануға ұсынылған стандартты үлгілерді (СҮ) пайдалана отырып жүргізілді: терригендік типтегі лайдың СГХ-3 СҮ (ГСО 3132-85); Байкал лайының БИЛ-1 СҮ (ГСО 7126-94); Байкалдың түптік шөгінділерінің БИЛ-2 СҮ (ГСО 7176-95); сілтілік апаит гранитінің СГ-3 СҮ (ГСО 3333-85); дала шпаты бар доломиттің СИ-3 СҮ (ГСО 3192-85).

Қазақстан Республикасында түптік шөгінділер үшін элементтердің шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРК) ресми түрде бекітілмегендіктен, алынған мәліметтерді интерпретациялау барысында топырақ үшін белгіленген гигиеналық нормативтер және элементтің жер қыртысындағы орташа мөлшерін сипаттайтын кларк ұғымы қолданылды. Бұл тәсіл анықталған концентрациялардың валалық құрамын ғана емес, сонымен қатар олардың ықтимал экологиялық маңыздылығын бағалауға мүмкіндік береді [18].

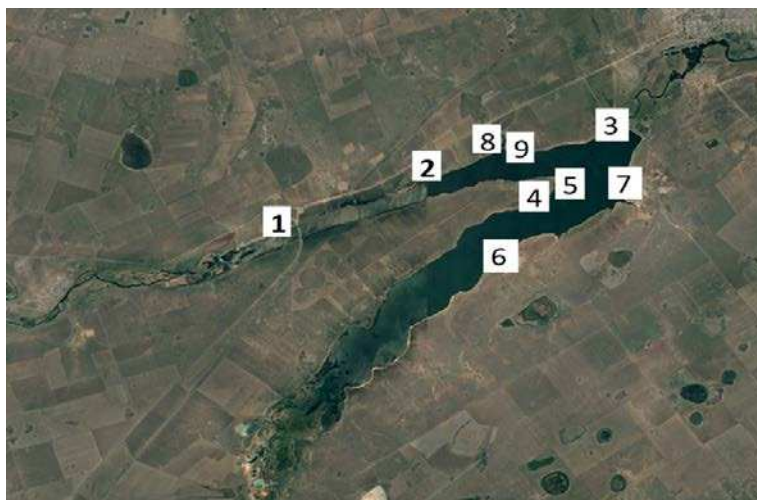
Деректерді статистикалық өңдеу үшін Microsoft Excel бағдарламасының 2024 жылғы нұсқасындағы «Анализ» пакетімен жабдықталған заманауи әдістер қолданылды. Есептеулер қалыпты және логарифмдік қалыпты таралулар ескеріле отырып жүргізілді, бұл кездейсоқ ауытқулар мен нәтижелердің сенімділігін бағалауға мүмкіндік берді [19].

Түптік шөгінділердің үлгілерін іріктеу, дайындау және талдау бойынша кешенді тәсіл тек темір мен марганецпен ластану деңгейін бағалауға ғана емес, сонымен қатар өңірдің су айдындарының одан әрі қарай экологиялық мониторингі үшін әдістемелік базаны қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Нәтижелер және талқылау. Түптік шөгінділердің сынамаалары 2024 жылдың наурыз айының бірінші онкүндігінде іріктелді. Бұл кезеңді таңдау өңірдің климаттық ерекшеліктерімен байланысты: ақпан және наурыз айлары тұрақты қар және мұз жамылғысымен сипатталады, бұл мұз астынан үлгі алу жұмыстарын қауіпсіз әрі репрезентативті жүргізуге мүмкіндік береді. Түптік шөгінділер мен су үлгілерін іріктеу нүктелерінің географиялық орналасуы сызбаларда көрсетілген (1 және 2-суреттер). Үлгі алу нүктелері арасындағы орташа қашықтық 1–6 км аралығында болды, бұл су қоймаларының зерттелетін учаскелерін кеңістіктік тұрғыдан біркелкі қамтуға мүмкіндік берді.



1 Сурет – Жоғарғы Тобыл су қоймасының учаскелерінен сынама алу нүктелері



2 Сурет – Қаратомар су қоймасының учаскелерінен сынама алу нүктелері

Жүргізілген жұмыстар аясында зерттеліп отырған су қоймаларынан әртүрлі учаскелерден іріктелген түптік шөгінділер сынамаларына химиялық талдау жүргізілді. Зертханалық зерттеулер химиялық элементтердің жалпы (валдық) құрамын анықтауға бағытталды. Талдауға алынған компоненттердің ішінде судың экологиялық жай-күйін бағалауда маңызды рөл атқаратын, әлеуетті уытты элементтер болып табылатын хром (Cr), кобальт (Co) және никель (Ni) мөлшеріне ерекше назар аударылды. Зерттеу нәтижелері 1,2 кестелерде көрсетілген.

1 кесте – Жоғарғы Тобыл су қоймасының түптік шөгінді сынамаларындағы негізгі химиялық компоненттердің құрамы

Көрсеткіш (г/кг)	Сынама нөмірі және іріктеу нүктесі								ШРК, г/кг		Орташа мән	СКО	КВ, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	Қозғалмалы форма	Жалпы мөлшері			
Cr	0,044	0,101	0,113	0	0,046	0,085	0,122	0,083	0,006*	-	0,085	0,028	33,2
Co	0,017	0,011	0,012	0,014	0,010	0,012	0,008	0,025	0,004*	0,085**	0,014	0,005	37,3
Ni	0,054	0,054	0,040	0,032	0,027	0,019	0,042	0,033	0,005*	-	0,038	0,012	30,8

Жоғарыда кестедегі мәліметтерге қарай су қоймасының барлық сынама алу нүктелері бойынша түптік шөгінділердің құрамының жеткілікті тұрақтылығын көруге болады.

2 кесте – Қаратомар су қоймасының түптік шөгінді үлгілеріндегі негізгі химиялық компоненттердің құрамы

Сынама нөмірі және іріктеу нүктесі	№	Cr	Co	Ni
	1	0,057	0,0078	0,0301
	2	0,120	0,0110	0,0246
	3	0,071	0,0196	0,0246
	4	0,068	0,0113	0,0192
	5	0,079	0,0116	0
	6	0,058	0,0129	0,0167
	7	0,117	0,088	0,0145
	8	0	0,0103	0,0163
	9	0,070	0,0093	0,0239
ШРК г/кг	Қозғалмалы форма	0,006*	0,004*	0,005*
	Жалпы мөлшері	-	0,085*	-
Орташа мән		0,08	0,01	0,020
ОКА		0,025	0,0035	0,0055
ВК, %		30,92	30,77	25,86

Ескертпелер:

* Жалпы санитариялық шектейтін зияндылық көрсеткіші

** Ауыр металдарды ауыл шаруашылығы алқаптарының топырағында және өсімдік шаруашылығы өнімдерінде анықтауға арналған Әдістемелік нұсқаулар талаптарына сәйкес.

- Бұл көрсеткішке қатысты ШРК нормативтік құжатпен бекітілмеген [18].

Аналитикалық тұрғыдан маңызды концентрацияларда түптік шөгінділердің сынамаларында ауыр және сирек кездесетін металдар мен элементтер: хром, никель, кобальт анықталды. 1 және 2-кестелерде су қоймаларының нақты учаскелерінен алынған түптік шөгінділер сынамаларындағы негізгі химиялық компоненттердің құрамы көрсетілген. Сонымен қатар, су қоймасы бойынша жалпы орташа мәндер мен орташа квадраттық ауытқулар келтірілген. Көптеген сынамалар үшін орташа квадраттық ауытқу орташа мәnniң 50%-ынан аспайды. Бұл су қоймаларының барлық сынама алу нүктелері бойынша түптік шөгінділердің құрамының жеткілікті тұрақтылығын көрсетеді. Алынған мәліметтер осындай объектілер бойынша ғылыми сипаттамалармен жақсы үйлеседі. 1 және 2-кестелерде сондай-ақ СКО – орташа квадраттық ауытқу, КВ – вариация коэффициенті көрсетілген.

Авторлардың мәліметтері бойынша [20], хромның кларкы 83–330 мг/кг, никельдің кларкы 58–200 мг/кг, ал кобальттың кларкы 18–100 мг/кг аралығында ауытқиды.

Никельдің валдық (жалпы) формалардағы орташа мөлшері ШРК нормаларынан аспайды.

Кобальт пен хромның мөлшері ШРК нормаларынан асып түседі [18].

Қорытынды. Өткізілген зерттеу нәтижесінде Қазақстан Республикасының солтүстігінде орналасқан Қаратомар және Жоғарғы Тобыл су қоймаларының жағалау аймақтарындағы түптік шөгінділердің химиялық құрамы туралы мәліметтер алынды. Зерттеу барысында хром, никель және кобальт сияқты ауыр металдардың мөлшеріне ерекше назар аударылды. Сынамалар қысқы кезеңде, мұз жамылғысы астында іріктеліп алынды, бұл тұрақты климаттық жағдайда қысқы мониторинг әдістемесін оңтайландыруға мүмкіндік берді.

Анализ нәтижелері көрсеткендей, никельдің валдық түрдегі концентрациясы белгіленген санитарлық нормативтерден аспаған, ал кобальт пен хромның мөлшері кейбір сынамаларда шекті рұқсат етілген мәндерден ауытқыған. Дегенмен, хромның оксидтік түрден элементтік түрге қайта есептелген орташа мәндері жер қыртысына тән кларктық көрсеткіштер шегінде болған, бұл аталған элементтің жүйеде негізінен табиғи шығу тегін көрсетеді.

Алынған нәтижелер елеулі ғылыми және қолданбалы маңызға ие. Бұл деректерді келесі бағыттарда қолдануға болады:

1. Қоңыржай климаттағы су қоймаларындағы түптік шөгінділердің геохимиялық жағдайын бағалауға арналған негізгі анықтамалық материалдар ретінде;

2. Түптік ортаның экологиялық және токсикологиялық көрсеткіштерін кешенді бағалау әдістемелік тәсілдерін әзірлеу кезінде;

3. Түптік шөгінділердің қатты фазасын рентгенфлуоресценттік талдау негізіндегі экспресс-әдістерін жетілдіру мақсатында;

4. Антропогендік жүктеме жағдайында түптік шөгінділердің түрленуін бақылауға және болжауға бағытталған маусымаралық әрі тереңдетілген зерттеулерді жүргізуге негіз ретінде.

Қаржыландыру бойынша ақпарат. Зерттеу жұмыстары 2023 жылы Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚҰУ-де 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыру аясында BR21881993 «Солтүстік Қазақстанның су ресурстарын жедел мониторингілеу және гидротехникалық инженерлік құрылыстарын экологиялық бақылау жүйесін құру» тақырыбындағы жобасы негізінде жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. **Қаратомар су қоймасы** [Электрондық ресурс] // Уикипедия – ашық энциклопедия. – Қолжетімді: https://ru.wikipedia.org/wiki/Қаратомар_су_қоймасы (жүгінген күні: 22.05.2025).

2. **Жоғарғы Тобыл су қоймасы** [Электрондық ресурс] // Уикипедия – ашық энциклопедия. – Қолжетімді: https://ru.wikipedia.org/wiki/Жоғарғы_Тобыл_су_қоймасы (жүгінген күні: 22.05.2025).

3. **Mao X. Microbial assisted alleviation of nickel toxicity in plants: A review** [Text] / X. Mao, B. Ahmad, S. Hussain, F. Azeem, M. Waseem, Y. Alhaj Hamoud, H. Shaghaleh, A.H.A. Abeed, M. Rizwan, J.W. H. Yong. // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2025. – Vol. 289. – P.1-19. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.117669>.

4. **Rahim M. Contamination level of chromium, iron, nickel, lead and cobalt in soil from an agricultural area of Urmar Bala, Peshawar, Pakistan** [Text] / M. Rahim, F. Wahid, A.U. Shah, F. Dad, N. Khan, S. Ullah, Y. Ali, S.A.A. Shah. // *Journal of Innovative Sciences*. – 2021. – Vol. 7, N 1. – P.161-166. DOI:10.17582/journal.jis/2021/7.1.161.166.

5. **Poznanović-Spahić M. Natural and anthropogenic sources of chromium, nickel and cobalt in soils impacted by agricultural and industrial activity (Vojvodina, Serbia)** [Text] / M. Poznanović-Spahić, S. Sakan, P. Tančić, M. Sanja, M. Bojan Glavaš-Trbić, P.I.Tančić, S.B. Škrivanj, J.R. Kovačević, D.D. Manojlović. // *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*. – 2018. – Vol. 53, N 1. – P.13-23. <https://doi.org/10.1080/10934529.2018.1544802>.

6. **Victoria A. A Systematic Review of Heavy Metals in Irrigation Water and Their Effects on Agricultural Soil Quality and Crop Production in Ghana** [Text] / A. Victoria, D.N. Nnebini. // *Journal of Geoscience and Environment Protection*. – 2025. – Vol. 13, N 1. – P.48-70. <https://doi.org/10.4236/gep.2025.131004>.

7. **Rai P.K. Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management** [Text] / P.K.Rai, S.S. Lee, M. Zhang, Y. F. Tsang, K. Kim. // *Environment International*. – 2019. – Vol. 125. – P.365-385. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.067>.

8. **Tóth G. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety** [Text] / G. Tóth, T. Hermann, M.R. da Silva, L. Montanarella. // *Environment International*. – 2015. – Vol. 88. – P.299-309. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.017>.

9. **Massas I. Impaired Soil Health in Agricultural Areas Close to Fe-Ni Mines on Euboea Island, Greece, Caused by Increased Concentrations of Potentially Toxic Elements, and the Associated**

Impacts on Human Health [Text] / I. Massas, O. Kairis, D. Gasparatos, D. Ioannou, D. Vatougios, I. Zafeiriou. // *Environment International*. – 2023. – Vol. 10. – P.1-24. <https://doi.org/10.3390/environments10090150>.

10. Шарипова О.А. Распределение тяжёлых металлов в донных отложениях озера Балхаш в зависимости от природных и антропогенных факторов [Текст] / О.А. Шарипова. // *Вестник Томского государственного университета*. – 2015. – N 390. – С.225-230. DOI: 10.17223/15617793/390/37.

11. Ismukhanova L. **Status and Migration Activity of Lead, Cobalt and Nickel in Water and in Bottom Sediments of Lake Markakol, Kazakhstan** [Text] / L. Ismukhanova, A. Madibekov, C.Opp, A. Zhadi, B. Sultanbekova, S. Zhumatayev. // *Applied Sciences*. – 2024. – Vol. 14. N 17. – P.1-17. <https://doi.org/10.3390/app14177487>.

12. Zhao Y. **Adsorption and Migration of Heavy Metals Between Sediments and Overlying Water in the Xinhe River in Central China** [Text] / Y. Zhao, Y. Yang, R. Dai, S. Leszek, X. Wang, L. Xiao. // *Water Science & Technology*. – 2021. – Vol. 84, N 5. – P.1257-1269. DOI: 10.2166/wst.2021.314.

13. Sahibin A. R. **Heavy Metal Pollution in Water and Sediment of Lohan River, Ranau, Sabah, Malaysia** [Text] / A.R. Sahibin, C.B.K. Wei, N.F.M. Danial, A. Salim, N. R. Supardi, N. Z. Zahari, F.C.R. Tair, B. Musta. // *Journal of Environmental Microbiology and Toxicology*. – 2024. – Vol. 12, N 2. – P.44-52. <https://doi.org/10.54987/jebat.v5i>.

14. Shanker A.K. **Chromium toxicity in plants** [Text] / A.K. Shanker, C. Cervantes, H. Loza-Tavera, A. Subramanian. // *Environment International*. – 2005. – Vol. 31, N 5. – P.739-753. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2005.02.003>.

15. Pratihtha. **Analysis of Heavy metals (Nickel, Chromium, Cobalt, Cadmium, Lead) in Wheat and Rice grown in agriculture soil** [Text] / Pratihtha, S. Joshi, S. Sura. // *Pakistan Heart Journal*. – 2023. – Vol. 56, N 2. – P.1148-1153. <https://pkheartjournal.com/index.php/journal/article/view/1517/1470>.

16. Hou D. **Global soil pollution by toxic metals threatens agriculture and human health** [Text] / D. Hou, X. Jia, L. Wang, S.P. McGrath, Y. Zhu, Q. Hu, F. Zhao, M.S. Bank, D. O'Connor, J.Nriagu. // *Science*. – 2025. – Vol. 388. P.316-321. DOI: 10.1126/science.adr5214.

17. **МЕМСТ 33850–2016 Топырақ. Рентген-флуоресцентті спектрометрия әдісімен химиялық құрамды анықтау.** Мәскеу, Стандартинформ, 2019, 15 б. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751059.pdf> Жүгінген күні: 22.05.2025.

18. **Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы.** – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с. – (ГН 2.1.7.2041–06; ГН 2.1.7.2042–06). – ISBN 5-7508-0599-9.

19. Кеткина О.С. **Возможности MS Excel для регрессионного анализа** [Электронный ресурс]. – Екатеринбург: Информационный портал УрФУ, 2020. – Режим доступа: <http://www.study.urfu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

20. Щербина В.В. **Кларки** / В.В. Щербина // Большая советская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия, 1969–1978. – Т. 12: Кварнер – Конгур. – С. 265-266.

REFERENCES:

1. **Karatomar vodohranilishhe** [Karatomar reservoir]. Wikipedia, available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Karatomar_reservoir (accessed 22 May 2025). (In Russian)

2. **Verkhnetobolskoe vodohranilishhe** [Verkhnetobol reservoir]. Wikipedia, available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Verkhnetobolskoye_reservoir (accessed 22 May 2025). (In Russian)

3. Mao X., Ahmad B., Hussain S., et al. **Microbial assisted alleviation of nickel toxicity in plants: A review.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2025, vol. 289, pp. 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.117669>.

4. Rahim M., Wahid F., Shah A.U., et al. **Contamination level of chromium, iron, nickel, lead and cobalt in soil from an agricultural area of Urmar Bala, Peshawar, Pakistan.** *Journal of Innovative Sciences*, 2021, vol. 7, no. 1, pp. 161-166. DOI:10.17582/journal.jis/2021/7.1.161.166.

5. Poznanović-Spahić M., Sakan S., Tančić P., et al. **Natural and anthropogenic sources of chromium, nickel and cobalt in soils impacted by agricultural and industrial activity (Vojvodina, Serbia).** *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 2018, vol. 53, no. 1, pp.13-23. <https://doi.org/10.1080/10934529.2018.1544802>.

6. Victoria A., Nnebini D.N., **A Systematic Review of Heavy Metals in Irrigation Water and Their Effects on Agricultural Soil Quality and Crop Production in Ghana.** *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 2025, vol.13, no.1, pp. 48-70. <https://doi.org/10.4236/gep.2025.131004>.

7. Rai P.K., Lee S.S., Zhang M., Tsang Y.F., Kim K. **Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management.** *Environment International*, 2019, vol. 125, pp. 365-385. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.067>.

8. Tóth G., Hermann T., da Silva M.R., Montanarella L. **Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety.** *Environment International*, 2015, vol. 88, pp. 299-309. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.017>.

9. Massas I., Kairis O., Gasparatos D. et al. Impaired Soil Health in Agricultural Areas Close to Fe-Ni Mines on Euboea Island, Greece, Caused by Increased Concentrations of Potentially Toxic Elements, and the Associated Impacts on Human Health. *Environment International*, 2023, vol. 10, pp. 1-24. <https://doi.org/10.3390/environments10090150>.
10. Sharipova O.A. Raspredelenie tyazhely'h metallov v donny'h otlozheniyah ozera Balhash v zavisimosti ot prirodny'h i antropogenny'h faktorov [Distribution of heavy metals in the bottom sediments of Lake Balkhash depending on natural and anthropogenic factors]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, no. 390, pp. 225-230. DOI: 10.17223/15617793/390/37.
11. Ismukhanova L., Madibekov A., Opp C. et al. Status and Migration Activity of Lead, Cobalt and Nickel in Water and in Bottom Sediments of Lake Markakol, Kazakhstan. *Applied Sciences*, 2024, vol. 14, no. 17, pp. 1-17. <https://doi.org/10.3390/app14177487>.
12. Zhao Y. Yang Y., Dai R., Leszek S., Wang X., Xiao L. Adsorption and Migration of Heavy Metals Between Sediments and Overlying Water in the Xinhe River in Central China. *Water Science & Technology*, 2021, vol. 84, no. 5, pp. 1257-1269. DOI: 10.2166/wst.2021.314.
13. Sahibin A. R., Wei C.B.K., Danial N.F.M., et al. Heavy Metal Pollution in Water and Sediment of Lohan River, Ranau, Sabah, Malaysia. *Journal of Environmental Microbiology and Toxicology*, 2024, vol. 12, no. 2, pp. 44-52. <https://doi.org/10.54987/jebat.v5i>.
14. Shanker A.K., Cervantes C., Loza-Tavera H., Subramanian A. Chromium toxicity in plants. *Environment International*, 2005, vol. 31, no. 5, pp.739–753. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2005.02.003>.
15. Pratishtha., Joshi S., Sura S. Analysis of Heavy metals (Nickel, Chromium, Cobalt, Cadmium, Lead) in Wheat and Rice grown in agriculture soil. *Pakistan Heart Journal*, 2023, vol. 56, no. 2, pp. 1148 – 1153. <https://pkheartjournal.com/index.php/journal/article/view/1517/1470>.
16. Hou D., Jia X., Wang L. Global soil pollution by toxic metals threatens agriculture and human health. *Science*, 2025, vol. 388, pp. 316-321. DOI: 10.1126/science.adr5214.
17. MEMST 33850–2016 Topyrak. Rentgen-fluorescentti spektrometriya adisimen himiialyk kuramdy anyktau [Soil. Determination of chemical composition by X-ray fluorescence spectrometry]. Moscow, Standartinform, 2019, 15 p. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751059.pdf>. (accessed 22 May 2025). (In Kazakh)
18. Predel'no dopustimy'e koncentracii (PDK) himicheskikh veshhestv v pochve: Gigienicheskie normativy' [Maximum permissible concentrations (MPC) of chemical substances in soil: Hygienic standards]. Moscow, Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2006, 15 p. GN 2.1.7.2041–06, GN 2.1.7.2042–06. (In Russian)
19. Ketkina O.S. Vozmozhnosti MS Excel dlya regressionnogo analiza. Informacionny'j portal UrFU [Possibilities of MS Excel for regression analysis. Information Portal of Ural Federal University]. Available at: <http://www.study.urfu.ru> (accessed 22 May 2025). (In Russian)
20. Shherbina V.V. Klarki [Clarke values]. Bol'shaya sovetskaya e'nciklopediya, Moscow, 1969–1978, pp. 265-266. (In Russian)

Авторлар туралы мәліметтер:

Ысқақ Алия – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қолданбалы биотехнологиялық ғылыми-зерттеу институтының директоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел. +77479666571 e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Нурпеисов Адиль Айдарович* – техника ғылымдарының магистрі, ҚБ F3 институтының молекулалық-генетикалық зерттеулер зертханасының ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ., 28/1, тел.: 87475191036, e-mail: nurpeisov.aa@ksu.edu.kz.

Казбекова Карина Азаматовна – «7M01503 Химия» БББ педагогика ғылымдарының магистрі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: +77054662710 e-mail: karina09081999@gmail.com.

Иржанов Жасулан Булатович – «8D05101 Биология» докторанты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: +77078474298 e-mail: jayziskif@gmail.com.

Ысқақ Алия – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77479666571 e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Нурпеисов Адиль Айдарович* – магистр технических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87475191036, e-mail: nurpeisov.aa@ksu.edu.kz.

Казбекова Карина Азаматовна – магистр педагогических наук по ОП «7М01503 Химия», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77054662710 e-mail: karina09081999@gmail.com.

Иржанов Жасулан Булатович – докторант ОП 8D05101 – Биология, кафедра биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77078474298 e-mail: jayzikskif@gmail.com.

Yskak Aliya – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: +77479666571 e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Nurpeissov Adil Aidarovich* – Master of Technical Sciences, Researcher of the Laboratory of Molecular Genetic Research of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: 87475191036, e-mail: nurpeissov.aa@ksu.edu.kz.

Kazbekova Karina Azamatovna – Master of Pedagogical Sciences, “7M01503-Chemistry” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: +77074088064 e-mail: karina09081999@gmail.com.

Irzhonov Zhasulan Bulatovich – PhD student, Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: +77078474298 e-mail: jayzikskif@gmail.com.

XFTAP 68.41.31

ӨОЖ 504.064:631.95

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531309>

СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ СИЛИКАТТЫ-АЛЮМИНАТТЫ НЕГІЗГІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОҢЫРЖАЙ КЛИМАТТАҒЫ АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ МАҢЫЗЫ

Сохарев Е.Ю. – медицина ғылымдарының кандидаты, Қостанай облысы әкімдігі денсаулық сақтау басқармасының «Қостанай Облыстық патологиялық-анатомиялық бюросы» КМК директоры, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Ысқақ А. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қолданбалы биотехнологиялық ғылыми-зерттеу институтының директоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Науырзбаев Ж.К.* – физика магистрі, ҚБ ҒЗИ физика-химиялық және технологиялық зерттеулер зертханасының қызметкері, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Дәулеткелді Г.М. – «6B01511-Химия-Биология» БББ бағдарламасының 4 курс студенті, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы

Ұсынылған мақалада Қостанай облысы аумағында орналасқан Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймақтарындағы түптік шөгінділерді зерттеу нәтижелері қарастырылған. Қыс мезгілінде теріс температура жағдайында мұз жамылғысының астынан түптік шөгінділер мен судан сынама алу әдістері сынақтан өткізілді, бұл алынған деректердің дәлдігін қамтамасыз етуге мүмкіндік берді. Шөгінділердің құрылымын қалыптастыратын негізгі химиялық компоненттер кремний мен алюминий оксидтері екені анықталды. Бұл деректер қоңыржай климаттық белдеудегі тұщы су экожүйелеріне арналған бұрын жүргізілген зерттеулердің нәтижелерін растайды.

Нәтижелер БҰҰ ЕЭК-тің трансшекаралық және халықаралық көлдерді мониторингтеу мен бағалау жөніндегі Басшылық қағидаттарының ұсынымдарына толық сәйкес келеді. Алынған деректер түптік жүйелердің сапасын бағалау кезінде анықтамалық база ретінде, сондай-ақ уыттылықты бағалау мен рентген-флуоресцентті спектроскопияны қолдана отырып, қатты фазалық компоненттердің жедел экспресс-талдауын қамтитын экологиялық мониторингтің әдістемелік тәсілдерін әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Қосымша ретінде, өңірдің аграрлық бағытын ескере отырып, зерттелген түптік шөгінділер органо-минералдық тыңайтқыштың әлеуетті көзі ретінде қызығушылық тудырады. Олардың құрамы мен құрылымы бұл шөгінділерді топырақтың құнарлылығын арттыру, бүлінген жерлерді рекультивациялау және агроценоздардағы қоректік элементтер тапшылығын толықтыру мақсатында қауіпсіз қайталама қолдану мүмкіндігін қарастыруға негіз болады.

Түйінді сөздер: кремнийдің мөлшері, алюминийдің мөлшері, түптік шөгінділер, рентгенфлуоресценттік спектрлік талдау, су қоймасы.

СИЛИКАТНО-АЛЮМИНАТНАЯ ОСНОВА ДОННЫХ ОСАДКОВ ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА

Сохарев Е.Ю. – кандидат медицинских наук, директор, КГП «Костанайское областное патологоанатомическое бюро» управления здравоохранения акимата Костанайской области, г. Костанай, Республика Казахстан.

Ысқақ А. – кандидат сельскохозяйственных наук, директор научно-исследовательского института прикладной биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Науырзаев Ж.К.* – магистр физики, Научный сотрудник лаборатории физико-химических и технологических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Дәулеткелді Г.М. – студент 4 курса ОП «6B01511-Химия-Биология», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай Республика Казахстан.

В представленной статье рассмотрены результаты исследований донных отложений прибрежных зон Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ, расположенных на территории Костанайской области. В зимний период были апробированы методы отбора проб донных осадков и вод из-под ледового покрова при отрицательных температурах, что позволило обеспечить точность полученных данных. Установлено, что основными химическими компонентами, формирующими структуру донных отложений, являются оксиды кремния и алюминия. Эти данные подтверждают выводы ранее проведенных исследований, посвященных пресноводным экосистемам умеренного климатического пояса.

Результаты полностью соответствуют рекомендациям Руководящих принципов ЕЭК ООН по мониторингу и оценке трансграничных и международных озёр. Полученные данные могут быть использованы как справочная база при оценке качества донных систем, а также для разработки методических подходов к проведению экологического мониторинга, включая оценку токсичности и экспресс-анализ твёрдофазных компонентов с применением рентгенофлуоресцентной спектроскопии.

Дополнительно, учитывая аграрный профиль региона, исследованные донные отложения представляют интерес как потенциальный источник органоминерального удобрения. Их состав и структура позволяют рассматривать возможность безопасного вторичного применения для повышения плодородия почв, рекультивации нарушенных земель и восполнения дефицита питательных элементов в агроценозах.

Ключевые слова: содержание кремния, содержание алюминия, донные отложения, рентген-флуоресцентный спектральный анализ, водохранилище.

SILICATE-ALUMINATE SUBSTRATE OF RESERVOIR BOTTOM SEDIMENTS AND THEIR AGROECOLOGICAL SIGNIFICANCE IN TEMPERATE CLIMATE CONDITIONS

Sokharev Ye. Yu. – Candidate of Medical Sciences, Director of the MSE «Kostanay regional anatomico-pathological bureau» of the Health Department of the Kostanay region akimat, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Yskak A. – Candidate of Agricultural Sciences, Director of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Nauryzbayev Zh.K.* – Master of Physics, Researcher of the Laboratory of Physico-Chemical and Technological Research of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Dauletgeldi G.M. – 4th year student, "6B01511-Chemistry-Biology" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article discusses the results of studies on the bottom sediments of the coastal zones of the Verkhnetobol and Karatomar reservoirs located in the Kostanay region. During the winter period, methods for sampling bottom sediments and water from beneath the ice cover at subzero temperatures were tested, which ensured the accuracy of the data obtained. The study revealed the main chemical components forming the structure of the bottom sediments are silicon and aluminum oxides. These findings confirm the conclusions of previous studies devoted to freshwater ecosystems of the temperate climate zone.

The results fully comply with the recommendations of the UNECE Guidelines on Monitoring and Assessment of Transboundary and International Lakes. The obtained data can be used as a reference base

in the assessment of the quality of bottom systems, as well as for the development of methodological approaches for environmental monitoring, including toxicity assessment and express analysis of solid-phase components using X-ray fluorescence spectroscopy.

Additionally, considering the agricultural profile of the region, the studied bottom sediments are of interest as a potential source of organo-mineral fertilizer. Their composition and structure allow for the consideration of safe secondary use for improving soil fertility, reclamation of disturbed lands, and replenishment of nutrient deficiencies in farming ecosystem.

Key words: *silicon content, aluminum content, bottom sediments, X-ray fluorescence spectral analysis, reservoir.*

Кіріспе. Құрғақ климат және шектеулі су ресурстары жағдайында Солтүстік Қазақстандағы су қоймалары өңірдің аграрлық сектордың тұрақтылығын қамтамасыз етуде аса маңызды рөл атқарады. Қостанай облысының ауыл шаруашылығы қажеттіліктерін қамтамасыз ететін ірі жасанды су айдындары – Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймалары болып табылады.

Денисов ауданында орналасқан Жоғарғы Тобыл су қоймасы 1977 жылы пайдалануға берілді және ауыл шаруашылығы жерлерін суару мен техникалық сумен қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Су қоймасының негізгі морфометриялық сипаттамалары: ұзындығы – шамамен 40 км, ені – 7,5 км-ге дейін, айна бетінің ауданы – 87,4 км², жалпы көлемі – 0,8166 км³, орташа тереңдігі – 6,3 м. Су қоймасы Котюбок өзенінен қоректеніп, ағысы Тобыл өзені арқылы жүзеге асырылады. Бұл су қоймасы суармалы жерлердің ауқымды аумағында су режимін тұрақтандыруға және құрғақшылық жылдары ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін сақтауға мүмкіндік береді.

Қостанай облысы Бейімбет Майлин ауданында орналасқан Қаратомар су қоймасы 1966 жылы пайдалануға берілген және өңірдің агроөнеркәсіптік кешені үшін сумен жабдықтаудың негізгі көзі болып табылады. Су қоймасының ұзындығы – 72 км, ені – 4 км-ге дейін, айна бетінің ауданы – 93,7 км², жалпы көлемі – 0,791 км³, ең үлкен тереңдігі – 19,8 м. Су қоймасы Аят өзені арқылы толығып, Тобыл өзені арқылы ағып өтеді. Көлемі мен су ресурстарының қорының арқасында Қаратомар су қоймасы ауыл шаруашылығы алқаптарын тұрақты суаруды қамтамасыз етіп, агросектордың өнімділігі мен экономикалық тұрақтылығына тікелей ықпал етеді.

Осылайша, Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймалары Қостанай облысының ауыл шаруашылығын дамытуға қажетті сумен жабдықтауды қамтамасыз ететін, агроөнеркәсіптік кәсіпорындардың тұрақты жұмысын қолдайтын әрі өңірдің азық-түлік қауіпсіздігіне елеулі ықпал ететін стратегиялық маңызы бар нысандар болып табылады.

Ауыл шаруашылығы мақсатында пайдаланылатын топырақтар мен су экожүйелеріндегі алюминий мен кремнийдің құрамын бақылау аса маңызды, себебі бұл элементтер агроэкожүйелердің күйіне, өнімділігіне және өнім сапасына тікелей әсер етеді.

Алюминий жоғары концентрацияда көптеген мәдени өсімдіктер үшін айқын уытты әсерге ие. Қышқыл топырақтарда алюминийдің жылжымалы формалары (Al³⁺) тамыр жүйесіне қолжетімді болып, су-минералдық алмасудың бұзылуына, тамыр өсуінің тежелуіне, тұқымның өнгіштігі мен өнімділіктің төмендеуіне алып келеді. Алюминийдің уыттылығы фосфор, кальций және магний тапшылығын туындатуы мүмкін, сондай-ақ топырақтың микробиологиялық белсенділігін төмендетеді. Бұл мәселе әсіресе қышқыл немесе қышқылдануға бейім топырақтары бар өңірлер үшін ерекше өзекті.

Кремний, керісінше, өсімдіктер үшін қорғаныс және бейімделу қызметін атқаратын элемент болып табылады. Ол өсімдіктер үшін міндетті элементтер қатарына жатпаса да, жасуша қабырғаларын нығайтуға ықпал етеді, өсімдіктердің биотикалық (құрғақшылық, тұздану, ауыр металдардың уыттылығы) және биотикалық (аурулар, зиянкестер) стресс факторларына төзімділігін арттырады, сондай-ақ өнім сапасы мен көлемін жақсартады. Өсімдіктерге кремнийдің жеткілікті түсуі алюминийдің уытты формаларының жағымсыз әсерін төмендетуге мүмкіндік береді.

Топырақтағы, судағы және түптік шөгінділердегі алюминий мен кремний құрамын тұрақты бақылау мен талдау қолайсыз процестерді уақтылы анықтауға, ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру жағдайларын оңтайландыру және өңірдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында әк себу, силикатты тыңайтқыштарды және өзге де агротехникалық шараларды қолдану бойынша ұсынымдар әзірлеуге мүмкіндік береді.

Кремний ауыл шаруашылығы дақылдарының қуаңшылыққа, тұзды стресске, ауыр металдардың уыттылығына, патогендер мен зиянкестерге төзімділігін арттырудағы аса маңызды элементтердің бірі ретінде танылады. Қазіргі агротехникалық тәжірибе мен табиғи ресурстардың антропогендік сарқылуы, әсіресе қарқынды пайдаланылатын агроэкожүйелерде, топырақтағы биожетімді кремний формаларының тапшылығына әкелетіні атап көрсетіледі. Топырақтағы кремний айналымын тиімді басқару (тыңайтқыштар енгізу және топырақтың биологиялық белсенділігін сақтау арқылы) – климаттың өзгеруі мен минералдық ресурстардың азаюы жағдайында тұрақты егіншілікті қамтамасыз етудің негізгі стратегияларының бірі ретінде қарастырылады [1, 26.], [3,4246.].

Бірқатар ғылыми шолуларда кремний маңызды (эссенциалды) элемент болып табылмаса да, оның өсімдіктердің биотикалық және биотикалық стрессстерге – соның ішінде құрғақшылыққа, жоғары

тұздануға, ауыр металдардың (Al, Mn, Cd және т.б.) уыттылығына, зиянкестер мен аурулардың әсеріне төзімділігін айтарлықтай арттыратыны көрсетіледі [4, 76.], [6, 86.]. Кремнийлі тыңайтқыштарды қолдану кейбір дақылдарда өнімділікті 20–45%-ға дейін арттырады, жапырақ құрылымын жақсартады, фотосинтез қарқындылығын күшейтеді, жапырақ бетінен судың булануын азайтады және макро- мен микроэлементтердің (N, P, K, Mg, Ca, Fe, Mn) сіңуін жақсартады [6, 9 б.], [7, 10 б.].

Кремний патогендер мен зиянкестерге қарсы механикалық және биохимиялық кедергілердің қалыптасуына ықпал етеді, қорғаныштық қосылыстардың түзілуін ынталандырады, өсімдіктердің жүйелі қорғаныс реакцияларын белсендіреді. Бұл пестицидтер мен басқа да химиялық қорғану құралдарын қолдануды айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді [4, 76.], [5, 203 б.].

Кремний мен алюминийдің өзара әрекеттесуіне ерекше назар аударылады, себебі қышқыл топырақтарда алюминий айқын фитоуыттылық танытып, тамырдың өсуін тежейді, тұқымның өнгіштігін және өнімділікті төмендетеді. Кремнийді енгізу топырақтағы және өсімдіктердегі алюминийдің уытты формаларының байланысуына, ерімейтін кешендердің түзілуіне ықпал етеді және оның жерүсті мүшелерге тасымалдануын шектейді, нәтижесінде уытты әсерін азайтады [8, 67176.], [11, 3526].

Кремнийлі тыңайтқыштарды (әртүрлі формаларда: калий, кальций, алюмосиликаттар және т.б.) енгізу су тапшылығы, тұздану және алюминийдің уыттылығы жағдайларында астық тұқымдас және бұршақ тұқымдас дақылдарда, қант құрағында, малазықтық шөптерде тиімділігін дәлелдеді [11, 3536.], [13, 5466.]. Заманауи шолуларда қарқынды агрожүйелердегі кремний тапшылығы минералдық қоректенуді түзетуді және кремнийдің табиғи тепе-теңдігін қалпына келтіру мақсатында өсімдік қалдықтарын топыраққа қайтару қажеттілігін көрсетеді [1, 3 б.], [2, 5 б.].

Ауыл шаруашылығының кремнийді қолдануға бағытталған трансформациясы фосфор мен азот тыңайтқыштарын қолдануды азайту арқылы антропогендік жүктемені төмендетіп қана қоймай, агроэкожүйелердің климаттың өзгеруіне және топырақ деградациясына төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді [1, 26.], [2, 66.].

Қазіргі жағдайда өңірдің экологиялық және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету тікелей су ресурстарының сапасы мен су қоймаларының жағдайына байланысты, өйткені олар сумен жабдықтау және аграрлық секторда шешуші рөл атқарады. Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймалары Қостанай облысы үшін стратегиялық маңызы бар нысандар болып табылады және өңірдегі су қоймаларының жалпы көлемінің 95%-ына дейінгі суды жинақтайды. Бұл су көздері ауыл шаруашылығы алқаптарын суаруға, техникалық мақсаттарға және балық шаруашылығына кеңінен пайдаланылады. Осыған байланысты түптік шөгінділердің сапасы агроэкожүйелердің өнімділігіне, суару суының сапасына, өнім тұрақтылығына және азық-түлік қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді.

Түптік шөгінділер ластаушы заттардың жиналуын және химиялық қосылыстардың трансформациясын көрсететін индикатор ғана емес, сонымен қатар қоректік және уытты компоненттердің айналымында маңызды рөл атқарады, су сапасына және ауыл шаруашылығы өнімдеріне ұзақ мерзімді әсер етеді. Егіншілікті қарқынды жүргізу, климаттың өзгеруі және антропогендік әсер жағдайында түптік шөгінділердің физика-химиялық сипаттамаларын кешенді бағалау – тұрақты табиғат пайдалануға көшу, екінші реттік ластанудың алдын алу және ауыл шаруашылығы алқаптарының өнімділігін сақтау саласында шешім қабылдаудың маңызды құралына айналуға.

Мақсат, міндеттер. Зерттеу мақсаты: Қостанай облысындағы Жоғарғы Тобыл мен Қаратомар су қоймаларының түптік шөгінділерінің құрамына кешенді баға беру, олардың экологиялық жағдайын және ауыл шаруашылығында пайдаланудың әлеуетін анықтау.

Зерттеу міндеттері: 1) Түптік шөгінділер мен судан үлгілер жинап, олардың физика-химиялық сипаттамаларын, негізгі компоненттерін және ауыр металдар мен уытты заттардың ықпалын бағалау. 2) Заманауи талдау әдістерін (соның ішінде рентген-флуоресценттік спектроскопияны) сынақтан өткізіп, жедел мониторинг пен экспресс-талдау жүргізудің әдістемелік негіздерін әзірлеу. 3) Алынған нәтижелерді экологиялық қауіп-қатерлерді айқындауда, су қоймаларының жағдайын бағалауда және түптік шөгінділерді аграрлық мақсатта (орғано-минералдық тыңайтқыш, жерді рекультивациялау) пайдалану мүмкіндігін негіздеуде қолдану.

Материалдар мен әдістер. Түптік шөгінділердің сынамаларын іріктеу ластануды кешенді бақылау және стратегиялық ауыл шаруашылығы маңызы бар су қоймаларында химиялық макроэлементтердің таралуын зерттеу мақсатында жүзеге асырылды. Іріктеу бағдарламасы ұлттық және халықаралық стандарттардың талаптарына сәйкес әзірленді (ГОСТ 17.1.5.01-80, ГОСТ Р 59024-2020, ГОСТ 31861-2012, ПНД Ф 12.1.2:2.2:2.3:3.2-03, РД 52.24.609-2013), гидрологияның ерекшеліктері мен ластаушы заттардың жинақталуы ықтимал аймақтары – салалардың сағалары, ағынды сулар түсетін жерлер, сондай-ақ тұрақты динамикалық тепе-теңдік сақталған учаскелер ескерілді. Сынамаларды іріктеу үшін әртүрлі құрылымдағы түптік шөгінді жинағыштар (дночерпательдер) мен өзек түріндегі сынама алғыштар пайдаланылды, бұл шөгінділердің беткі қабатын да, вертикальды қабаттарын да алуға мүмкіндік берді. Репрезентативтілікті қамтамасыз ету және учаскелер арасындағы айырмашылықтарды кеңістіктік талдауға мүмкіндік беру мақсатында нүктелік сынамаларды таңдауға ерекше назар аударылды. Сынамалар химиялық тұрғыдан инертті, герметикалық жабылатын полиэтилен немесе шыны ыдыстарға салынып, сақтау және консервілеу шарттары нормативтік талаптарға сай жүргізілді,

бұл материалдың физика-химиялық қасиеттерінің зертханалық талдауға дейін өзгеруін болдырмауға мүмкіндік береді.

ГОСТ 17.1.5.01-80 стандартына сәйкес, түптік шөгінділер – табиғи және техногендік физика-химиялық процестер нәтижесінде су қоймасының түбіне шөккен қатты бөлшектер болып табылады және су мен минералдық фазалардың шекарасында орналасқан ерекше объект болып саналады. Олардың химиялық құрамын талдаудың бірыңғай жүйесі жоқ, сондықтан көбіне топырақты, суды және Ғрунтты бақылауға арналған әдістер қолданылады, бұл ретте элементтердің жалпы (валдық) формаларын анықтауға ерекше назар аударылады. Зерттеулердің тиімділігін арттыру мақсатында заманауи экспресс-әдістер енгізілуде, атап айтқанда рентгенфлуоресцентті спектрлік талдау (РФСА), ол Shimadzu EDX 7000P немесе Olympus VANTA C сияқты жабдықтардың көмегімен элементтердің кең спектрін жылдам әрі дәл анықтауға мүмкіндік береді. Аспаптарды калибрлеу стандартты үлгілер бойынша жүргізіледі, бұл нәтижелердің дұрыстығын және олардың қолданыстағы нормативтерге (СТ РК 2.273-2013, ГОСТ 33850-2016 және т.б.) сәйкестігін қамтамасыз етеді. Түптік шөгінділердің құрамын бақылау үшін, сондай-ақ, ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігінің салалық бұйрықтарымен бекітілген агрохимиялық зерттеу әдістері де қолданылуы мүмкін.

Өлшеу нәтижелерін өңдеу және статистикалық талдау барысында ғылыми ұсынымдармен қатар, нормативтік талаптар да ескерілді. Кездейсоқ вариацияларды бағалау қалыпты немесе логарифмдік қалыпты үлестірім заңына сәйкес жүргізілді. Статистикалық өңдеу үшін «Деректерді талдау» қондырмасы бар Microsoft Excel бағдарламасының стандартты пакеті (2024 нұсқасы) пайдаланылды [14, 2596].

Нәтижелер мен талқылау. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының түптік шөгінділеріндегі негізгі химиялық элементтердің құрамының жалпы (валдық) формалары анықталды, бұл 1 және 2-кестелерде көрсетілген. Екі су қоймасының түптік шөгінді сынамаларында басым компоненттер ретінде кремний (SiO_2) және алюминий (Al_2O_3) оксидтері тіркелді. Аталған оксидтердің орташа мөлшерлері олардың әртүрлі іріктеу нүктелері бойынша таралуының ұқсастығын көрсетеді.

1 кесте – Жоғарғы Тобыл су қоймасындағы түптік шөгінді үлгілеріндегі негізгі химиялық компоненттердің құрамы

Керсеткіш (г/кг)	Сынама нөмірі және іріктеу нүктелері								Орташа мәні	ОКА	ВК, %
	1	2	3	4	5	6	7	8			
SiO_2	651,99	596,30	744,35	801,27	896,36	921,99	548,45	824,95	748,21	128,99	17,2
Al_2O_3	114,90	145,65	114,44	85,52	59,91	34,57	107,32	74,96	92,16	33,17	36,0

Жоғарғы Тобыл су қоймаларының түптік шөгінділеріне жүргізілген химиялық талдау нәтижелерін қарайтын болсақ, алюминий оксидінің мөлшері көбірек екенін байқайға болады. Ал Қаратомар су қоймасы бойынша мәліметтер төменде кестеде көрсетілген.

2 кесте – Қаратомар су қоймасындағы түптік шөгінді үлгілеріндегі негізгі химиялық компоненттердің құрамы

Керсеткіш (г/кг)	Сынама нөмірі және іріктеу нүктелері									Орташа мәні	ОКА	ВК, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
SiO_2	740,4	805,7	984,7	906,6	884,1	836,5	814,0	1 009,5	754,7	859,6	94,63	11,00
Al_2O_3	94,93	77,4	34,6	51,5	58,1	49,2	57,2	15,3	66,4	56,11	23,10	41,18

Жоғарғы Тобыл су қоймасының түптік шөгінділерінде кремнеземнің (SiO_2) орташа мөлшері 748,21 г/кг болса, Қаратомар су қоймасында бұл көрсеткіш едәуір жоғары – 859,6 г/кг. Сонымен қатар, Қаратомар су қоймасындағы SiO_2 құрамы біркелкілігімен ерекшеленеді (вариация коэффициенті – 11,0 %), бұл оның кеңістікте тұрақты таралуын білдіреді. Ал алюминий тотығының (Al_2O_3) мөлшері Жоғарғы Тобылда орта есеппен 92,16 г/кг болса, Қаратомарда – 56,1 г/кг, бірақ соңғысында бұл көрсеткіштің өзгергіштігі жоғары (вариация коэффициенті – 41,18 %), бұл минералдық құрамның мозаикалық сипатын көрсетеді.

Агрохимиялық тұрғыдан қарастырғанда, Қаратомар су қоймасының шөгінділері кремнеземге бай және алюминий мөлшері төмен болғандықтан, олар ерігіш кремнийдің көзі ретінде құнды. Бұл элемент өсімдіктердің биотикалық күйзелістерге төзімділігін арттырып, сабақтың беріктігін жақсартыды, фотосинтез процесін белсендіреді және жалпы өнімділікті ұлғайтады. Әсіресе, бұл әсер дәнді дақылдарда (бидай, күріш) айқын көрінеді.

Ал Жоғарғы Тобыл шөгінділеріндегі алюминий тотығының жоғары болуы олардың қышқыл топырақтарда қолданылуын шектейді. Себебі, мұндай жағдайда Al^{3+} иондарының фитоуыттылығы артуы мүмкін. Алайда, алюмосиликаттардың болуы бұл материалдарды топырақ қышқылдығын реттеуге бағытталған буферлік компонент ретінде қолдануға мүмкіндік береді (мысалы, доломит ұнымен бірге).

Осылайша, шөгінділерді ауыл шаруашылығында бірнеше бағытта тиімді қолдануға болады, мысалы, Қаратомар су қоймасының шөгінділері SiO_2 мөлшерінің жоғары және Al_2O_3 мөлшерінің төмен болуына байланысты, силикатты тыңайтқыш ретінде қолдануға болады. Бұл әдіс әсіресе суармалы жерлер мен бейтарап-шымтезекті топырақтарда тиімді. Сонымен қатар, осы шөгінділерді ауыр құрылымды қара топырақтарды жеңілдетуге, сондай-ақ жылыжайлық немесе көшет шаруашылығында топырақ қоспаларына енгізуге қолайлы.

Жоғарғы Тобылдың шөгінділері құрамында 9 %-ға дейін Al_2O_3 болғандықтан, олар қышқыл топырақтарды бейтараптандыруда карбонаттармен бірге қолданылуы мүмкін. Алайда, бұған дейін қозғалмалы алюминий мөлшерін $CaCl_2$ 0,01 М ерітіндісімен анықтау қажет.

Қорытынды. Солтүстік Қазақстандағы Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймақтарындағы түптік шөгінділерді зерттеу барысында олардың құрамындағы негізгі химиялық компоненттер анықталды. Қыс мезгілінде мұз жамылғысының астынан түптік шөгінділер мен су сынамаларын іріктеу әдістері сынақтан өткізілді. Зерттеу нәтижелері бойынша түптік шөгінділердің негізгі құрамдас бөліктері ретінде кремний мен алюминий оксидтері басым екені белгілі болды. Алынған мәліметтер су қоймаларының түптік шөгінділерін сипаттайтын анықтамалық ақпарат көзі ретінде ғана емес, сонымен қатар олардың сапалық және токсикологиялық жағдайын бағалау, экспресс рентген-флуоресценттік талдау әдістемесін жетілдіру және болашақ зерттеулерге ғылыми негіз дайындау тұрғысынан да маңызды.

Қаржыландыру бойынша ақпарат. Зерттеу жұмыстары 2023 жылы Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ-де 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыру аясында BR21881993 «Солтүстік Қазақстанның су ресурстарын жедел мониторингілеу және гидротехникалық инженерлік құрылыстарын экологиялық бақылау жүйесін құру» тақырыбындағы жобасы негізінде жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Barão L. Editorial: Silicon cycling in agricultural soils under current anthropogenic influences [Text] / L. Barão, F. de Tombeur, J. Schoelynck // *Frontiers in Environmental Science*. – 2023. – Vol. 11. – № 1333256. – P. 1-3. DOI: 10.3389/fenvs.2023.1333256.
2. Schaller J. The transformation of agriculture towards a silicon improved sustainable and resilient crop production [Text] / J. Schaller, H. Webber, F. Ewert, M. Stein, D. Puppe // *npj Sustainable Agriculture*. – 2024. – Vol. 2. – № 27. – P. 1-9. DOI: 10.1038/s44264-024-00035-z.
3. Raven J. A. Cycling silicon – the role of accumulation in plants [Text] / J. A. Raven // *New Phytologist*. – 2003. – Vol. 158. – № 3. – P. 419-430. – DOI: 10.1046/j.1469-8137.2003.00778. x.
4. Verma K.K. Unlocking the role of silicon against biotic stress in plants [Text] / K.K. Verma, X.-P. Song, Q. Liang, H.-R. Huang, et al. // *Frontiers in Plant Science*. – 2024. – Vol. 15. – № 1430804. – P. 1-12. – DOI: 10.3389/fpls.2024.1430804.
5. YAVAŞ I. The Role of Silicon under Biotic and Abiotic Stress Conditions [Text] / I. YAVAŞ, A. ÜNAY // *Turk J Agric Res*. – 2017. – Vol. 4. – № 2. – P. 204–209. – DOI: 10.19159/tutad.300023.
6. REA R.S. Growth, Nutrient Accumulation, and Drought Tolerance in Crop Plants with Silicon Application: A Review [Text] / R.S. REA, M.R. ISLAM, M.M. RAHMAN, B. NATH, K. MIX // *Sustainability*. – 2022. – Vol. 14. – № 4525. – P. 1-16. – DOI: 10.3390/su14084525.
7. Mamasolieva M. Role of silicon and silicon fertilizers in the world: a review of papers from the Scopus database published in English for the period of 2012–2022 [Text] / M. Mamasolieva, L. Gafurova, I. Hudoynazarov, M. Juliev // *Soil Science Annual*. – 2024. – Vol. 75 (1) – № 186456. – P. 1-12. – DOI: 10.37501/soilsa/186456.
8. Hodson M.J. Aluminium–silicon interactions in higher plants: an update [Text] / M.J. Hodson, D.E. Evans // *Journal of Experimental Botany*. – 2020. – Vol. 71. № 21. – P. 6719-6729. – DOI: 10.1093/jxb/eraa024.
9. Zsoldos F. Influence of silicon on aluminium toxicity in common and durum wheats [Text] / F. Zsoldos, Á. Vashegyi, A. Pécsváradi, L. Bona // *Agronomie*. – 2003. – Vol. 23. № 4. – P. 349-354. – DOI: 10.1051/agro:2003008.
10. Sousa Junior G. da S. Silicon attenuates aluminum toxicity in sugarcane plants by modifying growth, roots morphoanatomy, photosynthetic pigments, and gas exchange parameters [Text] / G. da S. Sousa Junior, A. Calero Hurtado, R. de C. Alves et al. // *Scientific Reports*. – 2024. – Vol. 14. – № 4717. – P. 1-16. – DOI: 10.1038/s41598-024-53537-8.
11. Baggio G. Silicon Application Induced Alleviation of Aluminum Toxicity in Xaraés Palisadegrass [Text] / G. Baggio, E. Dupas, F.S. Galindo et al. // *Agronomy*. – 2021. – Vol. 11. № 10. – P. 1-18. – DOI: 10.3390/agronomy11101938.

12. Sarma H.H. Impact of Silicon Fertilization in Crop Production: Enhancing Yield, Stress and Disease Resistance in Agriculture [Text] / H.H Sarma, S. K. Borah, N. Dutta, R. Kashyap, R. Chintey // *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*. – 2024. – Vol. 27. № 9. – P. 645-658. – DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i91337.
13. Salem E.M.M. Influence of silicon forms on nutrients accumulation and grain yield of wheat under water deficit conditions [Text] / E.M.M. Salem, M.K.M. Kenawey, H.S. Saudy, M. Mubarak // *Gesunde Pflanzen*. – 2022. – Vol. 74. № 5. – P. 539–548. – DOI: 10.1007/s10343-022-00629-y.
14. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании: учебное пособие / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 313 с. – ISBN 978-5-94672-935-2.
15. Botté A. Aluminium in aquatic environments: abundance and ecotoxicological impacts [Text] / A. Botté, M. Zaidi, J. Guery, D. Fichet, V. Leignel // *Aquatic Ecology*. – 2022. – Vol. 56. – P. 415-438. – DOI: 10.1007/s10452-021-09936-4.
16. Khan I. Effects of silicon on heavy metal uptake at the soil-plant interphase: A review [Text] / I. Khan, S. Afzal Awan, M. Rizwan, S. Ali et al. // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2021. – Vol. 222. – N 112510. – P. 539–548. – DOI: 10.1016/j.ecoenv.2021.112510.
17. Kumar A. Excessive Aluminum in Soil [Text] / A. Kumar // *Qeios*. – 2024. – N 293IOY.2. – P. 11 – DOI: 10.32388/293IOY.2.
18. Verma K.K., Song X.-P., Li D.-M., Singh M., Wu J.-M., Singh R.K., Sharma A., Zhang B.-Q., Li Y.-R. Silicon and soil microorganisms improve rhizospheric soil health with bacterial community, plant growth, performance and yield [Text] / K.K. Verma, X.-P. Song, D.-M. Li, M. Singh et al. // *Plant Signaling & Behavior*. – 2022. – Vol. 17 (1). N e2104004. – P. 1-15 – DOI: 10.1080/15592324.2022.2104004.
19. Khan A.L. Silicon: A valuable soil element for improving plant growth and CO₂ sequestration [Text] / A.L. Khan // *Journal of Advanced Research*. – 2025. – Vol. 71. – P. 43-54. – DOI: 10.1016/j.jare.2024.05.027.

REFERENCES:

1. Barão L., de Tombeur F., Schoelynck J. Editorial: Silicon cycling in agricultural soils under current anthropogenic influences. *Frontiers in Environmental Science*, 2023, vol. 11, no.1333256, pp. 1-3. DOI: 10.3389/fenvs.2023.1333256.
2. Schaller J., Webber H., Ewert F., Stein M., Puppe D. The transformation of agriculture towards a silicon improved sustainable and resilient crop production. *Sustainable Agriculture*, 2024, vol. 2, no. 27, pp. 1-9. DOI: 10.1038/s44264-024-00035-z.
3. Raven J.A. Cycling silicon – the role of accumulation in plants. *New Phytologist*, 2003, vol. 158, no 3, pp. 419–430. DOI: 10.1046/j.1469-8137.2003.00778.x.
4. Verma K.K., Song X.-P., Liang Q., Huang H.-R et al. Unlocking the role of silicon against biotic stress in plants. *Frontiers in Plant Science*, 2024, vol. 15, no 1430804, pp. 1–12. DOI: 10.3389/fpls.2024.1430804.
5. Yavaş I., Ünay A. The Role of Silicon under Biotic and Abiotic Stress Conditions. *Turk J Agric Res*, 2017, vol. 4, no 2. pp. 204–209. DOI: 10.19159/tutad.300023.
6. Rea R.S., Islam M.R., Rahman M.M., Nath B., Mix K. Growth, Nutrient Accumulation, and Drought Tolerance in Crop Plants with Silicon Application: A Review. *Sustainability*, 2022, vol. 14, no 4525, pp. 1-16. DOI: 10.3390/su14084525.
7. Mamasolieva M., Gafurova L., Hudoyazarov I., Juliev M. Role of silicon and silicon fertilizers in the world: a review of papers from the Scopus database published in English for the period of 2012–2022. *Soil Science Annual*, 2024, vol. 75 (1), no.186456, pp. 1-12. DOI: 10.37501/soilsa/186456.
8. Hodson M.J., Evans D.E. Aluminium–silicon interactions in higher plants: an update. *Journal of Experimental Botany*, 2020, vol. 71, no 21, pp. 6719–6729. DOI: 10.1093/jxb/eraa024.
9. Zsoldos F., Vashegyi Á., Pécsváradi A., Bona L. Influence of silicon on aluminium toxicity in common and durum wheats. *Agronomie*, 2003, vol. 23, no 4, pp. 349–354. DOI: 10.1051/agro:2003008.
10. Sousa Junior G. da S., Calero Hurtado A., Alves R. de C et al. Silicon attenuates aluminum toxicity in sugarcane plants by modifying growth, roots morphoanatomy, photosynthetic pigments, and gas exchange parameters. *Scientific Reports*, 2024, vol. 14, no 4717, pp. 1-16. DOI: 10.1038/s41598-024-53537-8.
11. Baggio G., Dupas E., Galindo F.S. et al. Silicon Application Induced Alleviation of Aluminum Toxicity in Xaraés Palisadegrass. *Agronomy*, 2021, vol. 11, no 10, pp. 1-18. DOI: 10.3390/agronomy11101938.
12. Sarma H.H., Borah S. K., Dutta N., Kashyap R., Chintey R. Impact of Silicon Fertilization in Crop Production: Enhancing Yield, Stress and Disease Resistance in Agriculture *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 2024, vol. 27, no 9, pp. 645–658. DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i91337.

13. Salem E.M.M., Kenaway M.K.M., Saudy H.S., Mubarak M. Influence of silicon forms on nutrients accumulation and grain yield of wheat under water deficit conditions. *Gesunde Pflanzen*, 2022, vol. 74, no 5, pp. 539–548. DOI: 10.1007/s10343-022-00629-y.
14. Belyuchenko I.S., Smagin A.V., Popok L.B., Popok L.E. Analiz danny'h i matematicheskoe modelirovanie v e'kologii i prirodopol'zovanii [Data analysis and mathematical modeling in ecology and environmental management]. Krasnodar, KubGAU, 2015, 313 p. (In Russian)
15. Botté A., Zaidi M., Guery J., Fichet D., Leignel V. Aluminium in aquatic environments: abundance and ecotoxicological impacts. *Aquatic Ecology*, 2022, vol. 56, pp. 415–438. DOI: 10.1007/s10452-021-09936-4.
16. Khan I., Afzal Awan S., Rizwan M., Ali S et al. Effects of silicon on heavy metal uptake at the soil-plant interphase: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2021, vol. 222, no. 112510, pp. 539–548. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2021.112510.
17. Kumar A. Excessive Aluminum in Soil. *Qeios*, 2024. no. 293IOY.2, 11 p. DOI: 10.32388/293IOY.2
18. Verma K.K., Song X.-P., Li D.-M., Singh M et al. Silicon and soil microorganisms improve rhizospheric soil health with bacterial community, plant growth, performance and yield. *Plant Signaling & Behavior*, 2022, vol. 17 (1), no e2104004, pp. 1-15. DOI: 10.1080/15592324.2022.2104004.
19. Khan A.L. Silicon: A valuable soil element for improving plant growth and CO₂ sequestration. *Journal of Advanced Research*, 2025, vol. 71, pp. 43–54. DOI: 10.1016/j.jare.2024.05.027.

Авторлар туралы мәліметтер:

Сохарев Евгений Юрьевич – медицина ғылымдарының кандидаты, Қостанай облысы әкімдігі денсаулық сақтау басқармасының «Қостанай Облыстық патологиялық-анатомиялық бюросы» КМК директоры, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., 1 Май көш. 151. тел.: 87058304603, e-mail: fed_crb@mail.ru.

Ысқақ Алия – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қолданбалы биотехнологиялық ғылыми-зерттеу институтының директоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 87479666571, e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Наурызбаев Ж.К.* – физика магистрі, ҚБ ҒЗИ физика-химиялық және технологиялық зерттеулер зертханасының қызметкері, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 87057233111, e-mail: nauryzbayev.zh@ksu.edu.kz.

Дәулеткелді Г.М. – «6В01511-Химия-Биология» БББ бағдарламасының 4 курс студенті, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Абай даңғ. 28/1, тел.: 87717989774, e-mail: gulnuradauletkel@gmail.com.

Сохарев Евгений Юрьевич – кандидат медицинских наук, директор КГП «Костанайское областное патологоанатомическое бюро» управления здравоохранения акимата Костанайской области, Республика Казахстан, 110000, г. Костанай ул. 1 Мая 151, тел.: 87058304603, e-mail: fed_crb@mail.ru.

Ысқақ Алия – кандидат сельскохозяйственных наук, директор научно-исследовательского института прикладной биотехнологии НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87479666571, e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Наурызбаев Жанибек Куанышбаевич* – магистр физики, научный сотрудник лаборатории физико-химических и технологических исследований НИИ ПБ НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87057233111, e-mail: nauryzbayev.zh@ksu.edu.kz.

Дәулеткелді Гүлнұр Нұрланқызы – студент 4 курса ОП «6В01511-Химия-Биология», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: 87717989774, e-mail: gulnuradauletkel@gmail.com.

Sokharev Yevgeny Yuriyevich – Candidate of Medical Sciences, Director of the MSE «Kostanay regional anatomico-pathological bureau» of the Health department of the Kostanay region akimat, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 1 May Str. 151, tel.: 87058304603, e-mail: fed_crb@mail.ru.

Yskak Aliya – Candidate of Agricultural Sciences, Director of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: 87479666571, e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Nauryzbayev Zhanibek Kuanyshbayevich* – Master of Physics, Researcher of the Laboratory of Physico-Chemical and Technological Research of the Research Institute of Applied Biotechnology, Akhmet

Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: 87057233111, e-mail: nauryzbayev.zh@ksu.edu.kz.

Dauletkeldi Gulnol Nurlankyzy – 4th year student, “6B01511-Chemistry-Biology” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Ave., tel.: 87717989774, e-mail: gulnuradauletkel@gmail.com.

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

ВЕТЕРИНАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ – ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

АДИЛЬБЕКОВ Ж.Ш.* МУСТАФИНА Р.Х. БАЛДЖИ Ю.А. САВИНКИН Н.А	КОНТАМИНАЦИЯ КОРМОВ ТОКСИЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В АҚМОЛИНСКОЙ И КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТЯХ КАЗАХСТАНА	5
АХМЕТОВ А.О.* КУМЕКБАЕВА Ж.Ж. КРЫКБАЕВ Е.А.	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ПРИ КАРДИОГЕННОМ ОТЕКЕ ЛЕГКИХ И ПНЕВМОНИИ КОШЕК	12
ГАБДУЛЛИН Д.Е.* ҚОЖАЕВА А.Р. ЕРТЛЕУОВА Б.О. ИЩАНОВА А.С.	БҚО СҮТТІ БАҒЫТЫНДАҒЫ ШАРУАШЫЛЫҚТАРЫ ЖАҒДАЙЫНДА АКУШЕРЛІК ГИНЕКОЛОГИЯЛЫҚ ДИСПАНСЕРЛЕУДІҢ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ	22
ЕРГАЗИНА А.М.* АУБАКИРОВ М.Ж. КАЙЫПБАЙ Б.Б. МУРЗАКАЕВА Г.К.	МОНИТОРИНГ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО БРУЦЕЛЛЕЗУ В РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И В СУБЪЕКТАХ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ	29
МУСТАФИН Б.М.* БАРАМОВА Ш.А. РАКЕЦКИЙ В.А. АУБАКИРОВ М.Ж.	АНАЛИЗ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО БРУЦЕЛЛЕЗУ КРУПНОГО И МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ	39
РАКЕЦКИЙ В.А.* МУСТАФИН Б.М. ТЛЕГЕНОВА Ж.Ж. АУБАКИРОВ М.Ж.	ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИБОРА ALPHA VISION ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СОСТОЯНИЯ ГЕНИТАЛИЙ ПЕРЕД ОСЕМЕНЕНИЕМ И ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ОСЕМЕНЕНИИ КОРОВ	48
САПАРОВ А.А.* БАТАНОВА Ж.М. АХМЕТСАДЫКОВ Н.Н. КРЫКБАЕВ Е.А.	ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШТАММА V. ANTHRACIS STERNE 34 F2 НА РАЗЛИЧНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ	56
САБИРОВА А.Қ.* ДЮСЕМБАЕВ С.Т. КОЙГЕЛЬДИНОВА А.С. СУЛЕЙМЕНОВ Ш.К.	МҮЙІЗДІ ІРІ ҚАРА ҚОРАЛАРЫНЫҢ МИКРОКЛИМАТ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ТӘСІЛДЕРІ	65
ТЕГЗА А.А.* ПАПУША Н.В. ХАСАНОВА М.А. НУРЖАНОВА С.А.	РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И КАЧЕСТВО ПОТОМСТВА КОРОВ В УСЛОВИЯХ ТОО «САРЫАҒАШ», КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ	75
TURGENBAYEV K.A.* OZATBEKULY A. BORSYNBAYEVA A.M. MIKNIENE Z.	TUBERCULIN FOR ALLERGIC DIAGNOSTIC OF ANIMAL TUBERCULOSIS	84
ЧУЖЕБАЕВА Г.Д. МӘЛІКЗАДА Қ.М.* БАЙМЕНОВ Б.М. ДОСОВА А.Д.	ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫ БОЙЫНША ЖАНУАР ӨНІМДЕРІНЕН БӨЛІНІП АЛЫНҒАН S.AUREUS ИЗОЛЯТТАРЫНЫҢ ТОКСИГЕНДІЛІГІН ЖӘНЕ АНТИБИОТИККЕ ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ	94
ЯНИЧ Ф.А.* ПАПУША Н.В. ЯНИЧ Т.В. ХАСАНОВА М.А.	АНАЛЫҚ БЕЗДЕРДІҢ Фолликулярлық-кистальқ ауруы КЕЗІНДЕГІ СИЫРЛАРДЫҢ ҚАНЫНЫҢ ЭРИТРОЦИТТІК ҚҰРАМЫ	103

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ – СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АБДУЛЛОЕВ Ф.М.* САВИН Т.В. ЗОТОВА Л.П. ДЮСИБАЕВА Э.Н.	МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕНОВ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ	110
АКИМБЕКОВ А.Р. УСКЕНОВ Р.Б. ИСХАН К.Ж.* ОРЫНАЛИЕВ К.А.	СОЗДАНИЕ ИРТЫШСКОГО ЗАВОДСКОГО ТИПА И ЛИНИЙ МУГАЛЖАРСКОЙ ПОРОДЫ ЛОШАДЕЙ, А ТАКЖЕ ИХ МЯСНАЯ И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ	118
ANSABAYEVA A.S.* ISSAYEVA Zh.B. MAKHAMBETOV M.Zh. PEILING Zh.	THE ROLE OF LEGUMES AND CEREALS IN INCREASING THE BIODIVERSITY AND BIODYNAMICS OF AGRICULTURAL SYSTEMS	126
ЕРМОЛДИНА Г.Т. НУРПЕИСОВ А.А.* БЕКТҰРҒАНОВА А.Қ. УКСИКБАЕВА М.К.	СОЛТҰСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МАҢЫЗЫ БАР СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРДЕГІ ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ҚҰРАМЫН БАҒАЛАУ	133
ЖАППАРОВА А.А.* МАУЛЕНОВА С.С. АЙСАКУЛОВА Х.Р. ВАСИЛИНА Т.К.	ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЯБЛОНИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА	140
ISSAYEVA Zh.B.* ANSABAYEVA A.S. SARSEMBAYEVA A.Sh. ZHAPPAROVA A.A.	CONDITIONS OF THE VERTICAL SOIL ZONALITY IN PHYTOCENOSES IN THE SOUTH-EASTERN KAZAKHSTAN	149
KRAVCHENKO R.I.* AMANTAYEV M.A. ZHANG W. ZOLOTUKHIN Ye.A.	MATHEMATICAL MODEL OF FURROW FORMATION BY AN ELLIPTICAL BLADE OF AN ACTIVE ROTARY TILLAGE TOOL	159
КАЛЪЯСКАРОВА А.Е.* АСКАРБЕКОВА А.А. ШАЯХМЕТ Н.Ш.	АГРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ	166
ҚУАНЫШБАЕВ С.Б. БУГУБАЕВА А.* КАЗБЕКОВА К.А. НУРСЕИТОВА А.М.	ҚАЗАҚСТАННЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МАҢЫЗЫ БАР СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРДЕГІ ТЕМІР МЕН МАРГАНЕЦТІҢ ҚҰРАМЫН АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ	175
ҚУАНЫШБАЕВ С.Б. ЕРМОЛДИНА Г.Т. НАУЫРЗБАЕВ Ж.К. НУРСЕИТОВА А.М.*	ҚАЗАҚСТАН СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ ГРАНУЛОМЕТРИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ МЕН СОРБЦИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ: АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ӨЛЕУЕТ ЖӘНЕ ЭКСПРЕСС- ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ	186
ОРАЗАЛИЕВА А.Н.* ЕРМОЛДИНА Э.Т. СТЕПАНОВА Е.Ю. САЙЛЫҒАРА А.А.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ И ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ	194
ОСПАНОВА А.А.* ОЗЕРАНСКАЯ Н.Л. МЕРЗЛЯКОВ О.Э.	ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МИКРОЗОНИРОВАНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ ТОО «ПОБЕДА» ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ	205
ОШЕРГИНА И.П.* ТЕН Е.А.	АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОГО РАПСА В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА	215

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

ПОЛИЩУК Ю.В. БИНЮКОВ Ю.В. КОМАРОВ А.П.* ЛАПТЕВ Н.В.	ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ШИРОКОЗАХВАТНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО УЛУЧШЕНИЯ СЕНОКОСОВ И ПАСТБИЩ	224
ТЕЗЕКБАЕВА А.Е.* ШЕСТАКОВА Н.А. НАКЛ J.	ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ И НАДЗЕМНОЙ МАССЫ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА И УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА	234
ТОКУШЕВА А.С.* НУГМАНОВ А.Б. КАЛИМОВ Н.Е.	АГРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ НА ФОНЕ ДЕГРАДАЦИИ ПАСТБИЩ	243
ТОКУШЕВА А.С.* НУГМАНОВ А.Б.	ЖАЙЫЛЫМДАҒЫ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ЖАҚСАРТУДАҒЫ ШӨП ҚОСПАЛАРЫНЫҢ РӨЛІ	249
ТӨРЕХАНОВ А.Ә.* ҚОЖАНОВ Ж.Е. КАЙЫПБАЙ Б.Б. ТАЛЖАНОВ Е.А.	ҚОСТАНАЙ ЖӘНЕ АДАЙ ЖЫЛҚЫЛАРЫНДАҒЫ ТҰҚЫМ ҚУАЛАЙТЫН АУРУЛАРДЫҢ ГЕНЕТИКАЛЫҚ МОНИТОРИНГІ: SCN4A, GYS1, GBE1, PR1B, EDNRB ЖӘНЕ STX17 МУТАЦИЯЛАРЫНЫҢ ТАСЫМАЛДАУШЫЛЫҚ ЖИІЛІГІ	255
ТУЛАЕВ Ю.В. ТУЛЬКУБАЕВА С.А.* СОМОВА С.В.	РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ СЕВА НА ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА	263
УНЫШЕВА Н.К.* МАКЕНОВА С.К. БАБКЕНОВА Л.Т.	ГИС-МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NDVI В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ	270
ЧАШКОВ В.Н.* ТАСТЕМИРОВА А.Б. ТАУАКЕЛОВ Ч.А. ДАРИБАЕВА С.А.	СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІН АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ – АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МАҚСАТЫНДАҒЫ СУ ҚОЙМАЛАРЫН МОНИТОРИНГТЕУДІҢ БІР ЭЛЕМЕНТІ РЕТІНДЕ	280
ЧАШКОВ В.Н. ИРЖАНОВ Ж.Б. ДАРИБАЕВА С.А.* ДӘУЛЕТКЕЛДІ Г.М.	ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІН ІРІКТЕУ ЖӘНЕ АГРАРЛЫҚ ПРАКТИКАДА ПАЙДАЛАНУ ӘДІСТЕМЕСІ	288
ЫСҚАҚ А. НУРПЕИСОВ А.А.* КАЗБЕКОВА К.А. ИРЖАНОВ Ж.Б.	ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ АГРАРЛЫҚ СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ХРОМ, НИКЕЛЬ ЖӘНЕ КОБАЛЬТ: ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ МОНИТОРИНГ ӘДІСТЕРІ	299
СОХАРЕВ Е.Ю. ЫСҚАҚ А. НАУЫРЗБАЕВ Ж.К.* ДӘУЛЕТКЕЛДІ Г.М.	СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ СИЛИКАТТЫ-АЛЮМИНАТТЫ НЕГІЗГІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОҢЫРЖАЙ КЛИМАТТАҒЫ АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ МАҢЫЗЫ	309

**Правила для авторов многопрофильного научного журнала
«3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация»**

Редакция журнала просит авторов ознакомиться с правилами (редакционной политикой журнала, содержащей общую информацию о журнале, процедуру рассмотрения статей, рецензирования, руководство для авторов, публикационную этику) и придерживаться их при подготовке работ, направляемых в журнал. Отклонение от установленных правил задерживает публикацию статьи.

Отправление статьи в редакцию означает согласие автора (авторов) на право Издателя, Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы, издания статьи в журнале и переиздания ее на любом иностранном языке.

Статьи и другие материалы, направляемые для публикации в журнале «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация», через личный кабинет на сайте, должны соответствовать условиям и быть оформлены в соответствии с требованиями, отраженными в данном руководстве.

Word-файлы (1997-2003) работы подаются в редакцию (через систему подачи статей в режиме онлайн). Авторы должны представить 3 документа: сопроводительное письмо и две версии рукописи. Одна из них не должна содержать информацию об авторах (ФИО, место работы, сведения об авторах), названием файла служит тема статьи, так как анонимизированный текст необходим для двойного слепого рецензирования (**Например: 1. Иванов_3i_ветеринарные; 2. Результаты клинических, гематологических и иммунологических коров в разные периоды лактации**). Автор (ы) также должен предоставить **3. Сопроводительное письмо** (шаблон сопроводительного письма также прилагается в системе).

Редакционная коллегия **осуществляет** проверку статей на % оригинальности по лицензированной системе проверки на антиплагиат **Strikeplagiarism.com** и отклонения статей, не соответствующих требованиям, в том числе оформлению, **без объяснения причин**.

Условия для размещения статьи в журнале:

- **аннотация и название статьи на трех языках** (казахский, русский и английский), **первая – на языке статьи**, в аннотации должны быть отражены следующие моменты: актуальность, цель, задачи, суть научного исследования, описание научной и практической значимости работы, краткое описание методов и методологии исследования, основные результаты и выводы исследовательской работы, ценность проведенного исследования (внесенный вклад данной работы в соответствующую область знаний), а так же практическое значение итогов работы. Следует избегать предложений, идентичных предложениям из текста статьи, символов, ссылок на литературу, рисунков и таблиц, веб-ссылок и электронных писем;

- в содержании статьи должны быть **обзоры научных трудов отечественных и зарубежных исследователей** по аналогичной проблеме. Качество и количество источников, на которые ссылаются, указывают на актуальность статьи. Поэтому авторам рекомендуется придерживаться следующих инструкций:

- все ссылки должны содержать библиографические данные на английском языке; **не менее 20% ссылок** должны быть проиндексированы в Scopus и (или) Web of Science за последние 10 лет;

- допустимое количество публикаций авторов и соавторов статьи в списке литературы не должно превышать **10% от общего** числа;

- в списке литературы должно быть **не менее 30% источников** не старше **5 лет**;

- **основной текст статьи должен содержать:** введение (в котором отражены актуальность, постановка цели, определены задачи, показана степень изученности), материалы и методы исследования, результаты, обсуждение и заключение/выводы;

- объем статьи **от 6 до 12 стр.**;

- **оплата производится ТОЛЬКО ПОСЛЕ ПРИНЯТИЯ статьи для публикации;**

- электронная версия сканированных копий квитанций принимаются **только** по электронному адресу:

3i_ksu@mail.ru.

Соавторство предполагает **не более 4 авторов**.

Все поступившие **статьи отправляются в очередь на рассмотрение (в среднем 6-9 месяцев)**.

Порядок расположения структурных элементов статьи:

- статья должна содержать **УДК, МРНТИ <https://grnti.ru/>**- первая строка, слева;

- **каждая статья, принятая к публикации, автоматически получает DOI;**

- заголовок статьи (**прописными буквами, полужирным шрифтом**), ФИО автора (фамилия полностью и инициалы) (**не более 4-х авторов**), его ученая степень, звание, место работы (должность, название предприятия, организации, учреждения, город, страна) и набранная **курсивом аннотация и ключевые слова (5-7 слов) располагаются перед текстом статьи на 3-х языках**.

Если в названии организации **явно не указан город**, то через запятую после названия организации указывается город и страна.

Если статья подготовлена несколькими авторами, их данные указываются **в порядке значимости вклада** каждого автора в статью.

Звездочкой обозначается автор-корреспондент (*), который **регистрируется на сайте** и прикрепляет все 3 документа.

Объем аннотации – 150-250 слов (не должен быть меньше или превышать на любом языке), (курсивом, обычным шрифтом);

- таблицы, рисунки необходимо располагать **после упоминания**. С каждой иллюстрацией должна следовать **надпись**. Рисунки должны быть четкими, чистыми, не сканированными. Рисунки, графики должны быть представлены в одном из стандартных форматов: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Точечные рисунки необходимо выполнять с разрешением 600 dpi. На рисунках должны быть ясно переданы все детали;

- в статье нумеруются лишь те формулы, на которые по тексту есть ссылки;

- все аббревиатуры и сокращения, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

- текст в формате **Microsoft Word 97-2003**. Формат листа А4 (297х 210 мм). Все поля – 2 см. Страницы в электронной версии не нумеруются. Шрифт: **Arial**. Размер символа – **10 pt**. Текст должен быть отформатирован по ширине без переносов, отступ в начале абзаца – **1 см**. Межстрочный интервал – **одинарный**. Заголовок статьи форматируется по центру. **В тексте статьи не должна использоваться автоматическая нумерация**;

- список использованных при подготовке статьи информационных источников располагается в конце статьи. Перечисление источников дается строго в порядке ссылок на них в статье. Номер ссылки в тексте статьи оформляется в квадратных скобках, **например** – **[1, с.13]**. Список литературы оформляется в соответствии с **ГОСТ 7.1 – 2003** «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»;

- литература на языке статьи (кроме англ.) и **в латинской транслитерации**;

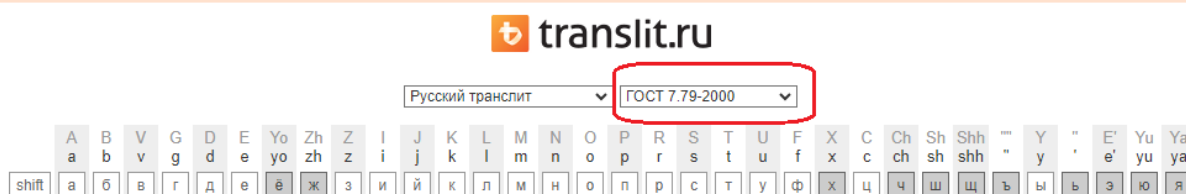
- **если статья на англ. языке**, то только источники на русском и казахском языке даются в латинской транслитерации (REFERENCES);

- **если статья на каз.яз.**, то список дается на каз.яз и в латинской транслитерации;

Обратите внимание, что при составлении списка литературы на английском языке (Reference) недопустимо применение стандартов ГОСТ. Применяемые в этих ГОСТах знаки (// – двойной слеш, тире) не воспринимаются зарубежными системами.

Для составления **Reference** рекомендуется пользоваться программой для автоматического составления списка литературы на английском языке – Mendeley (ссылка для скачивания: <https://www.mendeley.com/download-reference-manager/windows>). Стиль оформления ссылок в списке: **Vancouver Style**.

Транслитерация приводится с использованием онлайн переводчика по ссылке <https://translit.ru/ru>. Стандарт транслитерации ГОСТ 7.79-2000.



Данный онлайн переводчик не проводит транслитерацию специфических букв казахского алфавита. Здесь авторы после транслитерации казахского текста должны провести корректировку, руководствуясь следующими правилами:

Ә	Ғ	Ң	Ө	Ү	Ұ	Қ	І
ä	ğ	ñ	ö	ü	u	k	i

Примеры оформления вариантов списка ссылок References см. в Приложении на сайте.

- сведения об авторе (ах) **на русском, казахском и английском языках**: фамилия, имя, отчество (**полностью**), ученая степень, ученое звание, должность, место работы (место учебы или соискательство), **контактные телефоны (мобильные)**, **e-mail**, полный почтовый адрес (край или область, **индекс**, район или город, улица, дом, квартира).

ПРИ НЕСОБЛЮДЕНИИ ХОТЯ БЫ ОДНОГО ИЗ ЭТИХ ТРЕБОВАНИЙ СТАТЬЯ НЕ ПРИНИМАЕТСЯ К РАССМОТРЕНИЮ.

Только после положительного решения о принятии статьи к публикации осуществляется оплата авторского вознаграждения. Авторы оплачивают авторский взнос самостоятельно или за счет грантов, аффилированных организаций и т.п.

Стоимость одной публикации составляет:

1. Иностранные авторы (без соавторов из РК) – бесплатно
2. Авторы с индексом Хирша более 10 – бесплатно
3. Для сотрудников КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы – **20000** (двадцать тысяч) тенге и **10000** (десять тысяч) тенге, если раздел не включен в перечень изданий КОКСНВО
4. Для сторонних авторов – **40000** (сорок тысяч) тенге для физических лиц и **20000** (двадцать тысяч) тенге, если раздел не включен в перечень изданий КОКСНВО;
– **50000** (пятьдесят тысяч) без НДС для юридических лиц

Наши реквизиты:

- Получатель: Некоммерческое акционерное общество «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы»
- Почтовый адрес: 110000, Республика Казахстан, Костанайская обл., г. Костанай, ул. Ахмета Байтурсынова, 47, корпус 1
тел/факс 8 (7142) 51-11-45

Банковские реквизиты:

БИН: 200740006481
АО "Банк Центр Кредит"
БИК: KSJBKZKX
ИИК: KZ398562203108711441
КБЕ: 16

Контакты:

- 110000, г. Костанай, ул. Ахмета Байтурсынова, 47, корпус 1, каб. 213
КРУ имени Ахмета Байтурсынулы, редакционно-издательский отдел
E-mail: 3i_kru@mail.ru

Оплата статей также осуществляется через приложение Kaspi.kz.

Вы должны выбрать платежи, затем выбрать категорию образования и ввести название университета. Далее в строке ФАКУЛЬТЕТ необходимо заполнить «оплата за статью в журнале «3i»; в строке КУРС указать номер журнала, в котором будет опубликована статья (например, «4 /2022»); в строке ИМЯ СТУДЕНТА указать имя автора (авторов); в строке ID СТУДЕНТА должен быть указан ID плательщика (имя держателя карты, через которую производится оплата); в строке ИМЯ ПЛАТЕЛЬЩИКА должно быть указано имя держателя карты, через которую производится платеж.

**Журнал Ахмет Байтурсынулы атындағы
Қостанай өңірлік университетінің
редакциялық-баспа бөлімінде басқармасында
теріліп, беттелді**

Корректорлар: Б. Сыздыкова,
Т. Цай, А. Симонова
Компьютерлік беттеу: С. Красикова
И. Милокумова

Мекен-жайымыз:
110000, Қостанай қ.,
Байтурсынов 47, 213 каб.
Тел/факс: 8 (7142) 55-85-96
E-mail: 3i_kru@mail.ru
Қыркүйек 2025 ж. басуға берілді.
Пішімі 60*84/18. Таралымы 300
Қыркүйек 2025 ж. Тапсырыс № 017

Ахмет Байтурсынулы атындағы
Қостанай өңірлік университетіндегі
редакциялық-баспа бөлімінде басылған
Қостанай қ., Байтурсынов 47

**Журнал набран и сверстан
в редакционно-издательском отделе
Костанайского регионального университета
имени Ахмет Байтурсынулы**

Корректоры: Б. Сыздыкова,
Т. Цай, А. Симонова
Компьютерная верстка: С. Красикова
И. Милокумова

Наш адрес:
110000, г. Костанай,
Байтурсынова 47, каб.213
Тел/факс: 8 (7142) 55-85-96
E-mail: 3i_kru@mail.ru
Подписано в печать сентябрь 2025 г.
Формат 60*84/18. Тираж 300 экз.
Сентябрь 2025. Заказ № 017

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Костанайского регионального университета
имени Ахмет Байтурсынулы
г. Костанай, ул. Байтурсынова 47