



ISSN ONLINE 3079-6997
ISSN PRINT 3079-6989

ШӘКӘРІМ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

ВЕСТНИК УНИВЕРСИТЕТА ШАКАРИМА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

BULLETIN OF SHAKARIM UNIVERSITY AGRICULTURAL AND VETERINARY SCIENCES SCIENTIFIC JOURNAL



**ШӘКӘРІМ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ**

**ВЕСТНИК УНИВЕРСИТЕТА ШАКАРИМА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**BULLETIN OF SHAKARIM UNIVERSITY
AGRICULTURAL AND VETERINARY SCIENCES
SCIENTIFIC JOURNAL**

№ 3 (8) 2026

**2024 жылдан бастап шығады
Founded in 2024
Издается с 2024 года**

**Жылына 4 рет шығады
Published 4 times a year
Выходит 4 раза в год**

Семей, 2026

Бас редактор:
Муратбаев Даулетбек Манарбекұлы
PhD, Шәкәрім университеті,
Семей, Қазақстан

Редакция алқасы:

Аднан Аян	PhD, ассоц. проф., Ван университеті, Турция
Джихан Качар	PhD, проф., KAFKAS университеті, Турция
Василев Андон Василевич	б.ғ.д., проф., Пловдив аграрлық университеті, Болгария
Горелик Ольга Васильевна	а.ш.ғ.д., проф., Орал мемлекеттік аграрлық университеті, Екатеринбург, Ресей
Кентбаев Ержан Жунусович	а.ш.ғ.д., проф., Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан
Бессчетнов Владимир Петрович	б.ғ.д., проф., Л.Я. Флорентьев атындағы Нижний Новгород мемлекеттік агротехнологиялық университеті, Нижний Новгород, Ресей
Утебекова Айнур Дуйсенбековна	PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан
Кудайбергенов Мухтар Сарсенбекович	б.ғ.д., ҚР АСХН академигі, Қазақ егіншілік және Өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан
Юлдашбаев Юсупжан Артыкович	а.ш.ғ.д., проф., РҒА академигі, Ресей Мемлекеттік аграрлық университеті, Москва, Ресей
Заболотных Михаил Васильевич	д.б.н, проф., П.А. Столыпин атындағы Омбы мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей
Сарсембаева Нуржан Билтебаевна	д.в.н., проф., Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан
Зоя Микниене	д.в.н., проф., Литва денсаулық ғылымдары университеті, Каунас, Литва
Дюсембаев Сергазы Турлыбекович	д.в.н., «Шәкәрім университеті» КЕАҚ, Семей, Қазақстан
Нуржуманова Жанат Мекешовна	в.ғ.к., «Шәкәрім университеті» КЕАҚ, Семей, Қазақстан
Закиева Арайлы Аленхановна	PhD, «Шәкәрім университеті» КЕАҚ, Семей, Қазақстан

Редакцияның мекен жайы:
Абай облысы, Семей қаласы, Шугаев көшесі, 159/3, каб.206
E-mail: via@vestnik.shakarim.kz

© Шәкәрім университеті

Editor-in-chief:
Muratbayev Dauletbek Manarbekovich
*PhD, Shakarim University,
Semey, Kazakhstan*

Editorial board:

Adnan Ayan	PhD, Assoc. Prof., Van University, Turkey
Cihan Kacar	PhD, Prof., Kafkas University, Turkey
Vasiliev Andon Vasilyevich	Doctor of Agricultural Sciences, Prof., Agricultural University of Plovdiv, Bulgaria
Gorelik Olga Vasilyevna	Doctor of Agricultural Sciences, Prof., Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia
Kentbaev Yeran Zhunusovich	PhD, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan
Beschetnov Vladimir Petrovich	Doctor of Biological Sciences, Prof., Nizhny Novgorod State Agrotechnological University named after L.Ya. Florentyev, Nizhny Novgorod, Russia
Utebekova Ainur Duissenbekovna	PhD, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan
Kudaibergenov Mukhtar Sarsenbekovich	Doctor of Biological Sciences, Academician of the NAS of RK, Kazakh Research Institute of Crop Production and Plant Growing, Almaty, Kazakhstan
Yuldashbaev Yusupzhan Artykovich	Doctor of Agricultural Sciences, Prof., Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University, Moscow, Russia
Zabolotnykh Mikhail Vasilyevich	Doctor of Biological Sciences, Prof., Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Russia
Sarsembayeva Nurzhan Biltebayevna	Doctor of Veterinary Sciences, Prof., Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan
Zoya Mikniene	Doctor of Veterinary Sciences, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania
Dyusembayev Sergaz Turlybekovich	Doctor of Veterinary Sciences, Shakarim University, Semey, Kazakhstan
Nurzhumanova Zhanat Mekeshovna	Candidate of Veterinary Sciences Shakarim University, Semey, Kazakhstan
Zakiyeva Araily Alenkhanovna	PhD, Shakarim University, Semey, Kazakhstan

Address of the editorial office:
Abay region, Semey, Shugaev STR., 159/3, office.206
E-mail: via@vestnik.shakarim.kz

Главный редактор:
Муратбаев Даулетбек Манарбекович
PhD, Шәкәрім университет
Семей, Казахстан

Редакционная коллегия:

Аднан Аян	PhD, ассоц. проф., Ван Университет, Турция
Джихан Качар	PhD, проф., KAFKAS Университет, Турция
Василев Андон Василевич	д.б.н., проф., Аграрный университет Пловдива, Болгария
Горелик Ольга Васильевна	д.с.х.н., проф., Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия
Кентбаев Ержан Жунусович	д.с.х.н., проф., Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан
Бессчетнов Владимир Петрович	д.б.н., проф., Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород, Россия
Утебекова Айнур Дуйсенбековна	PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан
Кудайбергенов Мухтар Сарсенбекович	д.б.н., академик АСХН РК, Казахский научно- исследовательский институт земледелия и растениеводства, Алматы, Казахстан
Юлдашбаев Юсупжан Артыкович	д.с.х.н., проф., Академик РАН, Российский государственный аграрный университет, Москва, Россия
Заболотных Михаил Васильевич	д.б.н., проф., Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Россия
Сарсембаева Нуржан Билтебаевна	д.в.н., проф., Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан
Зоя Микниене	д.в.н., профессор, Литовский университет наук о здоровье, Каунас, Литва
Дюсембаев Сергазы Турлыбекович	д.в.н., НАО «Шәкәрім университеті», Семей, Казахстан
Нуржуманова Жанат Мекешовна	к.в.н., НАО «Шәкәрім университеті», Семей, Казахстан
Закиева Арайлы Аленхановна	PhD, НАО «Шәкәрім университеті», Семей, Казахстан

Адрес редакции: Абайская область, город Семей, улица Шугаева 159/3, каб.206
E-mail: via@vestnik.shakarim.kz

© Шәкәрім университеті

МАЗМҰНЫ – CONTENT – СОДЕРЖАНИЕ
АУЫЛШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Ye. Dulatbay

A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR ORGANIC LIVESTOCK DEVELOPMENT IN PASTURE AND FOREST-BELT LANDSCAPES OF KAZAKHSTAN: AN INTEGRATED SPATIAL-ECONOMIC APPROACH..... 8

А.А. Ахметова

ТҰҚЫМ САПАСЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІНЕ ӨСЕРІ..... 19

К.О. Караева, Д.М. Алиахмет

ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ЕСЕБОЛАТОВСКОГО СЕЛЬСКОГО ОКРУГА АКСУСКОГО РАЙОНА ОБЛАСТИ ЖЕТІСУ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ УЛУЧШЕНИЯ..... 28

А.А. Темиржанова, Б.С. Ахметова, А.Ж. Исмайлова

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РОСТА, РАЗВИТИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ПОМЕСНОГО И ЧИСТОПОРОДНОГО МОЛОДНЯКА ОВЕЦ..... 36

Ye. Dulatbay

POTENTIAL AND KEY BARRIERS TO THE DEVELOPMENT OF ORGANIC ANIMAL HUSBANDRY IN KAZAKHSTAN: AN INTEGRATED SPATIAL AND ECONOMIC ASSESSMENT..... 44

ВЕТЕРИНАРИЯ

А.Т. Бактыгалиева, И.М. Абирова, А.Е. Ахметжанова, А.Б. Жексенаева

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ СМЕШАННЫХ ИНВАЗИЙ У ОВЕЦ В ХОЗЯЙСТВАХ «САНЖАР», «АЙДАР» И «АЗБЕРГЕН»..... 52

Г. Каукабаева, С. Ескендинова

ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА МОНОКЛОНАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ К РЕКОМБИНАНТНОМУ АНТИГЕНУ Р60 *LISTERIA MONOCYTOGENES*..... 60

Л.Т. Аутелеева

АМИНОКИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ КОНИНЫ ПРИ ПАРАСКАРИДОЗЕ: СРАВНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНЫМ РАДИАЦИОННЫМ РИСКОМ ВБЛИЗИ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ЯДЕРНОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА..... 69

А.Т. Serikova, S.T. Dyuyssembaev, S.E. Amirtaev, N.B. Taukebayeva, M.V. Zabolotnykh

RADIOECOLOGICAL EVALUATION OF ENVIRONMENTAL MEDIA AND GOAT MILK IN AREAS AFFECTED BY THE FORMER SEMIPALATINSK NUCLEAR TEST SITE..... 77

Д.Б. Зайнеттинова, А.Р. Қожаева, Д.Е. Габдуллин

СИЫРЛАРДЫҢ ЖАСЫРЫН ЖЕЛІНСАУЫ ЖАҒДАЙЫНДА СҮТ ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ... 86

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

AGRICULTURAL SCIENCES

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

DOI:

IRSTI: 68.39.01

Ye. Dulatbay*

NJSC «Shakarim University», 071410, Kazakhstan, Semey, 20A Glinka St.

*e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz

**A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR ORGANIC LIVESTOCK DEVELOPMENT IN PASTURE
AND FOREST-BELT LANDSCAPES OF KAZAKHSTAN: AN INTEGRATED SPATIAL-
ECONOMIC APPROACH**

Abstract: Sustainable organic livestock development requires environmental safeguards to be considered together with production performance, economic feasibility, and farmers' readiness for transition. This methodological study proposes an integrated spatial-economic framework for evaluating organic livestock systems in pasture and forest-belt landscapes of Kazakhstan. The framework combines spatial-environmental, production, financial, and behavioural-institutional dimensions and introduces an environmental eligibility condition to prevent strong economic performance from compensating for critical ecological failure. Four hypothetical scenarios are used solely to demonstrate the calculation procedure: baseline conditions, pasture expansion, forest-belt conservation, and an integrated organic system. The scenario scores are illustrative inputs rather than measurements from farms, remote sensing, accounting records, or a new survey. Under the illustrative equal-weight example, the integrated indices are 0.50, 0.53, 0.57, and 0.73, respectively. These values demonstrate how the framework differentiates trade-offs among dimensions; they do not constitute empirical evidence that one scenario will produce these outcomes in Kazakhstan. The framework is intended to guide future farm-level data collection, GIS analysis, economic assessment, and behavioural surveys. Empirical validation should include region-specific carrying capacities, spatial data, cash-flow parameters, stakeholder-derived weights, and sensitivity analysis.

Keywords: organic livestock farming; pasture management; forest belts; conceptual framework; spatial-economic approach; environmental threshold; Kazakhstan.

Introduction

The sustainable development of organic livestock farming in landscapes shaped by natural woodlands and pastures presents a compelling challenge and opportunity for the integration of ecological stewardship with productive agricultural systems. An effective development pathway in this domain requires an integrated spatial-economic assessment that simultaneously accounts for (i) the ecological functions provided by semi-natural woody pastures, grazed woodlands, and associated native vegetation, (ii) the provisioning of nutritious forage and resilient production for organic livestock systems, and (iii) the economic viability and policy contexts that govern land-use decisions. Across the literature, these components are repeatedly shown to be interdependent and mutually reinforcing when addressed through explicit spatial and economic analysis that links landscape structure to livestock outcomes and farmer incentives [1–3].

A core premise of integrating natural woodlands with organic livestock production is that woody pastures and wood-pasture mosaics can deliver essential ecosystem services beyond mere forage. Agroforestry-and-livestock systems, including two-layered wood pastures and derived grassland-woodland configurations, are documented to provide biodiversity benefits, microclimatic regulation, soil protection, and potential fire risk reduction in fire-prone regions, while simultaneously supporting livestock production under low-input regimes [4]. Comparative analyses of landscape configurations repeatedly highlight the sensitivity of biodiversity and ecosystem service delivery to spatial patterning, patch size, edge effects, and connectivity, underscoring the need for spatially explicit planning in

wood-pasture systems [4, 5]. In Mediterranean and temperate landscapes alike, historical and ongoing land-use transitions involving grazing, woodland encroachment, and restoration efforts demonstrate that landscape configuration mediates both ecological outcomes and forage provisioning for organic systems [5–7].

The integrated role of woody components with forage production has been framed in terms of high nature and cultural value (HNCV) agroforestry, which characterizes systems that combine trees with livestock to deliver multiple services (biodiversity, carbon, watershed protection, heritage values) alongside agricultural outputs. The evidence base shows that HNCV agroforestry systems commonly enhance biodiversity and regulate ecosystem processes relative to conventional systems, and they can contribute to fire risk mitigation, carbon sequestration, and soil conservation, even though effects may be context-specific and require site-level evaluation [4]. Within this complexity, quantitative tools that couple landscape state and transition models with forage provisioning indicators provide a promising route to transparently assess how different woodland-pasture configurations perform under organic management goals [8, 9].

An integrated spatial-economic assessment must explicitly connect land-use decisions to farm-level profitability and policy instruments. Do investments in revegetation, restoration, or retention of native woodland in pasture systems improve biodiversity and ecosystem services at reasonable costs? Evidence from regional analyses indicates that biodiversity benefits from investment policies can be modest if actions are narrowly targeted, yet cost-effectiveness improves when investments align with broader resource-management objectives (e.g., salinity control, erosion reduction) and are delivered in high-conservation-value areas or across mosaic landscapes that maximize co-benefits. These findings emphasize the importance of incentive design and spatial targeting in achieving landscape-scale biodiversity and ecosystem-service gains alongside organic livestock production goals [10].

The farm-scale natural capital perspective offers a practical framework for integrating ecological and economic information. Frameworks that quantify natural capital stocks and ecosystem services on farms and relate them to forage provisioning, habitat quality, carbon storage, and other services support transparent sustainability reporting and informed decision-making by producers, buyers, and policy-makers. Such farm-scale accounts demonstrate the feasibility of integrating ecological modeling, remote sensing, and production data to generate verifiable indicators of both environmental performance and forage capacity, which are essential for organic livestock operations seeking resilience and market positioning [8, 9].

The development of organic livestock farming within woodland–pasture mosaics benefits from governance that recognizes multifunctionality and resilience as core objectives. Policy instruments that reward land stewardship, biodiversity conservation, and sustainable forage provisioning can align economic incentives with ecological outcomes, enabling landholders to maintain traditional woodland–pasture practices while expanding organic production. Cross-scalar learning from regional to farm scales indicates that successful pathways combine spatial targeting of biodiversity actions with economic incentives that reflect opportunity costs and the broader benefits of landscape-level stewardship [1, 9, 10].

Building on these strands of literature, the present study proposes a methodological framework rather than reporting a completed national GIS or farm-level economic assessment. The methodological contribution is not a new arithmetic averaging formula. It lies in the proposed integration, for Kazakhstan-oriented future applications, of four evidence domains—spatial-environmental, production, financial, and behavioural-institutional performance—within one scenario architecture, together with a non-compensatory environmental eligibility condition. This condition prevents a critically low environmental score from being fully offset by stronger economic or production scores. The framework also specifies how future GIS layers, farm records, financial data, and farmer surveys can be linked and transparently tested through sensitivity analysis. [11]

Terminology is used consistently in this article. “Forest belts” refers specifically to protective tree and shrub belts within or adjacent to pasture landscapes; it does not denote natural forest or all wooded pasture. “Pasture and forest-belt landscapes” is therefore used as the study-framework term in the title, abstract, methods, and conclusions. Evidence from natural woodlands or silvopastoral systems is cited only as supporting literature and is not treated as an identical land-use category.

Materials and methods

This study is a conceptual and methodological synthesis informed by published work on spatially explicit land-use transitions [12] and empirical evidence on livestock farmers' risk preferences in Kazakhstan [13]. It does not present a completed GIS analysis, a new farm survey, or newly measured economic or ecological effects. The proposed unit of analysis for future empirical application is an individual farm and its associated pasture and forest-belt area within a defined spatial grid. Scenario horizons of 5, 10, and 20 years are proposed for subsequent empirical evaluation.

All numerical scenario scores reported below are synthetic demonstration values created to show the mechanics of the framework. They are not estimates derived from remote sensing, cadastral data, farm accounts, veterinary records, or respondent-level survey data. Accordingly, the worked example is labelled as illustrative throughout the Results, Discussion, tables, figure caption, and conclusions.

Efficiency is assessed across four interrelated dimensions: spatial and environmental, production, economic, and behavioural and institutional. The indicators are normalised so that an increase in a normalised value always represents an improvement in performance.

The spatial and environmental dimension includes the proportion of stable vegetation cover, pasture stocking rate relative to carrying capacity, proportion of preserved forest belts, connectivity of woody landscape elements, distance to water sources, and erosion risk. In a future empirical application, data should be obtained from remote sensing, geographic information systems, field surveys, and cadastral records. These indicators reflect the condition of natural capital and the spatial sustainability of land use.

The production dimension includes live-weight output, young-stock survival rate, seasonal weight-gain patterns, feed availability, and the proportion of pasture-based feed in the diet. In a future empirical application, farm records and veterinary data should be used as the main sources of information. These indicators describe the technological and production performance of the farming system.

The economic dimension includes net present value, production costs, organic price premiums, transition costs, and income variability. In a future empirical application, the required information should be obtained from accounting records, market prices, and contracts. These indicators are used to assess commercial viability and financial risk.

The behavioural and institutional dimension includes risk preferences, attitudes, resource capacity, institutional opportunities, social legitimacy, trust, and readiness for certification. In a future empirical application, these variables should be measured through surveys using Likert scales. They indicate the probability that farmers will adopt the proposed practices.

The relevant data are presented in Table 1.

Table 1 – Indicator system for the integrated assessment. Compiled by the author based on references [12, 13].

Dimension	Key indicators	Data source	Expected role
Spatial and environmental	Share of stable vegetation cover; pasture stocking rate/carrying capacity; proportion of preserved forest belts; connectivity of woody elements; distance to water sources; erosion risk	Remote sensing, GIS, field surveys, and cadastral records	Reflects the condition of natural capital and the spatial sustainability of land use
Production	Live-weight output; young-stock survival rate; seasonal weight-gain patterns; feed availability; proportion of pasture-based feed in the diet	Farm records and veterinary data	Indicates technological and production performance
Economic	Net present value; production costs; organic price premium; transition costs; income variability	Accounting records, market prices, and contracts	Assesses commercial viability and financial risk

Dimension	Key indicators	Data source	Expected role
Behavioural and institutional	Risk preference; attitude; capacity; opportunity; legitimacy; trust; readiness for certification	Likert-scale surveys	Determines the probability of actual adoption of organic practices

For a positively oriented indicator x , the normalised value is calculated using the following equation:

$$z_i = (x_i - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}).$$

For a negative indicator, such as erosion risk or the exceeding of pasture carrying capacity, reverse normalisation is applied:

$$z_i = (x_{\max} - x_i) / (x_{\max} - x_{\min}).$$

The partial indices E, P, F, and B represent environmental performance, production performance, financial performance, and behavioural and institutional readiness, respectively. Each partial index is calculated as a weighted sum of the relevant normalised indicators. The integrated efficiency index is determined as follows: In an empirical application, $x_{\min}$ and $x_{\max}$ must be defined separately for each indicator from a documented reference range, observed sample range, or justified policy/ecological benchmark. Indicator-level weights within each dimension must likewise be reported explicitly. The present worked example starts at the dimension-score level and therefore does not claim that the underlying indicator matrix has been empirically estimated.

$$I_{\text{eff}} = w_E E + w_P P + w_F F + w_B B, \sum w = 1.$$

For the worked example, each of the four dimensions is assigned an equal weight of 0.25 for transparency. This is an illustrative assumption, not an empirically validated weighting scheme. In empirical applications, weights should be elicited using the analytic hierarchy process, entropy weighting, or structured stakeholder consultation and tested through sensitivity analysis. Likewise, the environmental eligibility threshold used in the demonstration ($E_{\min} = 0.40$) is a screening assumption chosen only to illustrate a non-compensatory rule; it is not a regulatory or ecological threshold for Kazakhstan and must be replaced by a region-specific value supported by carrying-capacity and ecological data.

The pasture stocking coefficient is calculated as the ratio of the actual stocking rate to the environmentally sustainable carrying capacity:

$$L = \text{actual stocking rate} / \text{environmentally sustainable carrying capacity}.$$

The value of L must not exceed the established regional threshold.

The intertemporal efficiency of an investment decision is assessed using net present value:

$$NPV = \sum_t [(R_t - C_t - D_t + S_t) / (1 + r)^t] - I_0,$$

where R_t is revenue from product sales, C_t represents operating costs, D_t is the estimated environmental damage or restoration cost, S_t represents subsidies and payments for ecosystem services, r is the discount rate, and I_0 represents the initial investment and organic certification transition costs.

No investment amount, operating-cost series, organic price premium, certification cost, subsidy stream, environmental-damage estimate, discount rate, or 5-, 10-, and 20-year cash-flow series is estimated in the present article. Consequently, the financial scores in the worked example are synthetic inputs rather than results of an NPV calculation. A future empirical application must report these parameters and the resulting cash flows transparently.

Scenarios without an organic price premium and scenarios with different premium levels are calculated separately. This approach is necessary because a market premium should not conceal the degradation of the natural resource base.

In a future empirical application, farmers' readiness may be estimated using an ordered probit or ordered logit model based on variables used in the published Kazakhstan study by Wang et al. [13]. No new behavioural model is estimated in the present methodological paper. The purpose of this component is to specify how respondent-level readiness scores could subsequently be incorporated into the integrated framework.

$$H_i^* = \alpha + \beta RISK_i + \gamma_1 ATT_i + \gamma_2 CAP_i + \gamma_3 OPP_i + \gamma_4 LEG_i + \delta X_i + \mu_r + \varepsilon_i,$$

where H^* denotes latent readiness to adopt the proposed system, $RISK$ represents risk preference, ATT denotes attitude, CAP represents resource capacity, OPP denotes institutional opportunity, LEG represents social legitimacy, X includes farm characteristics, μ_r represents regional effects, and ε_i is the error term.

For the analysis of the integrated forest–pasture system, resource capacity includes access to pastures, water sources, fencing, mobile infrastructure, and geographic information system services. Attitude includes farmers' perceptions of animal welfare and the importance of forest-belt conservation. Institutional opportunity reflects access to certification services and contracts with buyers.

The proposed spatial component is a workflow for future empirical implementation rather than a completed GIS analysis. It comprises: defining the study boundary and coordinate reference system; selecting a grid resolution appropriate to the available data; assembling dated land-cover, pasture, water-point, road, cadastral, and forest-belt layers; estimating region-specific carrying capacity; calculating accessibility and fragmentation indicators; and linking these spatial outputs to farm-level production, financial, and behavioural data. Data source, acquisition date, spatial resolution, projection, grid-cell size, and preprocessing steps must be reported when the framework is applied to a specific study area.

For that future implementation, natural pastures, managed grazing land, and protective tree/shrub belts should be represented as separate spatial classes so that changes in woody landscape elements are not concealed within aggregated land-use categories. In this article, no administrative boundary, coordinate set, satellite scene, or spatial allocation result is claimed.

Four scenarios are considered in the assessment.

The baseline scenario, S0, represents the existing land-use structure, current stocking rates, and prevailing institutional conditions. It is used to assess the development trajectory without additional measures.

The pasture expansion scenario, S1, assumes an increase in pasture area without mandatory protection of forest belts. It is used to examine the risk of shifting grazing pressure and losing natural landscape elements.

The forest-belt conservation scenario, S2, involves prohibiting or restricting the conversion of woody landscape elements and regulating access to shelter and water. It is used to assess environmental effects under unchanged production practices.

The integrated organic system scenario, S3, combines rotational grazing, forest-belt conservation, and environmental thresholds with certification, training, contracts, and insurance. It is used to assess the combined environmental, economic, production, and behavioural effects of the proposed system.

The relevant data are presented in Table 2.

Table 2 – Proposed scenario matrix. Compiled by the author based on references [12, 13].

Scenario	Land use	Management	Expected focus of assessment
S0: Baseline	Existing land-use structure	Current stocking rates and institutional conditions	Development trajectory without additional measures
S1: Pasture expansion	Increase in pasture area	No mandatory protection of forest belts	Risk of shifting grazing pressure and losing natural landscape elements
S2: Forest-belt conservation	Prohibition or restriction of the conversion of woody landscape elements	Regulated access to shelter and water	Environmental effects under unchanged production practices
S3: Integrated organic system	Rotational grazing, forest-belt conservation, and environmental thresholds	Certification, training, contracts, and insurance	Combined environmental, economic, and behavioural effects

Results

The following worked example demonstrates the calculation logic using synthetic dimension scores. It is not a measurement of Kazakhstan's pasture utilisation and does not estimate the area currently available for organic livestock expansion. In an empirical application, national and regional pasture statistics should be cited with their year and official definition and then combined with water access, infrastructure, forage productivity, veterinary coverage, degradation status, and carrying-capacity data.

In the illustrative dataset, the pasture-expansion scenario has higher production and financial scores than the baseline but an environmental score of 0.34. Under the demonstration rule $E_{\min}=0.40$, this synthetic case fails the environmental eligibility condition. This outcome illustrates the logic of the rule and should not be interpreted as an empirical finding about pasture expansion in Kazakhstan.

In the same synthetic example, the forest-belt conservation scenario has an integrated index of 0.57, while the integrated organic-system scenario has an index of 0.73. These differences are generated by the assumed input scores and are presented only to demonstrate how coordinated environmental, production, financial, and institutional measures can be compared within the framework.

The synthetic scores were deliberately assigned on a 0-1 scale to create contrasting profiles for demonstration: S0 represents mid-range values; S1 combines a deliberately low environmental score with higher production and financial scores; S2 combines a higher environmental score with moderate production and financial scores; and S3 is assigned relatively high values across all four dimensions. These numbers are pedagogical inputs, not expert elicitation, forecasts, calibrated parameters, or transformed observations. Because no indicator-level empirical dataset exists in this methodological paper, no claim is made that the synthetic dimension scores can be reproduced from underlying farm observations.

The relevant data are presented in Table 3.

Table 3 – Synthetic dimension scores used to demonstrate the integrated-index calculation (illustrative values; not empirical estimates)

Scenario	Environmental index	Production index	Financial index	Behavioural readiness	Integrated efficiency index	Assessment
S0: Baseline	0.48	0.55	0.50	0.46	0.50	Illustrative baseline
S1: Pasture expansion	0.34	0.68	0.60	0.49	0.53	Illustrative case: fails assumed E threshold
S2: Forest-belt conservation	0.70	0.56	0.48	0.52	0.57	Illustrative conservation case
S3: Integrated organic system	0.78	0.72	0.67	0.74	0.73	Illustrative integrated case

The integrated efficiency index was calculated by assigning an equal weight of 0.25 to each assessment dimension:

$$I_{\text{eff}} = 0.25E + 0.25P + 0.25F + 0.25B.$$

For the integrated organic livestock scenario, the calculation was:

$$I_{\text{eff}} = (0.78 + 0.72 + 0.67 + 0.74) / 4 = 0.73.$$

Within the synthetic equal-weight example, the S3 index is 46% higher than the baseline index (0.73 versus 0.50). This arithmetic comparison demonstrates the aggregation procedure only; it does not estimate a 46% real-world efficiency gain. Empirical conclusions require observed or independently estimated indicator values.

The values in Table 3 are therefore a reproducible calculation example at the dimension-score level. They must not be used for policy or farm selection until the underlying indicators, normalisation bounds, within-dimension weights, spatial inputs, and financial parameters have been populated with empirical data.

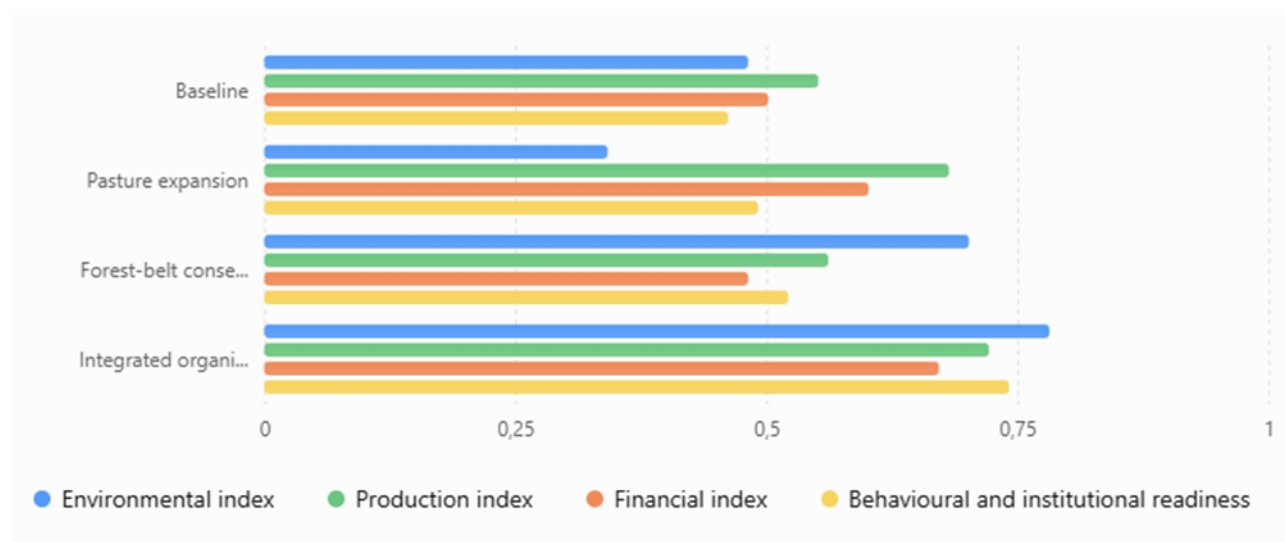
Sensitivity of the illustrative example was checked by varying the weight of each dimension from 0.10 to 0.40 while distributing the remaining weight equally among the other three dimensions. This exercise is a robustness check of the synthetic example only. The ordering of the illustrative integrated indices remained unchanged because S3 was assigned comparatively high values in every dimension. The assumed environmental threshold was also varied from 0.35 to 0.50: S1 remained below the threshold throughout this range, whereas S0 would pass at thresholds up to

0.48 and fail above that value. This demonstrates why empirical applications must justify both weights and environmental cut-offs rather than treating them as universal constants. The relevant data are presented in Table 4.

Table 4 – Sensitivity analysis of the synthetic worked example

Scenario	Equal-weight index	Index range when one dimension weight varies 0.10–0.40	Environmental score (E)	Threshold status for $E_{min} = 0.35–0.50$
S0: Baseline	0.50	0.487–0.508	0.48	Passes at $E_{min} \leq 0.48$; fails above 0.48
S1: Pasture expansion	0.53	0.490–0.565	0.34	Fails throughout 0.35–0.50
S2: Forest-belt conservation	0.57	0.538–0.592	0.70	Passes throughout 0.35–0.50
S3: Integrated organic system	0.73	0.716–0.739	0.78	Passes throughout 0.35–0.50

Note: For each scenario, one of the four dimension weights was set in turn to 0.10, 0.20, 0.30, or 0.40, while the remaining weight was divided equally among the other three dimensions. The reported range is the minimum–maximum index across these 16 illustrative weighting combinations. This sensitivity analysis tests only the arithmetic robustness of the synthetic example and does not validate the scenario scores.



The results are illustrated in Figure 1.

Figure 1 – Synthetic environmental, production, financial, and behavioural-institutional scores used in the worked example. Values are illustrative inputs for demonstrating the assessment framework and are not empirical estimates.

Figure 1 visualises the synthetic scores used in the worked example. S3 has the largest assumed scores across the four dimensions, whereas S1 has an assumed environmental score of 0.34. Because these values were assigned for demonstration rather than estimated from observations, the figure illustrates model behaviour and trade-offs, not measured scenario performance.

Discussion

This study should be interpreted as a methodological proposal. The literature indicates that pasture area alone is insufficient to characterise sustainable grazing because accessibility, water, forage condition, infrastructure, mobility, veterinary services, and institutional conditions also matter

[14, 15, 16]. The framework is designed to bring these factors into a common assessment, but the present article does not quantify them for a representative sample of Kazakhstan's farms.

The synthetic scenarios illustrate a potential trade-off: a scenario can receive favourable production and financial scores while failing an environmental screening rule. In the worked example S1 has $E=0.34$ and therefore fails the assumed $E_{\min}=0.40$. This is not evidence that actual pasture expansion necessarily causes ecological decline; rather, it demonstrates how the framework can prevent economic gains from automatically compensating for a critically low environmental score. Empirical testing should evaluate vegetation loss, erosion, fragmentation, and grazing concentration around water points using observed spatial and field data [17, 18].

The higher environmental score assigned to the forest-belt conservation scenario is also hypothetical. Its purpose is to represent mechanisms described in the literature, including vegetation connectivity, shelter, wind protection, soil protection, and landscape resilience. Whether these benefits occur, and at what magnitude, must be measured for the selected Kazakhstan study area. Conservation measures should therefore be evaluated jointly with water access, grazing rotation, livestock routes, and economic incentives rather than assumed to generate a predetermined index gain [19].

S3 has the highest integrated score in the worked example because the demonstration dataset intentionally assigns it relatively high values across all four dimensions. The value 0.73 is therefore a property of the synthetic input matrix, not an empirical estimate of the effectiveness of an integrated organic system. The methodological implication is narrower: a multidimensional framework can make explicit whether a proposed system balances environmental, production, financial, and behavioural-institutional criteria instead of optimising a single criterion [20].

The behavioural-institutional dimension is retained because adoption cannot be inferred from biophysical suitability alone. Published evidence from Kazakhstan indicates that risk preferences and related behavioural factors are relevant to organic-livestock transition [13]. In a future application, certification costs, market access, technical support, contracts, cooperation, and resource capacity should be measured directly rather than represented by assumed scores.

Once validated with empirical data, the framework could support the classification of pilot farms according to environmental condition and transition readiness. Such classification should be treated as a decision-support output, not as an automatic certification or investment decision. Farms with low environmental scores would first require diagnosis of the limiting indicators, while farms with low readiness scores would require investigation of financial, informational, or institutional barriers.

The principal limitation is that the scenario scores are illustrative rather than observed. No representative farm sample, completed GIS layer stack, cash-flow dataset, or new behavioural survey is analysed here. The equal weights and $E_{\min}=0.40$ threshold are demonstration assumptions. Future validation should report indicator-specific $x_{\min}/x_{\max}$ values, within-dimension weights, alternative aggregation rules, region-specific carrying capacities, discount rates and cash flows, spatial resolution and projection, and uncertainty/sensitivity analyses. Transfer of evidence from Europe, the Mediterranean, the United States, Australia, Africa, and Mexico to Kazakhstan should also be tested rather than assumed because biophysical and institutional conditions differ.

Kazakhstan-specific validation is therefore a substantive requirement rather than a minor data update. The empirical version should use current official national and regional sources for pasture categories and use, protective forest belts, water infrastructure, degradation status, livestock routes, veterinary accessibility, and carrying capacity. Such sources were not supplied for the present methodological manuscript, so unsupported national pasture-area figures have been removed rather than replaced with unverified statistics.

Overall, the worked example shows how the proposed framework can compare coordinated and single-focus strategies without allowing an assumed environmental failure to be hidden by stronger scores elsewhere. It does not establish which strategy is empirically preferable for Kazakhstan. That question requires application of the framework to specified territories and farms using transparent spatial, ecological, production, financial, and survey data.

Conclusion

This study proposes an integrated spatial-economic framework for future assessment of organic livestock development in Kazakhstan's pasture and forest-belt landscapes. The framework combines spatial-environmental, production, financial, and behavioural-institutional dimensions and adds an environmental eligibility rule to limit full compensation between ecological and economic performance.

The article does not estimate national pasture availability or report a completed GIS/economic assessment. Instead, it specifies the data architecture required for empirical application, including land-cover and forest-belt layers, water and infrastructure access, carrying capacity, farm production records, cash-flow variables, and farmer-readiness data.

The four scenario scores (0.50, 0.53, 0.57, and 0.73) are synthetic worked-example values. They demonstrate index calculation, environmental screening, and trade-off interpretation but should not be read as measured scenario effects. Their purpose is methodological transparency.

The framework is designed to test combinations of rotational grazing, stocking control, forest-belt conservation, water access, certification, training, market arrangements, and risk-management measures once empirical inputs are available. The relative contribution of these measures remains an empirical question.

Future studies should validate the framework in clearly defined Kazakhstan study areas, justify normalisation ranges and thresholds, estimate economic cash flows over stated horizons, derive weights from data or stakeholders, and conduct sensitivity and uncertainty analysis. Only after such validation should the framework be used to support farm or territorial prioritisation.

References

1. Fischer J., Stott J., Zerger A., Warren G., Sherren K., Forrester R. Reversing a tree regeneration crisis in an endangered ecoregion // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2009. – Vol. 106, No. 25. – P. 10386–10391. – DOI: 10.1073/pnas.0900110106.
2. Reeves M.C., Mitchell J. A synoptic review of U.S. rangelands: a technical document supporting the Forest Service 2010 RPA Assessment. – Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2012. – DOI: 10.2737/RMRS-GTR-288.
3. Dixon A., Faber-Langendoen D., Josse C., Morrison J.C., Loucks C. Distribution mapping of world grassland types // *Journal of Biogeography*. – 2014. – Vol. 41, No. 11. – P. 2003–2019. – DOI: 10.1111/jbi.12381.
4. Moreno G., Aviron S., Berg S., Crous-Durán J., Franca A., Jalón S.G. de, Hartel T., Mirck J., Pantera A., Palma J.H.N., Paulo J.A., Re G.A., Sanna F., Thénail C., Varga A., Viaud V., Burgess P. Agroforestry systems of high nature and cultural value in Europe: provision of commercial goods and other ecosystem services // *Agroforestry Systems*. – 2017. – Vol. 92, No. 4. – P. 877–891. – DOI: 10.1007/s10457-017-0126-1.
5. Schaich H., Kizos T., Schneider S., Plieninger T. Land change in Eastern Mediterranean wood-pasture landscapes: the case of deciduous oak woodlands in Lesvos (Greece) // *Environmental Management*. – 2015. – Vol. 56, No. 1. – P. 110–126. – DOI: 10.1007/s00267-015-0496-y.
6. Santos M.J., Thorne J.H. Comparing culture and ecology: conservation planning of oak woodlands in Mediterranean landscapes of Portugal and California // *Environmental Conservation*. – 2010. – Vol. 37, No. 2. – P. 155–168. – DOI: 10.1017/S0376892910000238.
7. Statuto D., Cillis G., Picuno P. Using historical maps within a GIS to analyze two centuries of rural landscape changes in Southern Italy // *Land*. – 2017. – Vol. 6, No. 3. – Art. 65. – DOI: 10.3390/land6030065.
8. Radford J.Q., Maisey A.C., Rainsford F.W., Sutton G.J., O'Brien D., Lawrence R., Semmler I., Ogilvy S. Farm-scale natural capital accounting: unlocking the potential of natural capital to support sustainable agriculture // *Methods in Ecology and Evolution*. – 2026. – Vol. 17, No. 5. – P. 1434–1461. – DOI: 10.1111/2041-210X.70245.
9. Ogilvy S., O'Brien D., Gardner M. A natural capital accounting framework to communicate the environmental credentials of individual wool-producing businesses // *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*. – 2022. – Vol. 13, No. 4. – P. 765–802. – DOI: 10.1108/SAMPJ-06-2021-0191.
10. Seddon J., Bathgate A.D., Briggs S., Davies M., Doyle S., Drielsma M., Zerger A., Gibbons P., Hacker R.B. Comparing regional biodiversity benefits of investment strategies for land-use change // *Geographical Research*. – 2010. – Vol. 49, No. 2. – P. 132–152. – DOI: 10.1111/j.1745-5871.2010.00682.x.
11. Grala K. Spatial analysis for the vegetation management of the Platt District, Chickasaw National Recreation Area: master's thesis. – Ames: Iowa State University, 2004. – DOI: 10.31274/rtd-20201023-107.

12. Gurgel A., Narayan K.B., Reilly J., Gao X., Vernon C., Morris J., Schlosser A., Paltsev S. Future spatially explicit patterns of land transitions in the United States with multiple stressors // *Earth's Future*. – 2025. – Vol. 13. – e2024EF005016. – DOI: 10.1029/2024EF005016.
13. Wang S., Dulatbay Y., Sun P., Yessengaliyeva S., Ling T.J., Kozhayeva A., Sugirbay A., Begeyeva M., Nartay B. The role of risk preferences in transitioning to organic livestock farming: evidence from Kazakhstan // *International Journal of Agriculture and Biosciences*. – 2026. – Vol. 15, No. 1. – P. 354–363. – DOI: 10.47278/journal.ijab/2025.191.
14. Nielsen A.B. Using pollen data and models to assess landscape structure and the role of grazers in pre-agricultural Denmark // *Ancient Woodlands and Trees: A Guide for Landscape Planners and Forest Managers*. – Ankara: Turkish Academy of Sciences, 2018. – P. 241–247. – DOI: 10.53478/TUBA.2018.015.
15. Nori M. Assessing the Policy Frame in Pastoral Areas of Sub-Saharan Africa (SSA). – Robert Schuman Centre for Advanced Studies Research Paper No. RSC 2022/03. – 2022. – 31 p. – DOI: 10.2139/ssrn.4071572.
16. Legese B., Kalura P., Degife A., Godana G., Chamara J. Integrating GIS and multi-criteria analysis for sustainable livestock grazing: a holistic assessment of biophysical and socio-economic determinants in semi-arid Dawa Watershed of Ethiopia // *Land Degradation & Development*. – 2025. – Vol. 36, No. 13. – P. 4626–4642. – DOI: 10.1002/ldr.5658.
17. Kerven C., Robinson S., Behnke R.H. Pastoralism at scale on the Kazakh rangelands: from clans to workers to ranchers // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. – 2021. – Vol. 4. – Art. 590401. – DOI: 10.3389/fsufs.2020.590401.
18. Ickowicz A., Moulin C.H. Livestock grazing systems and sustainable development in the Mediterranean and tropical areas: recent knowledge on their strengths and weaknesses. – Versailles: Éditions Quae, 2023. – 203 p. – DOI: 10.35690/978-2-7592-3711-1.
19. Nahed-Toral J., Tecpoyotl Z.G.L., Jiménez J., Cano D.G., Delgadillo-Puga C. Compliance of goat farming under extensive grazing with the organic standards and its contribution to sustainability in Puebla, Mexico // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13, No. 11. – Art. 6293. – DOI: 10.3390/su13116293.
20. Paul B.K., Mutegi J., Wironen M., Wood S.A., Peters M., Nyawira S.S., Misiko M.T., Dutta S., Zingore S., Oberthür T., Notenbaert A., Cook S. Livestock solutions to regenerate soils and landscapes for sustainable agri-food systems transformation in Africa // *Outlook on Agriculture*. – 2023. – Vol. 52, No. 2. – P. 103–115. – DOI: 10.1177/00307270231179747.

Е.А. Дулатбай

«Шәкәрім университеті», 071410, Қазақстан, Семей, Глинка 20А

*e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖАЙЫЛЫМДЫҚ ЖӘНЕ ҚОРҒАНЫШ ОРМАН ЖОЛАҚТАРЫ
ЛАНДШАФТАРЫНДА ОРГАНИКАЛЫҚ МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ДАМУДЫҢ
ТҰЖЫРЫМДАМАЛЫҚ НЕГІЗІ: ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН КЕҢІСТІКТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ
ТӘСІЛ**

Органикалық мал шаруашылығын тұрақты дамыту экологиялық қауіпсіздікті, өндірістік нәтижелілікті, экономикалық орындылықты және фермерлердің көшуге дайындығын бірге бағалауды талап етеді. Бұл әдістемелік жұмыста Қазақстанның жайылымдық және қорғаныш орман жолақтары бар ландшафттарында органикалық мал шаруашылығын бағалауға арналған интеграцияланған кеңістіктік-экономикалық негіз ұсынылады. Тәсіл кеңістіктік-экологиялық, өндірістік, қаржылық және мінез-құлықтық-институционалдық өлшемдерді біріктіреді және экологиялық сәтсіздіктің жоғары қаржылық көрсеткіштермен толық өтелуіне жол бермейтін экологиялық жарамдылық шартын енгізеді. Төрт гипотетикалық сценарий есептеу тәртібін көрсету үшін ғана пайдаланылды. Иллюстрациялық есепте төрт өлшемге бірдей салмақ беріліп, экологиялық жарамдылық шегі өтемдік емес сүзгі ретінде қарастырылды. Әдістемені нақты қолдану кезінде көрсеткіштер шаруашылық және ветеринариялық есептер, нарықтық бағалар, кадастрлық деректер, қашықтан зондтау материалдары және фермерлер сауалнамасы негізінде қалыптастырылуы тиіс. Салмақтар мен шекті мәндер нақты өңірдің жайылым сыйымдылығы мен экологиялық жағдайына сәйкес негізделіп,

нәтижелер сезімталдық талдауымен тексерілуі қажет. 0,50; 0,53; 0,57 және 0,73 индекстері нақты шаруашылықтардан алынған эмпирикалық нәтижелер емес, иллюстрациялық мәндер. Ұсынылған негіз болашақта шаруашылық деңгейіндегі деректермен, GIS талдауымен, экономикалық есептермен және фермерлер сауалнамасымен тексерілуі тиіс.

Түйінді сөздер: органикалық мал шаруашылығы; жайылымдарды басқару; қорғаныш орман жолақтары; тұжырымдамалық негіз; кеңістіктік-экономикалық тәсіл; экологиялық шек; Қазақстан.

Е.А. Дулатбай

«Шәкәрім университет», 071410, Казахстан, Семей, Глинка 20А

*e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ОСНОВА РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЖИВОТНОВОДСТВА В ПАСТИЩНЫХ ЛАНДШАФТАХ И ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОПОЛОСАХ КАЗАХСТАНА: ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Устойчивое развитие органического животноводства требует совместной оценки экологических ограничений, производственных результатов, экономической осуществимости и готовности фермеров к переходу. В данной методологической работе предлагается интегрированная пространственно-экономическая основа для будущей оценки органического животноводства в пастбищных ландшафтах и защитных лесополосах Казахстана. Подход объединяет пространственно-экологическое, производственное, финансовое и поведенческо-институциональное измерения и вводит условие экологической приемлемости, не позволяющее полностью компенсировать критическую экологическую неэффективность высокими экономическими показателями. Четыре гипотетических сценария используются исключительно для демонстрации расчета. В демонстрационном примере четырём измерениям присвоены равные веса, а экологический порог используется как некомпенсируемый фильтр. При практическом применении показатели должны формироваться по данным хозяйственного и ветеринарного учета, рыночным ценам, кадастровым сведениям, материалам дистанционного зондирования и опросам фермеров. Веса и пороговые значения необходимо обосновывать для конкретного региона, а устойчивость результатов проверять анализом чувствительности. Индексы 0,50; 0,53; 0,57 и 0,73 являются иллюстрационными, а не эмпирическими оценками. Предлагаемая основа требует последующей проверки на данных хозяйств, GIS-материалах, экономических расчетах и опросах фермеров.

Ключевые слова: органическое животноводство; управление пастбищами; защитные лесополосы; концептуальная основа; пространственно-экономический подход; экологический порог; Казахстан.

Information about the authors

Dulatbay Yerassyl – PhD, NJSC «Shakarim University», 071410, Kazakhstan, Semey, Glinka str. 20A, e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3799-593X>

Авторлар туралы мәлімет

Дулатбай Ерасыл Алтайұлы - PhD, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Глинка 20 А, e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3799-593X>

Сведения об авторах

Дулатбай Ерасыл Алтайұлы - PhD, НАО «Шәкәрім университет», 071410, Казахстан, Семей, Глинка 20 А, e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3799-593X>

Поступила в редакцию 02.09.2026

Поступила после доработки 22.09.2026

Принята к публикации 29.09.2026

DOI:
FTAXP: 68.39.29

А.А. Ахметова*

«ҚР АШМ Агроөнеркәсіптік кешендегі мемлекеттік инспекция комитетінің Абай облысы бойынша аумақтық инспекциясы» ММ, 071412, Қазақстан, Абай облысы, Семей қ., Павлодарская көшесі, 106А

*e-mail: aizhanahmetova250587@gmail.com

ТҰҚЫМ САПАСЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа: Қазіргі ауыл шаруашылығы өндірісінде жоғары және тұрақты өнім алудың негізгі алғышарттарының бірі – сапалы тұқымдық материалды тиімді пайдалану. Тұқымның физиологиялық, биологиялық және шаруашылықтық сапасы өсімдіктердің өну жылдамдығына, егістіктің біркелкі қалыптасуына, бастапқы даму қарқынына және кейінгі өнімділік әлеуетінің жүзеге асуына тікелей ықпал етеді. Зерттеудің негізгі мақсаты – ауыл шаруашылығы дақылдарының, соның ішінде бидайдың өнімділігіне әсер ететін тұқым сапасының негізгі көрсеткіштерін анықтап, олардың практикалық маңызын ғылыми және статистикалық деректер негізінде бағалау. Жұмысты орындау барысында ғылыми әдебиеттерді талдау, салыстырмалы бағалау, статистикалық мәліметтерді жүйелеу және жарияланған зерттеу нәтижелерін жинақтау әдістері қолданылды. Қазақстан Республикасының 2025 жылғы ресми деректеріне сәйкес, егіс науқанына 2,3 млн тонна тұқым дайындалып, тексерілген тұқымның 99%-ы кондициялық деп танылған. Ғылыми зерттеулерде ірі фракциялы бидай тұқымдарының өсу қуаты 90,26%-ға жеткен, ал жекелеген қоректену нұсқаларында егістікке шығу көрсеткіші 94,74%-ды құраған. Алынған нәтижелер тұқым сапасын алдын ала бағалау, жоғары репродукциялы тұқымдарды пайдалану және оларды сақтау технологиясын сақтау ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттырудың маңызды шарттары екенін көрсетеді.

Кілт сөздер: тұқым сапасы; өнгіштік; өсу қуаты; бидай; өнімділік; тұқым шаруашылығы; сорттық тазалық; егістікке шығу.

КІРІСПЕ

Ауыл шаруашылығы – халықты азық-түлікпен, өнеркәсіпті ауыл шаруашылығы шикізатымен қамтамасыз ететін экономиканың маңызды салаларының бірі. Ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігі мен тұрақтылығы ең алдымен өсімдік шаруашылығы өнімдерінің көлемі мен сапасына байланысты. Қазіргі кезеңде халық санының өсуі, азық-түлікке деген сұраныстың артуы, климаттың өзгеруі, топырақ құнарлылығының төмендеуі және өндірістік ресурстар құнының өсуі ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттырудың тиімді жолдарын іздеуді қажет етеді. Осыған байланысты өсімдік шаруашылығында қолданылатын технологиялық шаралардың әрқайсысын ғылыми негізде жетілдіру өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Дақылдардың өнімділігін қалыптастыратын факторлар көп болғанымен, олардың ішінде тұқымдық материалдың сапасы ерекше орын алады. Себебі тұқым өсімдіктің жаңа ұрпағын қалыптастыратын негізгі биологиялық материал болып саналады. Егістікке енгізілген тұқымның сапасы өсімдіктің бастапқы өсу кезеңінен бастап оның бүкіл вегетациялық кезеңіндегі дамуына әсер етуі мүмкін. Өнгіштігі жоғары, физиологиялық тұрғыдан толық жетілген және сорттық тазалығы сақталған тұқымдар қолайлы жағдай қалыптасқан кезде біркелкі өскін беруге мүмкіндік жасайды. Ал сапасы төмен тұқымдарды пайдалану егістіктің сиреуіне, өскіндердің біркелкі қалыптаспауына, өсімдіктер арасындағы бәсекелестіктің өзгеруіне және нәтижесінде өнімділік әлеуетінің толық жүзеге аспауына алып келуі ықтимал [1–2].

Тұқым сапасы ұғымы бір ғана көрсеткішпен шектелмейді. Оның негізгі сипаттамаларына зертханалық өнгіштік, өсу қуаты, тұқымның тазалығы, сорттық тазалығы, ылғалдылығы, 1000 тұқымның массасы, тұқымның ірілігі мен біркелкілігі, сондай-ақ аурулар мен зиянкестердің әсер ету деңгейі жатады. Осы көрсеткіштердің жиынтығы тұқымның егістік жағдайында

қаншалықты тиімді өнетінін және өсімдіктің бастапқы даму кезеңін қаншалықты қамтамасыз ете алатынын анықтайды. Сондықтан тұқымды себуге дайындау кезінде оның тек зертханалық өнгіштігін емес, жалпы физиологиялық жағдайын кешенді түрде бағалау қажет [3].

Тұқымның өнгіштігі – белгілі бір жағдайларда өніп, қалыпты өскін қалыптастыру қабілетін сипаттайтын негізгі көрсеткіштердің бірі. Бұл көрсеткіш жоғары болған сайын егістікке қажетті өсімдік санын қалыптастыру мүмкіндігі артады. Дегенмен зертханалық жағдайда анықталған өнгіштік көрсеткіші нақты далалық жағдайдағы өсімдіктердің пайда болуын толық сипаттай бермейді. Себебі егістік жағдайында тұқымның өнуіне топырақ температурасы, ылғалдылық, себу тереңдігі, топырақтың механикалық құрамы, қоректік элементтердің мөлшері және басқа да факторлар әсер етеді. Осы себепті тұқымның өсу қуаты мен егістікке шығу көрсеткіштерін де ескеру маңызды [4–6].

Өсу қуаты тұқымның қолайсыз немесе өзгермелі жағдайларда тез және біркелкі өскін қалыптастыру қабілетін сипаттайды. Ауыл шаруашылығы дақылдарын ерте көктемде себу кезінде топырақ температурасының төмен болуы, ылғалдың жеткіліксіздігі немесе оның шамадан тыс болуы тұқымның өну процесіне әсер етуі мүмкін. Мұндай жағдайда өсу қуаты жоғары тұқымдардың артықшылығы байқалады. Олар қолайсыз жағдайларға төзімдірек болып, өскіндерді қысқа мерзім ішінде қалыптастыруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде егістіктегі өсімдіктердің даму кезеңдері біркелкі өтіп, агротехникалық іс-шараларды тиімді жүргізуге жағдай қалыптасады.

Тұқымның физикалық сапасы да ауыл шаруашылығы өндірісінің нәтижесіне ықпал ететін маңызды факторлардың бірі болып табылады. Тұқымның ірілігі, толықтығы және 1000 тұқым массасы оның құрамындағы қоректік заттардың мөлшерімен байланысты. Ірі әрі толық тұқымдарда өскіннің бастапқы дамуына қажетті қоректік заттардың қоры жеткілікті болуы мүмкін. Бұл тамыр жүйесінің қалыптасуына және өсімдіктің алғашқы даму кезеңіндегі өсу қарқынына оң ықпал етеді. Дегенмен тұқым мөлшері өнімділікті анықтайтын жалғыз фактор емес, сондықтан оны тұқымның физиологиялық және генетикалық сапасымен бірге қарастыру қажет [5, 7–9].

Тұқымның сорттық тазалығы да ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігі мен өнім сапасына әсер ететін маңызды көрсеткіш болып саналады. Белгілі бір сортқа тән генетикалық қасиеттердің сақталуы оның өнімділік әлеуетін, пісу мерзімін, аурулар мен қолайсыз орта жағдайларына төзімділігін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Сорттық тазалығы төмен тұқым пайдаланылған жағдайда егістіктегі өсімдіктердің биологиялық ерекшеліктері әркелкі болуы мүмкін. Мұндай жағдайда өсімдіктердің пісу мерзімі, биіктігі, ауруларға төзімділігі және өнім қалыптастыру ерекшеліктері бойынша айырмашылықтар пайда болады. Сондықтан сапалы тұқым өндіруде сорттық тазалықты сақтау маңызды міндеттердің бірі болып табылады.

Қазақстан жағдайында тұқым сапасының мәселесі ауыл шаруашылығы өндірісінің табиғи-климаттық ерекшеліктеріне байланысты ерекше маңызға ие. Республика аумағының кең болуы және топырақ-климаттық жағдайлардың әртүрлілігі ауыл шаруашылығы дақылдарының өсіп-жетілуіне әртүрлі талаптар қояды. Солтүстік өңірлерде дәнді дақылдар өндірісінде температура мен ылғалдың арақатынасы маңызды болса, оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарда суару мүмкіндігі, жоғары температура және топырақтың тұздануы сияқты факторлар маңызды рөл атқарады. Шығыс Қазақстан жағдайында да температуралық режим, топырақ ерекшеліктері және ылғалмен қамтамасыз етілу деңгейі тұқымның өнуіне және өсімдіктің бастапқы дамуына ықпал етеді.

Қазақстанда ауыл шаруашылығы өндірісінің негізгі бағыттарының бірі – дәнді және дәнді-бұршақты дақылдар өсіру. Олардың ішінде бидайдың экономикалық маңызы жоғары. Бидай өнімділігінің қалыптасуы тұқым сапасымен қатар, сорт ерекшелігіне, топырақ құнарлылығына, минералдық қоректенуге, ылғалмен қамтамасыз етілуіне, себу мерзіміне және өсімдіктерді қорғау шараларына тәуелді. Сондықтан жоғары өнім алу үшін аталған факторлардың барлығын біртұтас агротехнологиялық жүйе ретінде қарастыру қажет.

Қазақстанда тұқым сапасын бақылау мемлекеттік деңгейде жүргізіледі. 2025 жылғы ресми мәлімет бойынша республикада егіс науқанына 2,3 млн тонна тұқым дайындалған. Сараптамаға 2,1 млн тонна тұқым ұсынылып, оның 1,9 млн тоннасы тексерілген. Тексерілген тұқымның 99%-ы кондициялық деп танылған [1]. Бұл мәліметтер тұқым сапасын бақылау жүйесінің ауқымын және ауыл шаруашылығы өндірісін сапалы тұқыммен қамтамасыз етудің маңызын көрсетеді.

Тұқым шаруашылығының тиімділігі тек тұқымның сапасын тексерумен шектелмейді. Жоғары сапалы тұқым алу үшін сорттарды дұрыс таңдау, бастапқы тұқымдық материалды сақтау, элиталық және жоғары репродукциялы тұқымдарды өндіру, тұқымды жинаудан кейінгі өңдеу және сақтау технологияларын сақтау қажет. Бұл шаралар тұқымның генетикалық және физиологиялық қасиеттерін сақтауға мүмкіндік береді.

Қазақстанда отандық селекция сорттарын өндіріске енгізу және сапалы тұқым өндірісін арттыру бағытында жұмыстар жүргізілуде. 2025 жылы Ұлттық аграрлық ғылыми-білім беру орталығы жүйесінде 60 мың тоннадан астам суперэлиталық, элиталық және жоғары репродукциялы тұқым өндірілген. Сонымен қатар әртүрлі топырақ-климаттық жағдайларға бейімделген отандық селекцияның 236 сорты ұсынылған [2]. Бұл көрсеткіштер тұқым шаруашылығының ғылыми және өндірістік маңызын айқындайды.

Тұқым сапасы мен өнімділіктің өзара байланысы көптеген ғылыми зерттеулерде қарастырылған. Бидай тұқымының сапасына жүргізілген зерттеулердің бірінде тұқым фракциясының мөлшері мен қоректену жағдайының өну және кейінгі өнім көрсеткіштеріне ықпалы зерттелген. Зерттеу нәтижесінде ірі фракциялы тұқымдардың өсу қуаты 90,26% болған. Сонымен бірге жекелеген қоректену нұсқаларында келесі ұрпақтың егістікке шығу көрсеткіші 93,36–94,74% аралығында тіркелген, ал бақылау нұсқасында бұл көрсеткіш 87,20% болған [3]. Бақылау мен ең жоғары нәтиже арасындағы айырмашылық 7,54 пайыздық пунктті құраған.

Бұл нәтижелер тұқымның физиологиялық сапасы мен оның кейінгі даму көрсеткіштері арасында белгілі бір байланыс бар екенін көрсетеді. Алайда тұқым сапасының өнімділікке әсерін бір ғана фактор арқылы бағалау жеткіліксіз. Далалық өнімділік көптеген факторлардың бірлескен әсерінен қалыптасады. Сондықтан ғылыми тұрғыдан тұқым сапасын агротехнологияның басқа элементтерімен байланыста зерттеу қажет.

Тұқым сапасын арттырудың экономикалық маңызы да жоғары. Сапалы тұқым біркелкі өскін қалыптастырып, қажетті өсімдік тығыздығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Ал өнгіштігі төмен тұқым қолданылған жағдайда шаруашылық тұқым себу мөлшерін көбейтуге мәжбүр болуы мүмкін. Бұл жағдайда тұқымдық материалға жұмсалатын шығын артады. Сонымен бірге сирек егістік арамшөптердің өсуіне қолайлы жағдай жасап, өсімдіктердің қоректік заттар, су және жарық үшін бәсекелестігін өзгертуі мүмкін. Осы тұрғыдан алғанда сапалы тұқым пайдалану өнімділікті ғана емес, өндірістің экономикалық тиімділігін де арттыруға ықпал етеді [10].

Тұқым сапасын сақтау мәселесі де ерекше назар аударуды қажет етеді. Тұқым жиналғаннан кейінгі кезеңде оның ылғалдылығы, температурасы және қоймадағы сақтау жағдайы дұрыс бақыланбаса, өнгіштік пен өсу қуаты төмендеуі мүмкін. Жоғары ылғалдылық микроорганизмдердің дамуына және тұқымның физиологиялық қартаюына жағдай жасайды. Сондықтан тұқымды сақтау кезінде қойма жағдайын жүйелі бақылау, тұқым партияларын тазалау және қажет болған жағдайда қосымша зертханалық тексеру жүргізу маңызды.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі осымен түсіндіріледі: ауыл шаруашылығында өнімділікті арттыру үшін жоғары өнімді сорттарды енгізу жеткіліксіз, сонымен қатар олардың сапалы тұқымдық материалын пайдалану қажет. Сапалы тұқым сорттың генетикалық әлеуетін тиімді іске асыруға мүмкіндік беретін бастапқы фактор ретінде қарастырылады.

Осыған байланысты зерттеудің мақсаты – ауыл шаруашылығы дақылдарының, соның ішінде бидайдың өнімділігіне әсер ететін тұқым сапасының негізгі көрсеткіштерін ғылыми және статистикалық деректер негізінде талдау және олардың практикалық маңызын бағалау.

Зерттеу мақсатына сәйкес келесі міндеттер қойылды:

1. ауыл шаруашылығы дақылдары тұқымының негізгі сапалық көрсеткіштерін сипаттау;
2. тұқымның өнгіштігі мен өсу қуатының өсімдіктің бастапқы дамуына әсерін талдау;
3. тұқымның физикалық және сорттық сапасының маңызын анықтау;
4. Қазақстандағы тұқым сапасын бақылау бойынша ресми статистикалық көрсеткіштерді қарастыру;
5. ғылыми зерттеулердегі нақты сандық көрсеткіштер негізінде тұқым сапасы мен егістікке шығу арасындағы байланысты бағалау;
6. сапалы тұқым пайдаланудың ауыл шаруашылығы өндірісіндегі практикалық маңызын анықтау.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы тұқым сапасының бірнеше негізгі көрсеткішін Қазақстандағы қазіргі ресми мәліметтермен және бидай тұқымына жүргізілген ғылыми зерттеу нәтижелерімен байланыстыра отырып қарастырудан тұрады. Зерттеу нәтижелері тұқым сапасын бағалаудың ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін арттырудағы маңызын жүйелі түрде түсіндіруге мүмкіндік береді.

Зерттеудің практикалық маңызы алынған нәтижелерді тұқымдық материалды таңдау, тұқым сапасын бақылау және ауыл шаруашылығы дақылдарын себуге дайындау кезінде пайдалануға болатындығымен сипатталады. Сапалы тұқымды дұрыс таңдау және оны сақтау талаптарын орындау егістіктің біркелкі қалыптасуына, өсімдіктердің бастапқы даму жағдайын жақсартуға және өнімділік әлеуетін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу әдеби-талдамалық сипатта жүргізілді. Зерттеу материалы ретінде ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқым сапасына арналған ғылыми жарияланымдар, Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылығы саласындағы ресми статистикалық және ақпараттық материалдары пайдаланылды.

Зерттеу барысында салыстырмалы талдау, ғылыми ақпаратты жүйелеу, статистикалық деректерді жинақтау және көрсеткіштер арасындағы байланысты сапалық бағалау әдістері қолданылды.

Негізгі зерттеу нысаны ретінде ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқымдық материалы, оның ішінде бидай тұқымы алынды.

Тұқым сапасын сипаттайтын негізгі көрсеткіштер ретінде:

- өнгіштік;
- өсу қуаты;
- егістікке шығу;
- сорттық тазалық;
- тұқымның физикалық сапасы;
- фитосанитарлық жағдайы қарастырылды.

Зерттеуде автордың жеке далалық тәжірибесінің нәтижелері қолданылған жоқ. Сандық мәліметтер жарияланған ғылыми зерттеулерден және Қазақстан Республикасының ресми ақпарат көздерінен алынды.

Нәтижелер және талқылау

Қазақстандағы тұқым қоры және оның сапасы

Қазақстанда ауыл шаруашылығы өндірісін тұқыммен қамтамасыз ету мемлекеттік аграрлық саясаттың маңызды бағыттарының бірі болып табылады.

2025 жылғы егіс науқанына республика бойынша 2,3 млн тонна тұқым дайындалған. Оның ішінде 2,1 млн тоннасы толық сараптамаға тапсырылып, 1,9 млн тоннасы тексерілген. Тексерілген тұқымның 99%-ы кондициялық деп танылған [1].

Бұл көрсеткішті пайыздық түрде талдағанда, 1,9 млн тонна тексерілген тұқымның шамамен 1%-ы белгіленген талаптарға сәйкес келмеген немесе қосымша шараларды қажет еткен деп бағалауға болады. Абсолюттік есепте бұл шамамен:

$$1\,900\,000 \times 0,01 = 19\,000 \text{ тонна.}$$

Демек, тексерілген тұқым көлемінің шамамен 19 мың тоннасы сапа талаптарына толық сәйкес келмеуі мүмкін.

Тиісті деректер 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Қазақстандағы 2025 жылғы тұқым дайындау және бақылау көрсеткіштері

Көрсеткіш	Мөлшері
Тұқымға жалпы қажеттілік	2,3 млн т
Сараптамаға тапсырылғаны	2,1 млн т
Тексерілгені	1,9 млн т
Кондициялық тұқым үлесі	99%
Тексерілген тұқымның шартты түрде кондициялық емес бөлігі	≈1%

Дерек: Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің ресми мәліметтері [1].

Кестеден көрінгендей, республикадағы тұқым қорының басым бөлігі сапа талаптарына сәйкес келеді. Бұл ауыл шаруашылығы дақылдарын уақтылы және сапалы себуге қажетті материалдық базаның қалыптасқанын көрсетеді.

Тұқымның өсу қуаты және егістікке шығуы

Өнгіштік көрсеткіші тұқымның сапасын сипаттайтын маңызды белгі болғанымен, оның егістік жағдайындағы әлеуетін толық көрсетпейді. Сондықтан тұқымның өсу қуаты мен егістікке шығу көрсеткіштерін бірге қарастыру қажет.

Бидай тұқымының сапасына арналған ғылыми зерттеуде тұқым мөлшерінің өсу қуатына әсері зерттелген. Нәтижесінде ірі фракциялы тұқымдардың өсу қуаты 90,26% болған.

Зерттеуде қоректік элементтермен қамтамасыз етудің әртүрлі нұсқалары да қарастырылған. Кейбір 2:1:1 NPK нұсқаларында келесі ұрпақтың егістікке шығуы 93,36–94,74% аралығында болған. Бақылау нұсқасында бұл көрсеткіш 87,20% құраған (Кесте 2).

Кесте 2 – Қысқы бидай тұқымының егістікке шығу көрсеткіштері

Нұсқа	Егістікке шығу, %
Бақылау	87,20
PK нұсқалары	90,26–92,48
2:1:1 NPK нұсқалары	93,36–94,74

Бақылау және ең жоғары нәтиже арасындағы айырмашылық:

$94,74 - 87,20 = 7,54$ пайыздық пункт.

Салыстырмалы түрде есептегенде:

$7,54 / 87,20 \times 100 = 8,65\%$.

Яғни зерттеуде қарастырылған ең жоғары көрсеткіш бақылау нұсқасынан шамамен 8,65% жоғары болған.

Бұл нәтиже тұқым сапасы мен оның қалыптасу жағдайларының өсімдіктің келесі ұрпағының егістікке шығуына ықпал ететінін көрсетеді. Дегенмен бұл айырмашылықты тек тұқым сапасымен байланыстыруға болмайды, өйткені зерттеу жағдайында қоректену деңгейі де өзгертілген.

Тұқым мөлшерінің маңызы

Тұқымның физикалық өлшемдері де оның физиологиялық қасиеттерімен байланысты болуы мүмкін. Ірі тұқымдарда қоректік заттардың қоры салыстырмалы түрде жоғары болғандықтан, өну барысында өскіннің бастапқы дамуына қажетті ресурстар жеткілікті болуы ықтимал.

Зерттеу нәтижесінде ірі тұқым фракцияларының өсу қуаты 90,26% болғаны анықталған. Сонымен қатар зерттеушілер тұқым мөлшерінің артуы келесі ұрпақтың егістікке шығу көрсеткіштерінің жақсаруымен байланысты болғанын хабарлаған (Кесте 2).

Бұл мәліметтер тұқым дайындау кезінде тұқымдарды фракцияларға бөлу және іріктеу технологияларының практикалық маңызын көрсетеді.

Алайда ірі тұқым әрқашан жоғары өнімділікке автоматты түрде кепілдік бермейді. Тұқымның сапасы оның генетикалық ерекшелігімен, физиологиялық жетілуімен, сақтау жағдайымен және ауру қоздырғыштарымен зақымдану деңгейімен бірге бағалануы тиіс.

Сорттық тазалықтың өнімділікке ықпалы

Сорттық тазалық тұқым сапасының генетикалық компонентін сипаттайды. Сорттық тазалықтың жоғары болуы егістіктегі өсімдіктердің биологиялық біркелкілігін сақтауға мүмкіндік береді.

Қазақстандағы ресми талаптар бойынша тұқымның сорттық тазалығы оның санатына байланысты белгіленеді. Жоғары репродукциялы және элиталық тұқымдарды өндіру барысында сорттық сәйкестік пен тұқым сапасын сақтау маңызды.

Сорттық тазалық төмендеген жағдайда егістікте әртүрлі биологиялық қасиеттерге ие өсімдіктердің үлесі артуы мүмкін. Бұл пісу мерзімдерінің әркелкілігіне, ауруларға төзімділік деңгейінің өзгеруіне және өнім сапасының тұрақсыздануына ықпал етуі ықтимал.

Сондықтан жоғары өнімді сортты таңдау жеткіліксіз. Оның тұқымдық материалындағы сорттық қасиеттердің сақталуы да маңызды.

Тұқым сапасы және экономикалық тиімділік

Тұқым сапасын бағалау тек биологиялық тұрғыдан емес, экономикалық жағынан да маңызды.

Өнгіштігі төмен тұқым пайдаланылған кезде қажетті өсімдік санын қамтамасыз ету үшін себу мөлшерін көбейту қажет болуы мүмкін. Бұл тұқымға жұмсалатын шығынды арттырады.

Мысалы, шаруашылыққа 100 гектар егістікке 200 кг/га тұқым қажет делік. Жалпы қажеттілік:

$$100 \times 200 = 20\,000 \text{ кг} = 20 \text{ тонна.}$$

Егер сапалы тұқымның тиімді өнгіштігі жоғары болып, себу мөлшерін 10%-ға азайтуға мүмкіндік берсе, шартты түрде:

$$20 \times 0,10 = 2 \text{ тонна}$$

тұқым үнемделуі мүмкін.

Алайда мұндай есеп нақты өндірістік жағдайда тұқымның зертханалық өнгіштігіне, егістікке шығуына, 1000 тұқым массасына, себу мерзіміне және топырақ жағдайына байланысты қайта есептелуі тиіс.

Осыдан тұқым сапасын алдын ала анықтау тек агрономиялық емес, экономикалық шешім қабылдау үшін де қажет екенін көруге болады.

Қазақстандағы отандық тұқым шаруашылығы

Қазақстанда сапалы отандық тұқым өндірісін арттыруға да көңіл бөлінуде.

2025 жылы Ұлттық аграрлық ғылыми-білім беру орталығы жүйесінде 60 мың тоннадан астам суперэлиталық, элиталық және жоғары репродукциялы тұқым өндірілген. Сонымен қатар әртүрлі топырақ-климаттық жағдайларға бейімделген отандық селекцияның 236 сорты ұсынылған (Кесте 3).

Кесте 3 – Қазақстандағы отандық тұқым өндірісінің кейбір көрсеткіштері

Көрсеткіш	2025 жылғы мәлімет
Жоғары санатты тұқым өндірісі	>60 мың т
Ұсынылған отандық сорттар	236
Қазақстандық селекция сорттарының егістік көлемінің өсуі	>11 мың га
Жалпы өнім көлемінің өсуі	≈9 мың т

Бұл көрсеткіштер Қазақстанда тұқым шаруашылығының тек ауыл шаруашылығы өндірісін қамтамасыз ететін сала емес, сонымен бірге селекция мен ғылыми зерттеулердің нәтижелерін өндіріске енгізудің маңызды тетігі екенін көрсетеді.

Тұқым сапасын сақтау мәселелері

Тұқымның бастапқы сапасы жоғары болғанымен, дұрыс сақталмаған жағдайда оның физиологиялық қасиеттері төмендеуі мүмкін. Сондықтан тұқым сапасын қамтамасыз ету жүйесі жинау кезеңінен бастап себуге дейін жалғасуы қажет.

Негізгі талаптардың қатарына тұқымды уақытында жинау, қажетті деңгейге дейін кептіру, тазалау, сұрыптау және сақтау жағдайын бақылау жатады.

Қоймада температура мен ылғалдылықтың шамадан тыс жоғары болуы тұқымның физиологиялық қартаюын жылдамдатуы мүмкін. Сонымен қатар зиянкестер мен микроорганизмдердің таралуы тұқымның сапасын төмендетеді.

Осы себепті тұқым сапасын бақылау бір реттік зертханалық тексерумен шектелмеуі тиіс. Тұқым партиясы сақтау барысында да мерзімді түрде бақылаудан өткізілуі қажет.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелерін талдау тұқым сапасының ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігіне әсер ететін маңызды бастапқы фактор екенін көрсетті.

Қазақстанның 2025 жылғы ресми деректері бойынша егіс науқанына 2,3 млн тонна тұқым дайындалған, ал зерттелген тұқымның 99%-ы кондициялық деп танылған (Кесте 1). Бұл республикада тұқым сапасын бақылаудың кең көлемде жүргізілетінін көрсетеді.

Ғылыми зерттеу нәтижелерінде ірі фракциялы бидай тұқымдарының өсу қуаты 90,26% болған. Ал жекелеген 2:1:1 NPK нұсқаларында келесі ұрпақтың егістікке шығуы 93,36–94,74%, ал бақылау нұсқасында 87,20% құраған (Кесте 2). Ең жоғары және бақылау көрсеткіштерінің айырмасы 7,54 пайыздық пунктке жеткен.

Қазақстанда отандық тұқым шаруашылығын дамыту бойынша да оң үрдістер байқалады. 2025 жылы ҰАҒБО жүйесінде 60 мың тоннадан астам жоғары санатты тұқым өндіріліп, әртүрлі топырақ-климаттық жағдайларға бейімделген 236 отандық сорт ұсынылған (Кесте 3).

Жалпы алғанда, тұқым сапасы жоғары өнім алудың жалғыз факторы болып табылмайды. Өнімділікке топырақ құнарлылығы, ылғалмен қамтамасыз ету, қоректену деңгейі, климаттық жағдайлар, себу мерзімі және өсімдіктерді қорғау технологиялары қатар әсер етеді. Дегенмен сапалы тұқым осы факторлардың тиімді жұмыс істеуіне қажетті бастапқы егістік негізін қалыптастырады.

Сондықтан Қазақстан жағдайында тұқым сапасын зертханалық бақылауды жетілдіру, жоғары репродукциялы және элиталық тұқым үлесін арттыру, жергілікті топырақ-климаттық жағдайларға бейімделген сорттарды кеңінен пайдалану және тұқым сақтау технологияларын жетілдіру ауыл шаруашылығы өнімділігін арттырудың маңызды бағыттарының бірі болып қала береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі. Қазақстанда шамамен 7,4 млн гектар жерге егін себілді [Электрондық ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/press/news/details/999695> (қаралған күні: 03.08.2026).
2. Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі. Айдарбек Сапаров өңірлерге көктемгі егіс науқанына дайындықты күшейтуді тапсырды [Электрондық ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/press/news/details/976433> (қаралған күні: 19.08.2026).
3. Valentyni K.V., Szabó R., Vágó I., Veresné Valentyni K., Tar M. Effects of Nutrient Supply and Seed Size on Germination Parameters and Yield in the Next Crop Year of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Agriculture*. – 2023. – Vol. 13, No. 2. – Art. 419. – DOI: 10.3390/agriculture13020419.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Quality Declared Seed System. – Rome: FAO, 2006.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Seeds in Emergencies: A Technical Handbook. – Rome: FAO, 2010.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Optimizing plant population, crop emergence and establishment [Electronic resource]. – URL: <https://www.fao.org/4/y5146e/y5146e07.htm> (қаралған күні: 04.09.2026).
7. Basu S., Groot S.P.C. Seed Vigour and Invigoration // *Seed Science and Technology: Biology, Production, Quality* / eds. M. Dadlani, D.K. Yadava. – Singapore: Springer, 2023. – P. 67–89. – DOI: 10.1007/978-981-19-5888-5_4.
8. Matthews S., Noli E., Demir I., Khajeh-Hosseini M., Wagner M.-H. Evaluation of seed quality: from physiology to international standardization // *Seed Science Research*. – 2012. – Vol. 22, Suppl. 1. – P. S69–S73. – DOI: 10.1017/S0960258511000365.
9. Groot S.P.C., Klaedtke S., Rey F., Kodde J. Thoughts for a new seed quality strategy, incorporating seed vigour and the microbiome [Electronic resource]. – 2021. – URL: <https://orqprints.org/id/eprint/41878/> (қаралған күні: 21.09.2026).
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Practical Guide for Drying and Storing Vegetable Seeds in Organic Small-scale and On-farm Seed Production. – Rome: FAO, 2024.

References

1. Qazaqstan Respublikasy Auyl sharuashylygy ministrliги. Qazaqstanda shamamen 7,4 mln gektar jerge egin sebildi [Electronic resource]. – 2025. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/press/news/details/999695> (accessed: 03.08.2026).
2. Qazaqstan Respublikasy Auyl sharuashylygy ministrliги. Aıdarbek Saparov oñirlerge kókteingi egis nauqanyna daiyndyqty kúseitudi tapsyrdy [Electronic resource]. – 2025. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/press/news/details/976433> (accessed: 19.08.2026).
3. Valentyni K.V., Szabó R., Vágó I., Veresné Valentyni K., Tar M. Effects of Nutrient Supply and Seed Size on Germination Parameters and Yield in the Next Crop Year of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Agriculture*. – 2023. – Vol. 13, No. 2. – Art. 419. – DOI: 10.3390/agriculture13020419.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Quality Declared Seed System. – Rome: FAO, 2006.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Seeds in Emergencies: A Technical Handbook. – Rome: FAO, 2010.

6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Optimizing plant population, crop emergence and establishment [Electronic resource]. – URL: <https://www.fao.org/4/y5146e/y5146e07.htm> (accessed: 04.09.2026).
7. Basu S., Groot S.P.C. Seed Vigour and Invigoration // Seed Science and Technology: Biology, Production, Quality / eds. M. Dadlani, D.K. Yadava. – Singapore: Springer, 2023. – P. 67–89. – DOI: 10.1007/978-981-19-5888-5_4.
8. Matthews S., Noli E., Demir I., Khajeh-Hosseini M., Wagner M.-H. Evaluation of seed quality: from physiology to international standardization // Seed Science Research. – 2012. – Vol. 22, Suppl. 1. – P. S69–S73. – DOI: 10.1017/S0960258511000365.
9. Groot S.P.C., Klaedtke S., Rey F., Kodde J. Thoughts for a new seed quality strategy, incorporating seed vigour and the microbiome [Electronic resource]. – 2021. – URL: <https://orprints.org/id/eprint/41878/> (accessed: 21.09.2026).
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Practical Guide for Drying and Storing Vegetable Seeds in Organic Small-scale and On-farm Seed Production. – Rome: FAO, 2024.

А. А. Ахметова

Государственное учреждение «Территориальная инспекция Комитета государственной инспекции в агропромышленном комплексе Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по области Абай»

071412, Республика Казахстан, область Абай, г. Семей

E-mail: aizhanahmetova250587@gmail.com

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В современном сельскохозяйственном производстве одной из основных предпосылок получения высокой и стабильной продукции является эффективное использование качественного семенного материала. Физиологическое, биологическое и хозяйственное качество семян напрямую влияет на скорость прорастания растений, равномерное формирование посевов, начальные темпы развития и реализацию потенциала последующей продуктивности. Основная цель исследования-выявить основные показатели качества семян, влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе пшеницы, и оценить их практическое значение на основе научных и статистических данных. При выполнении работы использовались методы анализа научной литературы, сравнительной оценки, систематизации статистических данных и обобщения опубликованных результатов исследований. Согласно официальным данным Республики Казахстан за 2025 год, к посевной кампании подготовлено 2,3 млн тонн семян, 99% протестированных семян признаны кондиционными. В научных исследованиях мощность всхожести крупнофракционных семян пшеницы достигла 90,26%, а в отдельных вариантах питания показатель всхожести составил 94,74%. Полученные результаты свидетельствуют о том, что предварительная оценка качества семян, использование семян высокой репродукции и соблюдение технологии их хранения являются важными условиями повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: качество семян; всхожесть; энергия прорастания; пшеница; урожайность; семеноводство; сортовая чистота; полевая всхожесть.

A. A. Akhmetova

State Institution “Territorial Inspectorate of the Committee for State Inspection in the Agro-Industrial Complex of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for Abai Region” 071412,

Republic of Kazakhstan, Abai Region, Semey

E-mail: aizhanahmetova250587@gmail.com

THE EFFECT OF SEED QUALITY ON CROP YIELDS

In modern agricultural production, one of the main prerequisites for obtaining high and stable products is the effective use of high-quality seed material. The physiological, biological and economic quality of seeds directly affects the germination rate of plants, the uniform formation of crops, the

initial rate of development and the realization of the potential of subsequent productivity. The main purpose of the study is to identify the main indicators of seed quality that affect crop yields, including wheat, and to assess their practical significance based on scientific and statistical data. Methods of scientific literature analysis, comparative evaluation, systematization of statistical data and generalization of published research results were used in the work. According to the official data of the Republic of Kazakhstan for 2025, 2.3 million tons of seeds were prepared for the sowing campaign, 99% of the tested seeds were found to be conditioned. In scientific studies, the germination rate of coarse-grained wheat seeds reached 90.26%, and in some food variants, the germination rate was 94.74%. The results obtained indicate that a preliminary assessment of seed quality, the use of highly reproducible seeds and compliance with their storage technology are important conditions for increasing crop yields.

Keywords: seed quality; germination; germination energy; wheat; yield; seed production; varietal purity; field emergence.

Автор туралы мәлімет

Ахметова Айжан Адильбековна – Ішкі өсімдіктер карантині жөніндегі мемлекеттік инспекция бөлімінің бас маманы-өсімдіктер карантині жөніндегі мемлекеттік инспекторы, «ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МИНИСТРЛІГІ АГРОӨНЕРКӘСІПТІК КЕШЕНДЕГІ МЕМЛЕКЕТТІК ИНСПЕКЦИЯ КОМИТЕТІНІҢ АБАЙ ОБЛЫСЫ БОЙЫНША АУМАҚТЫҚ ИНСПЕКЦИЯСЫ» МЕМЛЕКЕТТІК МЕКЕМЕСІ, 071412, Қазақстан Республикасы, Абай облысы, Семей қаласы, Павлодарская көшесі, 106А, e-mail: aizhanahmetova250587@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8668-3996>

Сведения об авторе

Ахметова Айжан Адильбековна – главный специалист отдела внутреннего карантина растений, государственный инспектор по карантину растений, ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ИНСПЕКЦИЯ КОМИТЕТА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНСПЕКЦИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ПО ОБЛАСТИ АБАЙ», 071412, Республика Казахстан, область Абай, город Семей, улица Павлодарская, 106А, e-mail: aizhanahmetova250587@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8668-3996>

Information about the author

Akhmetova Aizhan Adilbekovna – Chief Specialist of the Internal Plant Quarantine Department, State Plant Quarantine Inspector, State Institution “TERRITORIAL INSPECTORATE OF THE COMMITTEE OF STATE INSPECTION IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN FOR THE ABAI REGION”, 071412, Kazakhstan, Abai Region, Semey, 106A Pavlodarskaya St., e-mail: aizhanahmetova250587@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8668-3996>

Поступила в редакцию 08.09.2026

Поступила после доработки 19.09.2026

Принята к публикации 28.09.2026

DOI:

MPHTI: 68.05.01

К.О. Караева*, Д.М. Алиахмет

НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,
050010, Казахстан, г. Алматы, пр. Абая, 8

*e-mail: karlygakaraeva@gmail.com

**ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ЕСЕБОЛАТОВСКОГО СЕЛЬСКОГО ОКРУГА
АКСУСКОГО РАЙОНА ОБЛАСТИ ЖЕТІСУ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ
УЛУЧШЕНИЯ**

Аннотация: Деградация земель является одним из факторов, ограничивающих эффективное сельскохозяйственное использование территории и сохранение почвенного плодородия. Целью настоящей работы являлась оценка современного состояния земель Есеболатовского сельского округа Аксуского района области Жетісу на основе материалов обследования и электронной карты деградации, включая засоление, а также определение основных направлений улучшения деградированных земель. Территория исследования расположена в восточной части Аксуского района, в горностепной зоне центральной части предгорий Джунгарского Алатау. Общая площадь обследованной территории составляет 24 274,1 га. Анализ материалов обследования показал, что земли, не осложненные отрицательными признаками, занимают 4 167,9 га, или 17,2 % общей площади. Наиболее широко представлены защебенные земли — 8 257,4 га (34,0 %). Площадь смытых земель составляет 5 907,8 га (24,34 %), засоленных — 4 471,7 га (18,42 %), переувлажненных — 721,9 га (3,0 %), заболоченных — 226,1 га (0,93 %), солонцовых — 177,8 га (0,7 %). Прочие земли занимают 343,5 га (1,41 %). Установлено, что существенное значение для сельскохозяйственного использования территории имеют процессы водной эрозии, засоления и защебенности почв. Формированию эродированных земель способствуют особенности рельефа и распространение лессовидных суглинков, податливых к размыванию. В пониженных элементах рельефа близкое залегание грунтовых вод оказывает влияние на процессы гидроморфизма и засоления. Для улучшения состояния земель необходим комплекс организационно-хозяйственных, агротехнических, агромелиоративных, лесомелиоративных и гидромелиоративных мероприятий. Особое значение имеют почвозащитные севообороты, использование многолетних трав, противозерозионная обработка почвы, регулирование поверхностного стока, организация рационального пастбищеоборота и периодический контроль состояния земель.

Ключевые слова: деградация земель, почва, водная эрозия, засоление, смытые почвы, почвенное плодородие, мелиорация.

Введение

Земельные ресурсы являются основой сельскохозяйственного производства, а качественное состояние почв непосредственно определяет продуктивность агроэкосистем и устойчивость землепользования. Деградационные процессы сопровождаются ухудшением физических и химических свойств почвы, потерей плодородного слоя и снижением производственного потенциала сельскохозяйственных угодий [1, 2].

Одним из наиболее распространенных видов деградации является водная эрозия. Современные исследования показывают, что ее интенсивность определяется взаимодействием климатических факторов, рельефа, почвенного покрова, характера землепользования и растительности [3, 4, 5]. На сельскохозяйственных землях нарушение растительного покрова и интенсивное использование территории могут существенно усиливать эрозионные процессы [3].

Наряду с эрозией значительную угрозу для земель аридных и семиаридных территорий представляет засоление. Накопление растворимых солей оказывает отрицательное воздействие на почвенное плодородие и сельскохозяйственную продуктивность [6, 7]. Для Центральной Азии данная проблема имеет особое значение вследствие сочетания засушливых климатических условий, интенсивного сельскохозяйственного использования земель, орошения и особенностей водно-солевого режима почв [7].

В современных условиях важное значение приобретают мониторинг деградации и картографирование земель. Пространственная оценка позволяет выявлять территории, наиболее подверженные негативным процессам, и дифференцированно разрабатывать мероприятия по их охране и восстановлению [5, 8, 9].

Есеболатовский сельский округ расположен в восточной части Аксуского района области Жетісу, в горностепной зоне центральной части предгорий Джунгарского Алатау. Территория характеризуется выраженной сельскохозяйственной специализацией. Основное направление хозяйственной деятельности — свекловодческо-зерновое с развитым животноводством. Ведущими сельскохозяйственными культурами являются озимая пшеница, сахарная свекла, соя, многолетние травы и кукуруза на силос [2].

В 2026 году на территории сельского округа были проведены работы по созданию электронной карты деградации земель, включая засоление. Полученные материалы позволяют провести количественную оценку основных видов деградации и определить направления рационального использования земельных ресурсов.

Цель исследования — оценить распространение основных видов деградации земель Есеболатовского сельского округа Аксуского района области Жетісу и определить основные направления улучшения их состояния.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: охарактеризовать природные условия территории; проанализировать площади земель по основным видам деградации; определить наиболее распространенные негативные процессы; систематизировать мероприятия по сохранению и восстановлению деградированных земель.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования являлись земли Есеболатовского сельского округа Аксуского района области Жетісу. Общая площадь обследованной территории составляет 24 274,1 га.

Информационной основой исследования послужили материалы почвенного обследования территории и электронной карты деградации земель, включая засоление. Оценка качественного состояния земель проводилась с учетом методических подходов, применяемых при обследовании земель, создании электронных карт деградации и проведении крупномасштабных почвенных изысканий [1, 8, 10].

При анализе учитывались природно-климатические условия, строение поверхности, почвообразующие породы, поверхностные и грунтовые воды, особенности растительного покрова и распространение основных видов деградации.

Согласно агроклиматическому районированию исследуемая территория относится к очень сухому умеренно жаркому агроклиматическому району. Климатические показатели характеризуются по данным метеостанции Саркан, расположенной на высоте 763 м.

Средняя температура января составляет $-7,9^{\circ}\text{C}$, июля — $+22,4^{\circ}\text{C}$. В отдельные годы минимальная температура воздуха достигает -41°C , максимальная — $+40^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 535 мм, из которых 310 мм приходится на вегетационный период. Средняя годовая скорость ветра составляет 2,3 м/с.

Последний весенний заморозок в воздухе отмечается в среднем 28 апреля, первый осенний — 6 октября. Таким образом, средняя продолжительность безморозного периода составляет 160 дней. На поверхности почвы безморозный период составляет около 148 дней.

Устойчивый снежный покров формируется в среднем 19 ноября и разрушается 25 марта. Продолжительность периода со снежным покровом составляет 139 дней. Средняя многолетняя глубина промерзания почвы равна 23 см, максимальная — 37 см.

Территория сельского округа расположена в двух почвенных зонах — горностепной и пустынной. Рельеф преимущественно представлен предгорной наклонной равниной. Южная часть имеет различный уклон на север и расчленена сухими и мелкими саями. Средняя часть предгорной равнины отличается большей однородностью и слабым уклоном на север.

Почвообразующие породы представлены лессовидными суглинками, супесями, суглинками и глинами, а также элювиально-делювиальными отложениями различного механического состава. При характеристике почвенного покрова учитывались материалы обследования территории и основные диагностические признаки почв [2, 11].

При анализе деградации земли распределяли по следующим группам: не осложненные отрицательными признаками, защебненные, засоленные, солонцовые, смытые, дефлированные, переувлажненные, заболоченные и прочие земли.

Количественная оценка осуществлялась по абсолютной площади соответствующей группы в гектарах и ее доле в общей площади обследованной территории.

Результаты исследования

Особенности деградации земель исследуемой территории определяются сочетанием рельефа, почвообразующих пород, климата и водного режима.

Горностепная зона расположена в пределах нижней вертикальной ступени Джунгарского Алатау на абсолютных высотах 750–2000 м. Рельеф представлен низкими плоскогорьями и предгорной наклонной равниной.

В южной части территории распространены сероземы обыкновенные малоразвитые различной степени щебнистости. Почвообразующими породами являются преимущественно элювиально-делювиальные отложения различного механического состава.

В средней части предгорной наклонной равнины формируются обыкновенные неполноразвитые и полнопрофильные сероземы. Почвообразующими породами здесь преимущественно являются лессовидные суглинки и супеси.

В нижнем поясе горностепной зоны Джунгарского Алатау распространены светло-каштановые почвы. Они формируются на лессах, лессовидных суглинках пролювиально-делювиального происхождения и элювиально-делювиальных образованиях различного механического состава.

В центральной части территории встречаются лугово-сероземные, сероземно-луговые, солонцеватые и солончаковые почвы. Формированию сложного почвенного покрова способствуют многочисленные понижения микрорельефа.

Основной водной артерией территории является река Аксу, берущая начало в ледниках Джунгарского Алатау. Максимальный среднемесячный расход воды отмечается в июне и составляет 26,6 м³/с, минимальный — в феврале, 3,99 м³/с. Норма стока реки составляет 11,7 м³/с.

Реки Саркан и Биен имеют аналогичный режим, однако уступают Аксу по водности. Норма стока реки Саркан составляет 6,51 м³/с, Биен — 4,05 м³/с. В летний период значительная часть речного стока используется на орошение.

В горной и подгорной частях территории грунтовые воды залегают глубоко и существенного влияния на процессы почвообразования не оказывают. Иная ситуация наблюдается в поймах рек и пониженных участках, где грунтовые воды находятся на глубине около 0,5–1,0 м, а местами выходят на дневную поверхность.

Под лугово-сероземными почвами грунтовые воды залегают преимущественно на глубине 3–4 м, под пойменными — 2–3 м и выше. Под обыкновенными сероземами глубина грунтовых вод составляет 5–7 м.

Близкое залегание грунтовых вод в понижениях оказывает существенное влияние на процессы почвообразования и, в частности, на формирование засоления. Значение водного режима для развития засоления подтверждается также современными исследованиями аридных и семиаридных территорий Центральной Азии [6, 7].

Растительный покров исследуемой территории отличается значительным разнообразием.

На горно-степных малоразвитых почвах южной части территории распространена полынно-типчаковая растительность. Основу травостоя составляют типчак и полынь, встречаются костер, мятлик и мелкие кустарники.

На светло-каштановых почвах также распространена полынно-типчаковая ассоциация. Растительность пахотных земель представлена преимущественно сельскохозяйственными культурами, в том числе ячменем и озимой пшеницей.

На лугово-сероземных почвах с близким уровнем грунтовых вод распространены чиево-кияково-полынные группировки. На луговых почвах встречаются злаково-разнотравные ассоциации, а на лугово-болотных — осока, тростник и вейник.

Засоленные земли характеризуются присутствием галофитной растительности. На луговых солончаковых почвах распространены камфоросма, изень, камыш и солянки; на лугово-сероземных солончаковых — изень, солянки и камфоросма; на солонцах и лугово-сероземных солонцеватых почвах встречаются кермек, ажрек, камфоросма, изень и лебеда бородавчатая.

Электронная карта деградации земель составлена на площади 24 274,1 га. Из них 343,5 га представлены землями несельскохозяйственного назначения — водой, постройками и другими объектами.

Результаты количественной оценки основных мелиоративных групп представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение земель Есеболатовского сельского округа по основным видам деградации

Мелиоративные группы	Площадь, га	Доля от общей площади, %
Не осложнены отрицательными признаками	4 167,9	17,20
Защепенные	8 257,4	34,00

Мелиоративные группы	Площадь, га	Доля от общей площади, %
Засоленные	4 471,7	18,42
Солонцовые	177,8	0,70
Дефлированные	-	-
Смытые	5 907,8	24,34
Переувлажненные	721,9	3,00
Заболоченные	226,1	0,93
Прочие	343,5	1,41
Итого	24 274,1	100,00

Полученные результаты свидетельствуют, что только 4 167,9 га, или 17,2 % общей площади, относятся к землям, не осложненным отрицательными признаками.

Наибольшую площадь занимают защебенные земли — 8 257,4 га, что соответствует 34,0 % обследованной территории.

Второе место занимают земли, подверженные водной эрозии. Площадь смытых земель составляет 5 907,8 га, или 24,34 %.

Третьей по площади группой являются засоленные земли — 4 471,7 га, или 18,42 %.

Переувлажненные земли занимают 721,9 га (3,0 %), заболоченные — 226,1 га (0,93 %), солонцовые — 177,8 га (0,7 %).

Таким образом, наиболее распространенными отрицательными признаками территории являются защебенность, водная эрозия и засоление.

Площадь земель Есеболатовского сельского округа, подверженных водной эрозии, составляет 5 907,8 га. Смытые почвы встречаются отдельными участками по территории сельского округа.

Одной из основных природных предпосылок развития водной эрозии является распространение лессовидных суглинков, которые характеризуются податливостью к размыванию. Существенное влияние оказывает и рельеф территории.

На склонах в результате поверхностного стока происходит смыв части верхнего почвенного горизонта. На эродированных почвах часть гумусового горизонта «А» смыта, вместе с почвенным материалом выносятся гумус и другие элементы питания.

С уменьшением содержания гумуса снижается противозерозионная устойчивость почв, что способствует дальнейшему усилению эрозионных процессов.

Полученные результаты соответствуют общим закономерностям развития водной эрозии, согласно которым интенсивность потерь почвы определяется сочетанием рельефа, климатических условий, характера землепользования и растительного покрова [3, 4, 5].

Обсуждение научных результатов

Проведенная оценка свидетельствует о значительной степени осложненности земельного фонда Есеболатовского сельского округа различными негативными признаками. Земли, не имеющие выявленных отрицательных признаков, занимают только 17,2 % общей обследованной площади.

Наибольшее распространение имеет защебенность — 34,0 %. Существенная доля приходится также на смытые земли — 24,34 % и засоленные — 18,42 %. Следовательно, именно эти три группы определяют основную структуру ограничений сельскохозяйственного использования территории.

Особого внимания требует водная эрозия. Эрозионные процессы приводят не только к механическому удалению верхнего горизонта, но и к потере гумуса и питательных элементов, ухудшению физических свойств почв и усилению поверхностного стока. В международных исследованиях водная эрозия также рассматривается как один из основных факторов глобальной деградации почв [3, 5].

Современные модели оценки эрозии показывают необходимость учитывать пространственную неоднородность рельефа, землепользования, растительного покрова и климатических факторов [5, 9]. В условиях исследуемой территории это особенно важно в связи с сочетанием предгорного рельефа и лессовидных почвообразующих пород.

Другим важным процессом является засоление. Его площадь составляет 4 471,7 га, или 18,42 %. Международные исследования подтверждают, что засоление является одной из серьезных проблем аридных и семиаридных регионов и оказывает непосредственное воздействие на сельскохозяйственную продуктивность земель [6, 7].

Исследования по Центральной Азии показывают, что пространственная динамика засоления связана с климатическими условиями, испарением, землепользованием, орошением и изменением водного режима [7]. Для Есеболатовского сельского округа важным местным фактором является близкое залегание грунтовых вод в поймах и понижениях.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода к восстановлению земель. Система мероприятий должна учитывать конкретный вид деградации, рельеф, водный режим и сельскохозяйственное назначение участка.

На землях, подверженных водной эрозии, необходимы почвозащитные севообороты с использованием многолетних трав и однолетних культур, способных обеспечивать защиту поверхности почвы. Важное значение имеют снегозадержание и мероприятия по регулированию скорости снеготаяния [2, 12].

Обработка почвы должна обеспечивать сохранение растительных остатков и повышение противоэрозионной устойчивости поверхности. На склоновых участках обработку почвы, посев и другие технологические операции необходимо проводить с учетом направления поверхностного стока.

На участках с уклоном до 2° рекомендуется проводить посев поперечными полосами либо размещать растения по контуру. На полях с уклоном до 6° может применяться более широкий комплекс приемов, включая ступенчатую вспашку, бороздование и лункование [2].

При недостаточной эффективности агротехнических мероприятий необходимо применение лесомелиоративных и гидротехнических способов защиты.

Лесомелиоративные мероприятия предусматривают размещение древесной и кустарниковой растительности по берегам оврагов, ручьев, водохранилищ и оросительных систем. Такие насаждения способствуют ограничению дальнейшего развития оврагов и повышению устойчивости почв к водной эрозии.

К гидротехническим мероприятиям относятся террасирование склонов, строительство сооружений для закрепления оврагов, организация каналов регулируемого водоотведения, а при необходимости — укрепление дна и бортов каналов.

Современные исследования также подтверждают необходимость сочетания картографирования, мониторинга и природоохранных мероприятий, поскольку выбор способа защиты должен учитывать конкретные природные условия и характер использования территории [3, 5, 9].

Важное направление рационального землепользования связано с состоянием пастбищ. Недостаточная обводненность территории приводит к концентрации животных возле групповых колодцев, вследствие чего прилегающие участки подвергаются повышенной пастбищной нагрузке. Наиболее сильно выбитые пастбища также отмечаются вблизи населенных пунктов.

Для сохранения пастбищ необходимо внедрять рациональные пастбищеобороты, использовать кормовые угодья по сезонам года, правильно размещать загоны и зимовки и соблюдать допустимую нагрузку животных [12].

На сильно выбитых пастбищах и участках, засоренных непоедаемыми растениями, целесообразно проведение поверхностного или коренного улучшения [12].

Таким образом, мероприятия по восстановлению деградированных земель Есеболатовского сельского округа должны носить комплексный характер и сочетать организационно-хозяйственные, агротехнические, агро-мелиоративные, лесомелиоративные и гидротехнические способы защиты.

Заключение

На основании проведенной оценки установлено, что земельный фонд Есеболатовского сельского округа Аксуского района области Жетісу характеризуется значительным распространением различных видов деградации.

Общая площадь обследованной территории составляет 24 274,1 га. Земли, не осложненные отрицательными признаками, занимают 4 167,9 га, или 17,2 %.

Наибольшая площадь приходится на щебенные земли — 8 257,4 га (34,0 %). Смытые земли занимают 5 907,8 га (24,34 %), засоленные — 4 471,7 га (18,42 %), переувлажненные — 721,9 га (3,0 %), заболоченные — 226,1 га (0,93 %), солонцовые — 177,8 га (0,7 %).

Одним из наиболее значимых деградационных процессов является водная эрозия. Ее развитию способствуют особенности склонового рельефа и распространение лессовидных суглинков, подверженных размыванию. Поверхностный сток приводит к уменьшению мощности гумусового горизонта, выносу гумуса и питательных веществ и снижению противозерозионной устойчивости почв.

Засоление также является существенным фактором ограничения сельскохозяйственного использования земель. Его формированию в пониженных участках способствует близкое залегание грунтовых вод.

Для стабилизации состояния земель необходим комплексный и дифференцированный подход. На эрозионно опасных участках приоритетное значение имеют почвозащитные севообороты, многолетние травы, контурное и полосное размещение культур, противозерозионная обработка, снегозадержание и регулирование поверхностного стока.

При необходимости агротехнические мероприятия должны дополняться лесомелиоративными и гидротехническими способами защиты, включая создание защитных насаждений, террасирование склонов и закрепление оврагов.

Для предотвращения деградации пастбищ необходимо регулировать пастбищную нагрузку, внедрять пастбищеобороты и проводить восстановление наиболее нарушенных участков.

Периодический мониторинг качественного состояния земель и обновление электронных карт деградации должны стать важной составляющей рационального землепользования, поскольку позволяют своевременно выявлять изменения, корректировать защитные мероприятия и предотвращать дальнейшее ухудшение почвенного покрова [1, 8, 10].

Список литературы

1. Методические указания по составлению отчета о качественном состоянии земель Республики Казахстан. – Астана, 2009.
2. Почвы Есеболатовского сельского округа Аксуского района области Жетісу: рекомендации по их использованию. – Талдыкорган, 2021.
3. Borrelli P., Robinson D.A., Panagos P., Lugato E., Yang J.E., Alewell C., Wuepper D., Montanarella L., Ballabio C. Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015–2070) // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2020. – Vol. 117, No. 36. – P. 21994–22001. – DOI: 10.1073/pnas.2001403117.
4. Karamage F., Zhang C., Ndayisaba F., Shao H., Kayiranga A., Fang X., Nahayo L., Nyesheja E.M., Tian G. Extent of Cropland and Related Soil Erosion Risk in Rwanda // *Sustainability*. – 2016. – Vol. 8, No. 7. – Art. 609. – DOI: 10.3390/su8070609.
5. Alewell C., Borrelli P., Meusburger K., Panagos P. Using the USLE: chances, challenges and limitations of soil erosion modelling // *International Soil and Water Conservation Research*. – 2019. – Vol. 7, No. 3. – P. 203–225. – DOI: 10.1016/j.iswcr.2019.05.004.
6. Hassani A., Azapagic A., Shokri N. Global predictions of primary soil salinization under changing climate in the 21st century // *Nature Communications*. – 2021. – Vol. 12. – Art. 6663. – DOI: 10.1038/s41467-021-26907-3.
7. Measho S., Li F., Pellikka P., Tian C., Hirwa H., Xu N., Qiao Y., Khasanov S., Kulmatov R., Chen G. Soil salinity variations and associated implications for agriculture and land resources development using remote sensing datasets in Central Asia // *Remote Sensing*. – 2022. – Vol. 14, No. 10. – Art. 2501. – DOI: 10.3390/rs14102501.
8. Методические рекомендации по созданию электронных карт деградации земель: утв. 3 апреля 2025 г. – 2025.
9. Karydas C.G., Panagos P., Gitas I.Z. A classification of water erosion models according to their geospatial characteristics // *International Journal of Digital Earth*. – 2014. – Vol. 7, No. 3. – P. 229–250. – DOI: 10.1080/17538947.2012.671380.
10. Методика по проведению крупномасштабных почвенных изысканий земель: утв. приказом Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 22 февраля 2023 г. №

75: зарегистрирована в Министерстве юстиции Республики Казахстан 2 марта 2023 г. № 31999. – Астана, 2023.

11. Систематический список и основные диагностические показатели почв равнинной территории Республики Казахстан. – Алма-Ата, 1995.

12. Методика проведения мероприятий по борьбе с деградацией и опустыниванием пастбищ, в том числе аридных. – Астана, 2017.

References

1. Metodicheskie ukazaniya po sostavleniyu otcheta o kachestvennom sostoyanii zemel' Respubliki Kazakhstan. – Astana, 2009.

2. Pochvy Esebolatovskogo sel'skogo okruga Aksuskogo rayona oblasti Zhetisu: rekomendatsii po ikh ispol'zovaniyu. – Taldykorgan, 2021.

3. Borrelli P., Robinson D.A., Panagos P., Lugato E., Yang J.E., Alewell C., Wuepper D., Montanarella L., Ballabio C. Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015–2070) // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2020. – Vol. 117, No. 36. – P. 21994–22001. – DOI: 10.1073/pnas.2001403117.

4. Karamage F., Zhang C., Ndayisaba F., Shao H., Kayiranga A., Fang X., Nahayo L., Nyesheja E.M., Tian G. Extent of Cropland and Related Soil Erosion Risk in Rwanda // Sustainability. – 2016. – Vol. 8, No. 7. – Art. 609. – DOI: 10.3390/su8070609.

5. Alewell C., Borrelli P., Meusburger K., Panagos P. Using the USLE: chances, challenges and limitations of soil erosion modelling // International Soil and Water Conservation Research. – 2019. – Vol. 7, No. 3. – P. 203–225. – DOI: 10.1016/j.iswcr.2019.05.004.

6. Hassani A., Azapagic A., Shokri N. Global predictions of primary soil salinization under changing climate in the 21st century // Nature Communications. – 2021. – Vol. 12. – Art. 6663. – DOI: 10.1038/s41467-021-26907-3.

7. Measho S., Li F., Pellikka P., Tian C., Hirwa H., Xu N., Qiao Y., Khasanov S., Kulmatov R., Chen G. Soil salinity variations and associated implications for agriculture and land resources development using remote sensing datasets in Central Asia // Remote Sensing. – 2022. – Vol. 14, No. 10. – Art. 2501. – DOI: 10.3390/rs14102501.

8. Metodicheskie rekomendatsii po sozdaniyu elektronnykh kart degradatsii zemel': utv. 3 aprelya 2025 g. – 2025.

9. Karydas C.G., Panagos P., Gitas I.Z. A classification of water erosion models according to their geospatial characteristics // International Journal of Digital Earth. – 2014. – Vol. 7, No. 3. – P. 229–250. – DOI: 10.1080/17538947.2012.671380.

10. Metodika po provedeniyu krupnomasshtabnykh pochvennykh izyskaniy zemel': utv. prikazom Ministerstva sel'skogo khozyaystva Respubliki Kazakhstan ot 22 fevralya 2023 g. № 75: zaregistrirovana v Ministerstve yustitsii Respubliki Kazakhstan 2 marta 2023 g. № 31999. – Astana, 2023.

11. Sistematicheskii spisok i osnovnye diagnosticheskie pokazateli pochv ravninnoy territorii Respubliki Kazakhstan. – Alma-Ata, 1995.

12. Metodika provedeniya meropriyatiy po bor'be s degradatsiey i opustynivaniem pastbishch, v tom chisle aridnykh. – Astana, 2017.

К.О. Караева, Д.М. Алихмет

«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ,
050010, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8

*e-mail: karlygakaraeva@gmail.com

ЕСЕБОЛАТОВ АУЫЛДЫҚ ОКРУГІ ЖЕРЛЕРІНІҢ ДЕГРАДАЦИЯСЫН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖАҚСARTUDЫҢ НЕГІЗГІ БАҒЫТТАРЫ

Мақалада Жетісу облысы Ақсу ауданы Есеболатов ауылдық округі жерлерінің деградациялық жағдайын бағалау нәтижелері берілген. Зерттелген аумақтың жалпы ауданы 24 274,1 га құрайды. Теріс белгілермен күрделенбеген жерлер 4 167,9 га немесе жалпы аумақтың 17,2 %-ын құрады. Тастақ жерлердің ауданы 8 257,4 га (34,0 %), шайылған жерлер – 5 907,8 га (24,34 %), тұзданған жерлер – 4 471,7 га (18,42 %), шамадан тыс ылғалданған жерлер – 721,9 га (3,0 %), батпақтанған жерлер – 226,1 га (0,93 %), сортаң

жерлер – 177,8 га (0,7 %). Аумақтың ауыл шаруашылығында пайдаланылуын шектейтін негізгі факторлар топырақтың тастануы, су эрозиясы және тұздануы екені анықталды. Су эрозиясының дамуына жер бедерінің еңісті болуы және шайылуға бейім лесс тәрізді саздақтардың таралуы әсер етеді. Төмен орналасқан аумақтарда жер асты суларының жер бетіне жақын орналасуы гидроморфтық процестер мен топырақтың тұздануына ықпал етеді. Деградаланған жерлерді жақсарту үшін топырақ қорғау ауыспалы егістерін, көпжылдық шөптерді, эрозияға қарсы топырақ өңдеуді, орман-мелиорациялық және гидромелиорациялық іс-шараларды, жайылым айналымын және жердің сапалық жағдайына тұрақты мониторинг жүргізуді қамтитын кешенді тәсіл ұсынылады.

Кілт сөздер: жер деградалациясы, топырақ, су эрозиясы, тұздану, шайылған топырақ, топырақ құнарлылығы, мелиорация

K.O. Karayeva, D.M. Aliakhmet

NJSC «Kazakh National Agrarian Research University»,
050010, Republic of Kazakhstan, Almaty, 8 Abay Avenue

*e-mail: karlygakaraeva@gmail.com

ASSESSMENT OF LAND DEGRADATION IN THE ESEBOLATOV RURAL DISTRICT OF AKSU DISTRICT, ZHETISU REGION, AND THE MAIN DIRECTIONS FOR LAND IMPROVEMENT

The article presents the results of an assessment of land degradation in the Esebolatov rural district of Aksu district, Zhetisu Region. The total surveyed area is 24,274.1 ha. Land without identified negative characteristics occupies 4,167.9 ha, or 17.2% of the total area. Stony land accounts for 8,257.4 ha (34.0%), eroded land for 5,907.8 ha (24.34%), saline land for 4,471.7 ha (18.42%), waterlogged land for 721.9 ha (3.0%), marshy land for 226.1 ha (0.93%), and solonchik land for 177.8 ha (0.7%). The results indicate that stoniness, water erosion and salinization are the major factors limiting agricultural land use within the study area. The development of water erosion is associated with sloping terrain and the occurrence of loess-like loams susceptible to erosion. In depressions and river floodplains, shallow groundwater influences hydromorphic soil processes and salinization. Improvement of degraded land requires an integrated system of organizational, agrotechnical, agro-meliorative, forest-meliorative and hydrotechnical measures. Priority measures include soil-protective crop rotations, perennial grasses, erosion-control tillage, regulation of surface runoff, rational pasture rotation and periodic monitoring of land quality.

Keywords: land degradation, soil, water erosion, salinization, eroded soils, soil fertility, land reclamation.

Авторлар туралы мәліметтер

Караева Карлыга Оспановна – PhD, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, e-mail: karlygakaraeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4074-5352>

Алиахмет Дарлыхан Манарханұлы – магистрант, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, e-mail: daliakhmet@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0730-4282>

Сведения об авторах

Караева Карлыга Оспановна – PhD, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», 050010, Казахстан, Алматы, e-mail: karlygakaraeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4074-5352>

Алиахмет Дарлыхан Манарханұлы – магистрант, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», 050010, Казахстан, Алматы, e-mail: daliakhmet@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0730-4282>

Information about the authors

Karayeva Karlyga Ospanovna – PhD, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, Almaty, e-mail: karlygakaraeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4074-5352>

Aliakhmet Darlykhan Manarkhanuly – Master's student, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, Almaty, e-mail: daliakhmet@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0730-4282>

Поступила в редакцию 27.08.2026

Поступила после доработки 22.09.2026

Принята к публикации 30.09.2026

DOI:

MPHTI: 68.39.31

А.А. Темиржанова^{1*}, Б.С. Ахметова², А.Ж. Исмайлова²

¹НАО «Торайгыров университет», 140008, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64

²НАО «Шәкәрім университет», 071410, Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20А

*e-mail: alma.temirzhanova.74@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РОСТА, РАЗВИТИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ПОМЕСНОГО И ЧИСТОПОРОДНОГО МОЛОДНЯКА ОВЕЦ

Аннотация: В современных условиях развития овцеводства важное значение имеет повышение продуктивности животных на основе эффективного использования их генетического потенциала. Особый интерес представляет сравнительная оценка чистопородного и помесного молодняка, выращиваемого в хозяйствах области Абай и Восточно-Казахстанской области. Одной из основных задач исследования являлось изучение продуктивных и биологических особенностей молодняка различного происхождения. В процессе работы анализировались показатели роста и развития, живая масса, среднесуточные приросты, сохранность поголовья и адаптационные способности животных. Результаты исследований показали, что помесный молодняк в отдельных случаях характеризуется более высокой интенсивностью роста, жизнеспособностью и лучшей приспособленностью к условиям окружающей среды, что может быть связано с проявлением эффекта гетерозиса. Чистопородные животные, в свою очередь, отличаются большей однородностью и стабильностью наследственно обусловленных продуктивных признаков, что особенно важно для племенной работы. Установлено также существенное влияние условий кормления, содержания и климатических факторов на реализацию продуктивного потенциала животных. Полученные данные могут быть использованы при совершенствовании селекционно-племенной работы и организации производства в овцеводческих хозяйствах региона. Полученные данные имеют практическое значение для дальнейшей селекционной работы.

Ключевые слова: овцеводство, помесный молодняк, живая масса, шерстная продуктивность, мясная продуктивность, убой

Введение

Современное развитие овцеводства предусматривает повышение уровня мясной продуктивности курдючных пород овец, продукция которых сохраняет устойчивый спрос на рынке. При этом традиционные подходы к селекции и подбору животных не всегда позволяют в полной мере реализовать генетический потенциал овец и соответствовать современным требованиям интенсивного ведения отрасли. В связи с этим возрастает необходимость совершенствования селекционной работы с использованием современных методов генетики и биотехнологии, направленных на ускоренное улучшение продуктивных качеств животных и повышение эффективности племенного овцеводства [1].

Современное состояние отрасли свидетельствует о наличии значительных неиспользованных резервов повышения продуктивности овец. Недостаточная реализация их генетического потенциала может сопровождаться снижением объемов производства, увеличением себестоимости продукции и уменьшением экономической эффективности

хозяйств. Согласно данным научных исследований, уровень и качество мясной продуктивности сельскохозяйственных животных формируются под воздействием комплекса факторов, среди которых важное место занимают наследственные особенности и генотип животных.

Значительная изменчивость продуктивных показателей может наблюдаться и среди животных одной породы, что свидетельствует о наличии широких возможностей для проведения эффективного селекционного отбора. Целенаправленная селекция на повышение скороспелости, интенсивности роста и улучшение мясных качеств является одним из основных направлений совершенствования продуктивности овец. Особую значимость данные вопросы приобретают при совершенствовании генетических ресурсов мясо-сального овцеводства Казахстана. Одним из перспективных направлений является создание и распространение генотипов, сочетающих высокую мясную продуктивность, скороспелость, крепкую конституцию и способность эффективно использовать природно-климатические условия региона [2].

Повышение требований к качеству и конкурентоспособности продукции овцеводства обуславливает необходимость проведения комплексных исследований, направленных на выявление и закрепление хозяйственно ценных признаков.

В этой связи увеличение мясной продуктивности курдючных овец Казахстана должно осуществляться посредством последовательного совершенствования их генетического потенциала, оптимизации внутripородной структуры и создания высокопродуктивных внутripородных типов, сочетающих желательные продуктивные и адаптационные качества [3].

Цель исследования — создание внутripородного типа мясо-шерстных овец, отличающегося повышенной мясной продуктивностью, скороспелостью и хорошей адаптацией к природно-климатическим условиям северо-восточного региона Казахстана.

Условия и методы исследований

Исследования проводились в 2024–2026 гг. на базе ТОО «Украинское» Уланского района Восточно-Казахстанской области, СПК «Елькентай» и КХ «Акбастау» Жанасемейского района области Абай.

В ходе работы проведена сравнительная оценка продуктивных и биологических показателей чистопородного и помесного молодняка овец. Помесный молодняк был получен в результате скрещивания маток казахской курдючной породы с полугрубой шерстью с баранами-производителями пород етті меринос и казахской мясо-шерстной.

Для изучения особенностей роста, развития и продуктивности животных использовали комплекс общепринятых зоотехнических методов с применением современного оборудования, измерительных приборов и инструментов.

Подопытные группы формировали с учетом возраста, породной принадлежности и класса животных. Молодняк всех групп находился в аналогичных условиях кормления, содержания и ухода, что обеспечивало возможность объективной оценки влияния генотипа на формирование фенотипических признаков и уровень их изменчивости.

В процессе исследований применяли следующие методы:

- индивидуальное взвешивание ягнят проводили при рождении с точностью до 0,1 кг и в возрасте 4–4,5 месяца — с точностью до 0,5 кг. По результатам взвешиваний определяли абсолютный, среднесуточный и относительный приросты живой массы;
- для изучения особенностей телосложения проводили измерение основных промеров статей тела. При рождении и в возрасте 4–4,5 месяца определяли высоту в холке и крестце, косую длину туловища, глубину и ширину груди, обхват груди, ширину в маклоках и обхват пясти;
- на основании полученных промеров оценивали степень развития и особенности телосложения животных с использованием индексов сбитости, растянутости, массивности, грудного и костистости.
- оценку молодняка проводили в соответствии с действующей инструкцией по бонитировке овец.
- исследование мясных качеств осуществляли по методике ВИЖ. Из каждой опытной группы отбирали по три типичных по живой массе баранчика в возрасте 4 и 8 месяцев. Животные содержались и выращивались в одинаковых условиях, после чего подвергались контрольному убою. В ходе убоя определяли живую массу до и после

голодной выдержки, массу парной и охлажденной туши, количество внутреннего и курдючного жира, а также другие показатели мясной продуктивности.

- индивидуальный учет настрига невымытой шерсти у баранов, маток и ремонтных ярок проводили во время весенней стрижки с точностью до 0,1 кг. Выход чистого волокна определяли методом промывки образцов шерсти массой 20 г, отобранных с бока и спины животного (по 10 г с каждого участка) [4, 5].

Достоверность результатов и обоснованность сформулированных выводов обеспечивались достаточным объемом исследованного поголовья, комплексным анализом полученных данных и апробацией результатов. Полученные цифровые материалы подвергались биометрической обработке с использованием программного обеспечения PAST v.4.03, что позволило провести статистическую оценку изучаемых признаков и определить достоверность выявленных различий.

Результаты исследований

В соответствии со схемой скрещивания, принятой в хозяйствах, от маток казахской курдючной полугрубошерстной породы, осеменённых спермой баранов-производителей казахской мясо-шерстной породы и породы етті меринос, был получен помесный молодняк, составивший опытные группы. Чистопородные ягнята материнской породы использовались в качестве контрольной группы.

После рождения каждому ягнёнку присваивали индивидуальный идентификационный номер, устанавливали бирки в ушных раковинах и заносили сведения о молодняке в журнал регистрации. Новорождённых ягнят оценивали по комплексной зоотехнической оценке, включавшей определение живой массы и основных промеров тела.

Установлено закономерное проявление полового диморфизма во всех исследуемых группах. Баранчики характеризовались более высокой живой массой по сравнению с ярочками, превосходя их на 0,2–0,7 кг, что является характерной особенностью животных мясо-сального направления.

Сравнительная оценка живой массы при рождении выявила достоверные различия между чистопородным и помесным молодняком ($P < 0,01$). Наиболее высокая масса отмечена у помесных ягнят сочетаний МШК×КПГ — 5,2 кг у баранчиков и 4,9 кг у ярочек. Полученные показатели свидетельствуют о положительном проявлении гетерозиса и указывают на перспективность использования данных вариантов скрещивания при совершенствовании овец мясо-сального направления.

Изучение промеров тела позволило установить различия в особенностях конституции и экстерьера животных разных генотипов. В большинстве случаев помесный молодняк превосходил чистопородных сверстников по основным линейным показателям. В частности, по высоте в холке и крестце ярочки опытных групп превышали контрольных животных соответственно на 0,4 и 0,6 см, а баранчики — на 1,0 и 1,2 см. Это свидетельствует о более интенсивном росте и несколько большей длине туловища у помесного молодняка.

Для комплексной оценки особенностей телосложения дополнительно рассчитывали основные индексы экстерьера. Их использование позволило более объективно охарактеризовать пропорциональность развития, крепость конституции, степень выраженности мясо-сальных признаков и особенности адаптивного типа животных различных генотипов [6].

Сравнение полученных индексов показало наличие определённых различий между чистопородными и помесными ягнятами. Чистопородные животные характеризовались большей сбитостью, массивностью и относительно более развитой грудной частью. Помесный молодняк, напротив, отличался более растянутым туловищем, меньшей высоконогостью и выраженными признаками мясного типа. У помесных баранчиков отмечалось снижение значений грудного индекса и индекса костистости, что характеризует их как животных с относительно более лёгким и удлинённым телосложением, ориентированным на интенсивное формирование мясной продуктивности.

Весной, перед проведением стрижки, осуществляли бонитировку животных с целью определения уровня шерстной продуктивности и племенной ценности. В сентябре–октябре после контрольного взвешивания дополнительно оценивали живую массу и экстерьерные особенности овец. Все бараны-производители исследуемых хозяйств соответствовали требованиям класса «элита». Среди маточного поголовья также преобладали животные элитного класса. В целом доля животных желательного типа составляла около 60 %, что

свидетельствует о достаточно высоком племенном потенциале стада и его соответствии требованиям, предъявляемым к племенным животным [7].

Таким образом, установленная структура стада по классам свидетельствует о результативности проводимой селекционно-племенной работы и наличии благоприятной основы для дальнейшего повышения продуктивности, закрепления хозяйственно ценных признаков и улучшения качественных характеристик потомства.

Одним из основных направлений оценки продуктивности являлось определение шерстной продуктивности. Индивидуальный учёт настрига шерсти позволил провести сравнительную характеристику животных и использовать полученные показатели при их дальнейшей классификации.

Соответствующие данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Шерстная продуктивность овец казахской курдючной полугрубошерстной породы

Половозрастная группа	Кол-во голов	Настриг шерсти в физическом весе, кг	% выхода чистого волокна	Настриг чистой шерсти, кг
Баран-производитель	23	3,8±0,17	67	2,5±0,15
Матка	64	2,6±0,11	68	1,8±0,07
Баранчик	53	2,7±0,09	69	1,8±0,05
Ярочка	20	2,3±0,10	69	1,6±0,03

По данным таблицы 1, величина настрига шерсти у овец казахской курдючной полугрубошерстной породы находилась в пределах 2,3–3,8 кг. Наибольший показатель отмечен у баранов-производителей — 3,8 кг, тогда как у маток он составил 2,6 кг, у баранчиков — 2,7 кг, у ярок — 2,3 кг. Выход чистого волокна варьировал от 67 до 69 %, что характеризует достаточно высокий уровень использования шерстного сырья.

Шерсть исследуемых животных преимущественно имела светло-серую и белую окраску. При классификации шерсти весенней стрижки установлено, что до 92 % рунной шерсти соответствовало требованиям первого класса, что свидетельствует о её достаточно высоком качестве [8].

В дальнейшем была проведена сравнительная оценка помесного и чистопородного молодняка по комплексу основных продуктивных и биологических признаков. Анализ динамики живой массы от рождения до возраста 4–4,5 месяца показал наличие различий в темпах роста и характере развития животных разных генотипов.

Полученные результаты позволяют выделить как общие закономерности, так и специфические особенности проявления хозяйственно ценных признаков у чистопородных и помесных животных. Это даёт возможность оценить влияние генотипа на формирование продуктивности и биологических особенностей молодняка.

Чистопородные животные характеризовались большей стабильностью и однородностью наследственно обусловленных признаков. Сохранение типичных породных особенностей и выровненность экстерьера делают их перспективными для формирования племенного ядра и дальнейшего совершенствования селекционной работы.

Для определения племенной ценности и уровня продуктивности молодняка во всех хозяйствах была проведена бонитировка ягнят текущего года при отъёме в возрасте 4–4,5 месяца. После определения живой массы, настрига шерсти и оценки экстерьерных особенностей животных распределяли по соответствующим классам согласно установленным зоотехническим требованиям [9].

Такое распределение позволяет определить степень развития молодняка, выделить наиболее перспективных животных для дальнейшего племенного использования и установить долю особей, соответствующих требованиям элитного и первого классов. Результаты бонитировки молодняка СПК «Елькентай» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение молодняка по классам в СПК «Елькентай»

Класс бонитировки	Количество голов	% от общего числа
Элита	102	33,3
I класс	143	46,8
II класс	56	18,3
Некласные	5	1,6

Результаты бонитировки свидетельствуют о достаточно высоком качестве молодняка. Наибольшую долю составили животные I класса — 46,8 %, ещё 33,3 % были отнесены к элитному классу. Таким образом, совокупная доля животных высоких классов превысила 80 %, что характеризует исследуемое поголовье как перспективное с точки зрения дальнейшего племенного использования и свидетельствует о результативности проводимой селекционной работы.

Для определения убойных и мясных качеств помесного и чистопородного молодняка был проведён контрольный убой 60 баранчиков в возрасте 4–4,5 месяца. Анализ результатов показал, что наиболее высокую массу парной туши имели помесные баранчики сочетаний КПГ×ЕМ и КПГ×МШК — соответственно 23,0 и 24,0 кг. При этом более высокий убойный выход среди животных данных вариантов скрещивания отмечен у помесей КПГ×ЕМ — 54,0 %.

Результаты контрольного убоя свидетельствуют о наличии выраженных различий по мясной продуктивности между животными разных генотипов. Выявленные особенности подтверждают влияние породной принадлежности и сочетания генотипов на формирование убойных качеств молодняка.

Основные различия между чистопородными и помесными баранчиками проявлялись прежде всего в степени развития туши и количестве курдючного жира. Выход туши находился в пределах 48,2–52,8 %, тогда как убойный выход составлял 51,8–59,2 %.

При характеристике мясной продуктивности важным показателем является соотношение мякоти и костной ткани в туше. Чем выше доля мякотных тканей по отношению к костям, тем более высокой считается мясная ценность туши, поскольку данный показатель непосредственно связан с количеством съедобной и питательно ценной части продукции [10]. Полученные значения соответствуют характерному уровню мясной продуктивности животных мясного и мясо-сального направления и свидетельствуют о способности молодняка эффективно накапливать живую массу при формировании мышечной и жировой тканей.

Обсуждение научных результатов

В целом проведённые исследования показывают, что использование баранов-производителей мясо-шерстного направления при скрещивании с матками казахской курдючной полугрубошерстной породы способствует формированию у потомства комплекса желательных продуктивных признаков. Наиболее выраженные преимущества помесного молодняка отмечены по живой массе, интенсивности роста и отдельным показателям мясной продуктивности, что подтверждает перспективность дальнейшего использования межпородного скрещивания в условиях хозяйств области Абай и Восточно-Казахстанской области.

Заключение

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о преимуществах помесных ягнят по показателям роста, развития и экстерьера, что подтверждает эффективность скрещивания для повышения продуктивности молодняка. Помесные ягнята характеризуются более крупными размерами тела, глубокой и широкой грудью, а также несколько удлинённым туловищем, что указывает на формирование мясного типа. Положительное влияние оказывает использование семени баранов-производителей отечественной селекции, что подтверждает перспективность данного направления в мясо-сальном овцеводстве [10].

Помесные животные также отличаются более высокими приростами живой массы и интенсивными темпами роста по сравнению с чистопородными сверстниками. Это может быть связано с проявлением эффекта гетерозиса, обеспечивающего повышенную жизнеспособность и адаптивность молодняка.

Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования племенного поголовья, улучшения воспроизводства овец и увеличения производства

качественной мясной продукции для внутреннего рынка и реализации экспортного потенциала.

Список литературы

1. Алтынбек Е., Исаков К., Байниетова М., Шаугимбаева Н., Кулатаев Б. Улучшение генетического потенциала продуктивности мясо-сальных овец // Издәністер, нәтижелер. – 2025. – № 4. – С. 88–95.
2. Нуржанова К.Х., Бурамбаева Н.Б., Сатиева К.Р., Кожебаев Б.Ж., Нусупов А.М. Основные хозяйственно-полезные признаки молодняка овец внутривидовых типов // Ғылым және білім. – 2025. – Т. 5, № 2(79). – С. 112–119. – DOI: 10.52578/2305-9397-2025-2-5-12-21.
3. Жумадилла К., Оспанов С.Р., Ахатов А., Жумадиллаев Н.К., Садыкулов Т.С., Адылканова Ш.Р., Бурамбаева Н.Б., Есенғалиев К.Е., Абжанов Р.К., Ахметов Е.К. Инструкция по бонитировке курдючных овец. – Талдықорған, 2017. – 36 с.
4. Косилов В.И., Андриенко Д.А., Никонова Е.А. Морфологический состав туш молодняка овец казахской курдючной породы // Вестник Ошского государственного университета. – 2023. – № 3. – С. 74–80.
5. Kashan N.E.J., Manafi Azar G.H., Afzalzadeh A. Effect of crossbreeding on growth, feed efficiency and carcass characteristics of Lori-Bakhtiari and Romanov lambs // Livestock Science. – 2018. – Vol. 214. – P. 18–24. – DOI: 10.1016/j.livsci.2018.05.018.
6. Vargas Jurado N., Garrick D.J., Golden B.L. Combined purebred and crossbred genetic evaluation of Columbia and Suffolk lambs // Journal of Animal Science. – 2024. – Vol. 102. – Art. skad410. – DOI: 10.1093/jas/skad410.
7. Смагулов Д.Б., Юлдашбаев Ю.А., Шахтамиров И.Я. Селекционно-генетические показатели хозяйственно-полезных признаков курдючных овец // Главный зоотехник. – 2017. – № 4. – С. 28–34.
8. Hassan F.A., Mohammed M.I., Al-Shorepy S.A. Growth performance and carcass characteristics of purebred and crossbred lambs under extensive systems // Small Ruminant Research. – 2011. – Vol. 100. – P. 1–6. – DOI: 10.1016/j.smallrumres.2011.03.009.
9. Karim S.A., Santra A. Effect of crossbreeding on growth performance and carcass traits of lambs // Tropical Animal Health and Production. – 2010. – Vol. 42. – P. 153–159. – DOI: 10.1007/s11250-009-9401-0.
10. Galal S., Gürsoy O., Shaat I. Sheep breeding programs in developing countries: review // Small Ruminant Research. – 2008. – Vol. 74. – P. 1–14. – DOI: 10.1016/j.smallrumres.2007.07.004.

References

1. Altynbek E., Isakov K., Bayniyetova M., Shaugimbayeva N., Kulatayev B. Uluchshenie geneticheskogo potentsiala produktivnosti myaso-salnykh ovets // Izdenister, natizheler. – 2025. – No. 4. – P. 88–95. [In Russ.].
2. Nurzhanova K.Kh., Burambayeva N.B., Satieva K.R., Kozhebayev B.Zh., Nusupov A.M. Osnovnye khozyaystvenno-poleznye priznaki molodnyaka ovets vnutripородnykh tipov // Gylm zhane bilim. – 2025. – Vol. 5, No. 2(79). – P. 112–119. – DOI: 10.52578/2305-9397-2025-2-5-12-21. [In Russ.].
3. Zhumadilla K., Ospanov S.R., Akhatov A., Zhumadillayev N.K., Sadykulov T.S., Adylkanova Sh.R., Burambayeva N.B., Yesengaliyev K.E., Abzhanov R.K., Akhmetov E.K. Instruksiya po bonitirovke kurdyuchnykh ovets. – Taldykorgan, 2017. – 36 p. [In Russ.].
4. Kosilov V.I., Andrienko D.A., Nikonova E.A. Morfologicheskiy sostav tush molodnyaka ovets kazakhskoy kurdyuchnoy porody // Vestnik Oshskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2023. – No. 3. – P. 74–80. [In Russ.].
5. Kashan N.E.J., Manafi Azar G.H., Afzalzadeh A. Effect of crossbreeding on growth, feed efficiency and carcass characteristics of Lori-Bakhtiari and Romanov lambs // Livestock Science. – 2018. – Vol. 214. – P. 18–24. – DOI: 10.1016/j.livsci.2018.05.018.
6. Vargas Jurado N., Garrick D.J., Golden B.L. Combined purebred and crossbred genetic evaluation of Columbia and Suffolk lambs // Journal of Animal Science. – 2024. – Vol. 102. – Art. skad410. – DOI: 10.1093/jas/skad410.
7. Смагулов Д.Б., Юлдашбаев Ю.А., Шахтамиров И.Я. Селекционно-генетические показатели хозяйственно-полезных признаков курдючных овец // Главный зоотехник. – 2017. – № 4. – С. 28–34.

8. Hassan F.A., Mohammed M.I., Al-Shorepy S.A. Growth performance and carcass characteristics of purebred and crossbred lambs under extensive systems // Small Ruminant Research. – 2011. – Vol. 100. – P. 1–6. – DOI: 10.1016/j.smallrumres.2011.03.009.

9. Karim S.A., Santra A. Effect of crossbreeding on growth performance and carcass traits of lambs // Tropical Animal Health and Production. – 2010. – Vol. 42. – P. 153–159. – DOI: 10.1007/s11250-009-9401-0.

10. Galal S., Gürsoy O., Shaat I. Sheep breeding programs in developing countries: review // Small Ruminant Research. – 2008. – Vol. 74. – P. 1–14. – DOI: 10.1016/j.smallrumres.2007.07.004.

А.А.Темиржанова^{1*}, Б.С. Ахметова², А.Ж. Исмаилова²

¹«Торайғыров университет» КеАҚ, 140008, Қазақстан, Павлодар қаласы, Ломова көшесі 64, e-mail: alma.temirzhanova.74@mail.ru

²«Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Семей қаласы, Глинки көшесі 20А, e-mail: bako_84_21@mail.ru

²«Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Семей қаласы, Глинки көшесі 20А, e-mail: erkin_ainur87@mail.ru

БУДАН ЖӘНЕ ТАЗА ТҰҚЫМДЫ ҚОЙ ЖАС ТӨЛДЕРІНІҢ ӨСУІН, ДАМУЫН ЖӘНЕ ӨНІМДІЛІГІН САЛЫСТЫРМАЛЫ БАҒАЛАУ

Қазіргі кезде қой шаруашылығын дамыту жағдайында жануарлардың генетикалық әлеуетін тиімді пайдалану негізінде олардың өнімділігін арттырудың маңызы зор. Абай облысы мен Шығыс Қазақстан облысының шаруашылықтарында өсірілетін таза тұқымды және будан жас төлдерге салыстырмалы баға беру ерекше қызығушылық тудырады.

Зерттеудің негізгі міндеттерінің бірі шығу тегіне қарай әртүрлі жас төлдердің өнімділік және биологиялық ерекшеліктерін зерттеу болды. Зерттеу барысында олардың өсуі мен дамуының көрсеткіштері, тірілей салмағы, тәуліктік орташа салмақ қосуы, мал басының сақталуы және бейімделу қабілеті талданды.

Зерттеу нәтижелері будан жас төлдердің кейбір жағдайларда өсу қарқындылығының жоғары болуымен, өміршеңдігімен және қоршаған орта жағдайларына жақсы бейімделуімен ерекшеленетінін көрсетті. Бұл құбылыс гетерозис әсерінің байқалуымен байланысты болуы мүмкін. Ал таза тұқымды жануарлар тұқым қуалайтын өнімділік белгілерінің біркелкілігі мен тұрақтылығымен ерекшеленеді, бұл асыл тұқымдық жұмыста маңызды рөл атқарады. Сонымен қатар, азықтандыру, күтіп-бағу жағдайлары және климаттық факторлардың жануарлардың өнімділік әлеуетін жүзеге асыруға елеулі әсер ететіні анықталды.

Алынған нәтижелер өңірдегі қой шаруашылықтарында селекциялық-асыл тұқымдық жұмысты жетілдіру және өндірісті тиімді ұйымдастыру барысында пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздері: қой шаруашылығы, будан жас төлдер, тірілей салмақ, жүн өнімділігі, ет өнімділігі, сою.

A.Temirzhanova^{1*}, B. Akhmetova², A. Ismailova²

¹NJSC «Toraighyrov University», 140008, Kazakhstan, Pavlodar, 64 Lomov St., e-mail: alma.temirzhanova.74@mail.ru

²NJSC «Shakarim University», 071410, Kazakhstan, Semey, 20A Glinka St., e-mail: bako_84_21@mail.ru

²NJSC «Shakarim University», 071410, Kazakhstan, Semey, 20A Glinka St., e-mail: erkin_ainur87@mail.ru

COMPARATIVE ASSESSMENT OF GROWTH, DEVELOPMENT, AND PRODUCTIVITY OF CROSSBRED AND PUREBRED SHEEP YOUNG STOCK

In modern sheep farming, increasing animal productivity through the effective utilization of their genetic potential is of great importance. Of particular interest is the comparative assessment of purebred and crossbred young sheep raised on farms in Abai Region and East Kazakhstan Region. One of the main objectives of the study was to examine the productive and biological characteristics of young sheep of different origins. The study analyzed growth and development indicators, live weight, average daily weight gains, livestock survival rates, and the animals' adaptive capacity.

The results showed that crossbred young sheep, in some cases, were characterized by higher growth intensity, viability, and better adaptability to environmental conditions, which may be associated with the manifestation of heterosis. Purebred animals, in turn, were distinguished by greater uniformity and stability of genetically determined productive traits, which is particularly important for breeding work. A significant influence of feeding and housing conditions, as well as climatic factors, on the realization of the animals' productive potential was also established. The findings can be used to improve selection and breeding practices and to organize sheep production more effectively in the region.

Keywords: sheep farming, crossbred young sheep, live weight, wool productivity, meat productivity, slaughter.

Сведения об авторах

Темиржанова Алма Абеугазиновна^{1*} – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, НАО «Торайгыров университет», ул.Ломова,64, г.Павлодар,140008,Казахстан,е-mail: alma.temirzhanova.74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5099-6219>

Ахметова Балнур Сериковна² - кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой «Сельское хозяйство», НАО «Шәкәрім университет», улица Глинки 20А, г.Семей, 071410, Казахстан, е-mail: bako_84_21@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4477-752X>

Исмайлова Айнур Жаркыновна² - PhD, и.о. ассоциированного профессора, НАО «Шәкәрім университет», улица Глинки 20А, г.Семей, 071410, Казахстан,е-mail: erkin_ainur87@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1931-9946>

Авторлар туралы мәліметтер

Темиржанова Алма Абеугазиновна^{1*} – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор «Торайгыров университет» КеАҚ, Павлодар қаласы, Ломова көшесі,64,140008,Қазақстан, е-mail: alma.temirzhanova.74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5099-6219>

Ахметова Балнур Сериковна² – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Ауыл шаруашылығы» кафедрасының меңгерушісі, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, Глинки көшесі 20А, Семей қаласы, 071410, Қазақстан, е-mail: bako_84_21@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4477-752X>

Исмайлова Айнур Жаркыновна² - PhD, қауымдастырылған профессор м.а., «Шәкәрім университеті» КеАҚ, Глинки көшесі 20А, Семей қаласы, 071410, Қазақстан, е-mail: erkin_ainur87@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1931-9946>

Information about the authors

Temirzhanova Alma Abeugazinova^{1*} – Candidate of Agricultural Sciences, Professor NJSC «Toraighyrov University», Lomova str.64, Pavlodar,140008,Kazakhstan, е-mail: alma.temirzhanova.74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5099-6219>

Akhmetova Balnur Serikovna² – candidate of Agricultural Sciences, NJSC «Shakarim University», 20A, Glinka St., Semey, 071410, Kazakhstan, е-mail: bako_84_21@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4477-752X>

Ismailova Ainur Zharkynovna² - PhD, Acting Associate Professor, NJSC «Shakarim University», 20A Glinka Street, Semey, 071410, Kazakhstan, е-mail: erkin_ainur87@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1931-9946>

Поступила в редакцию 21.08.2026
Поступила после доработки 21.09.2026
Принята к публикации 29.9.2026

DOI:
IRSTI: 68.39.01

Ye. Dulatbay*

NJSC «Shakarim University», 071410, Kazakhstan, Semey, 20A Glinka St.

*e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz

POTENTIAL AND KEY BARRIERS TO THE DEVELOPMENT OF ORGANIC ANIMAL HUSBANDRY IN KAZAKHSTAN: AN INTEGRATED SPATIAL AND ECONOMIC ASSESSMENT

Abstract: This study develops a reproducible spatial and economic framework for prioritising the transition of Kazakhstan livestock farms to organic production. Methods. A multi-criteria index combines four blocks: spatial and environmental suitability, production readiness, financial viability, and behavioural and institutional readiness. Indicators are normalised to a 0–1 scale, aggregated with equal block weights, and constrained by a minimum environmental score of 0.55. Four five-year scenarios are compared: baseline, pasture expansion, shelterbelt conservation, and an integrated organic system. National pasture statistics and legal and sectoral sources provide the contextual baseline; scenario parameters are model assumptions rather than observed farm outcomes. Results. The model produces index values of 0.50, 0.53, 0.57, and 0.73, respectively. Pasture expansion fails the environmental threshold despite higher production and financial scores. The integrated scenario remains first under alternative weights and input perturbations. Conclusion. Expansion of grazing area alone is insufficient. Priority should be given to farms and districts where controlled grazing, water access, shelterbelt protection, traceability, certified feed, veterinary services, processing, and market access can be implemented as one value chain. Farm-level geospatial, production, financial, and survey data are required before investment decisions.

Keywords: organic animal husbandry, pastures, protective shelterbelts, spatial assessment, economic efficiency, certification, Kazakhstan

Introduction

Agriculture remains an important part of Kazakhstan's economy, particularly in terms of food security, rural livelihoods, and livestock production. Since the transition from the Soviet agricultural system, the country has introduced market-oriented reforms while continuing to face a number of economic, environmental, and institutional challenges. Against this background, organic animal husbandry has attracted growing attention as an approach that may help combine livestock production with more sustainable use of natural resources and improved animal welfare [1–4].

Livestock farming is especially important for Kazakhstan because of the country's large pasture areas and long tradition of grazing-based animal production. At the same time, the sector faces several persistent challenges, including differences in farm structure, relatively low productivity in some production systems, and a strong dependence on natural pastures. These characteristics create both opportunities and limitations for organic livestock farming. Extensive grazing systems may provide a suitable basis for more sustainable production, but their further development requires better pasture management, efficient use of feed resources, and appropriate technologies. The use of crop residues and agricultural by-products as feed, together with manure recycling, may also help reduce production costs and improve resource efficiency [3–5].

The development of organic livestock farming also depends strongly on government policy and institutional support. In Kazakhstan, state programs have traditionally supported livestock production through subsidies, infrastructure development, and measures aimed at increasing agricultural output and competitiveness. Organic production, however, involves additional requirements. Farmers need access to certification, reliable traceability systems, veterinary and animal-health services, appropriate pasture management, processing facilities, and markets for organic products. It is therefore important to distinguish between livestock raised under traditional pasture-based conditions and livestock that meets formal organic production and certification requirements [2, 4].

Conditions for developing organic livestock farming also differ considerably between regions. Kazakhstan is a large country, and regions vary in their pasture resources, climate, farm structure, infrastructure, and access to markets. For example, livestock-producing areas such as Akmola and West Kazakhstan may face different production and market conditions. This suggests that the expansion of organic farming cannot rely on a single approach across the country. Regional

strategies should take local conditions into account and support farmers through extension services, technology transfer, cooperation, processing facilities, and improved market access [2–4].

Market development is another important factor. The future of organic livestock production will depend not only on farmers' ability to produce organic products but also on whether consumers are willing to purchase them and whether producers can access profitable domestic and international markets. Certification and traceability are particularly important because they provide consumers and buyers with confidence that products meet organic standards. At the same time, stable supply chains, processing capacity, consumer awareness, and cooperation between the public and private sectors are needed to support the development of this market [2, 3].

Despite the potential of Kazakhstan's livestock sector, there is still limited empirical evidence on how widely organic practices are actually adopted and what factors influence farmers' decisions to adopt them. More detailed information is needed on certified farms, pasture and feed management, animal health, productivity, production costs, and the economic performance of organic systems. It is also important to understand how farmers perceive organic production, including its potential benefits, costs, risks, and practical difficulties. Such information can help determine whether existing subsidies, certification systems, extension services, and market-support measures adequately address the needs of farmers interested in organic production.

For this reason, the development of organic animal husbandry should not be assessed only in terms of Kazakhstan's natural resources. Although the country has extensive pastures and favorable conditions for grazing livestock, the availability of these resources does not automatically lead to certified organic production. Farmers' decisions are also shaped by economic opportunities, access to finance and information, market conditions, perceived risks, and the institutional environment. Examining these factors together provides a more realistic understanding of the opportunities and barriers associated with the transition to organic livestock farming [2–4].

Kazakhstan has considerable potential for developing organic livestock production, particularly because of its extensive pasture resources and established livestock-farming traditions. However, realizing this potential requires more than the availability of land and animals. Farmers need clear certification procedures, reliable traceability, technical and advisory support, appropriate processing infrastructure, and access to stable markets. At the same time, more farm-level and region-specific evidence is needed to understand what encourages or prevents farmers from adopting organic practices. Such evidence can provide a stronger basis for policies and practical measures aimed at supporting the gradual development of organic animal husbandry in Kazakhstan [2–4].

The potential for organic animal husbandry in Kazakhstan depends on the interaction of pasture resources, feed availability, certification, traceability, veterinary services, processing infrastructure, and market access. This study does not attempt to estimate the current national volume of certified organic livestock production; instead, it evaluates the resource potential and institutional conditions that may support or constrain its development.

The research objective was to construct and test an integrated index for comparing alternative pathways of organic livestock development in Kazakhstan. The scientific novelty lies in combining spatial-environmental, production, financial, and behavioural-institutional criteria within one transparent decision framework and applying an environmental feasibility constraint before scenario ranking. Unlike descriptive sector reviews, the proposed approach explicitly separates resource potential from certified organic production and identifies the farm-level data required for subsequent validation.

Materials and Methods

Study design and unit of analysis

The model is designed for application at district level for screening and at farm level for investment appraisal. The national analysis provides the contextual baseline; the operational unit is a farm or a spatially coherent group of cooperating farms. The recommended spatial resolution is the cadastral parcel and seasonal grazing unit, aggregated to rural district and district. The analytical horizon is five years, covering the conversion period and early certified operation.

Data sources and spatial variables

The framework uses official land-balance and agricultural statistics of the Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan, sectoral information of the Ministry of Agriculture, cadastral land-use layers, water-point and road locations, veterinary and processing infrastructure, Sentinel-2 or Landsat vegetation indices, digital elevation and distance surfaces, and farm records. International contextual indicators should be cross-checked against FAOSTAT and FiBL/IFOAM datasets for the

same reporting year. Because published pasture totals may differ by year and definition, no national pasture figure is treated as a farm-level capacity estimate. In a regional application, each land indicator must be linked to a specific reporting year, table or database, and access date.

Indicator system and normalisation

The index contains four blocks. Each block is calculated as a weighted mean of three indicators. Equal block weights of 0.25 are used in the base model to avoid claiming unsupported priority for one domain. Within each block, the weights sum to one. Positive indicators are normalised as $(x - x_{\min})/(x_{\max} - x_{\min})$; negative indicators, such as distance or unit cost, are normalised as $(x_{\max} - x)/(x_{\max} - x_{\min})$. Values outside the reference range are truncated to 0 or 1. When empirical minima and maxima are unavailable, policy targets and the 10th and 90th percentiles of the farm sample should define the reference range.

The relevant data are presented in Table 1.

Table 1 – Structure of the integrated efficiency index

Block and weight	Indicator	Direction	Within-block weight	Primary evidence
Spatial and environmental 0.25	Pasture condition and NDVI stability	Positive	0.40	Remote sensing and field survey
	Grazing pressure relative to carrying capacity	Negative	0.35	Stock records and forage yield
	Shelterbelt condition and protected area	Positive	0.25	Orthophoto and inventory
Production 0.25	Water-point accessibility	Positive	0.35	GIS network distance
	Certified feed coverage	Positive	0.35	Feed records and certificates
	Veterinary and traceability readiness	Positive	0.30	Farm audit
Financial 0.25	Discounted net benefit	Positive	0.45	Farm cash flow
	Payback period	Negative	0.30	Investment model
	Exposure to price and support changes	Negative	0.25	Sensitivity analysis
Behavioural and institutional 0.25	Willingness to certify	Positive	0.35	Farm survey
	Cooperation and service access	Positive	0.35	Survey and registry
	Market and processor commitment	Positive	0.30	Contracts and interviews

For scenario s , block b and indicator j , the integrated efficiency index is $I_s = \sum_b W_b (\sum_j w_{bj} z_{sbj})$, where W_b is the block weight, w_{bj} is the within-block weight, and z is the normalised indicator. The environmental constraint is applied before ranking: the spatial and environmental block must be at least 0.55, and stocking pressure must not exceed estimated carrying capacity. A scenario that violates either condition is marked infeasible even if its aggregate index is high. The value of 0.55 is a provisional screening threshold rather than an empirically established national standard. It was selected to prevent weak environmental performance from being compensated for solely by stronger economic or production scores and must be calibrated against observed vegetation condition, erosion risk, forage yield, and carrying capacity.

Scenario definitions

The relevant data are presented in Table 2.

Table 2 – Five-year scenario assumptions

Parameter	S0 Baseline	S1 Pasture expansion	S2 Shelterbelt conservation	S3 Integrated organic
Grazed area	Current	+20% accessible area	Current	+10% after suitability screening
Stocking pressure	Current	+15% livestock units	Current or -5%	At or below carrying capacity
Pasture rotation	Limited	25% of grazing units	50%	80%
Functional shelterbelts	Current condition	No targeted action	+20% restored length	+25% restored and protected
Water points meeting access target	Current	+15%	+10%	+30%
Traceability and organic certification	Current	Current	Pilot coverage	Full pilot-chain coverage
Processing and market linkage	Fragmented	Fragmented	Partial	Contracted certified chain

The assumptions are transparent stress-test inputs, not measured changes. A regional application must replace them with observed farm values and documented project costs. The expansion scenario is deliberately tested as a partial intervention; it adds accessible grazing area without simultaneously resolving certification, shelterbelt condition, traceability, and processing constraints. The percentage changes in Table 2 are bounded scenario assumptions used to test model behaviour; they are not observed national trends and must be replaced by documented farm or district values in empirical applications.

Economic model

The financial block uses discounted incremental cash flow. Net present value equals the discounted sum of additional organic-price revenue, avoided losses, support payments, and additional operating benefits minus certification, conversion, water, fencing, shelterbelt, traceability, transport, and processing costs. Payback is the first year in which cumulative discounted cash flow becomes non-negative. The break-even organic premium is calculated as the annualised net transition cost divided by certified sale volume and the conventional unit price.

Because verified farm-level cost, certification expenditure, and organic livestock price-premium data were not available for the present modelling exercise, the financial ranges are exploratory stress-test assumptions rather than observed Kazakhstan averages. They are used only to examine model behaviour. Future applications should replace them with audited farm accounts, certification quotations, processor contracts, and observed market prices.

Farm survey and validation protocol

A subsequent empirical validation stage is proposed for the behavioural and institutional block. It should use a stratified sample of at least 120 livestock farms, with approximately 30 farms in each of the western, northern, central-eastern, and southern/south-eastern macroregions. This survey has not yet been conducted and is not part of the present dataset. Strata should include herd size, legal form, remoteness, and production type. The questionnaire should cover certification knowledge, willingness to convert, acceptable cost and conversion period, traceability practices, cooperation, service access, expected price premium, perceived risks, and intended market. Certification bodies, veterinary services, processors, and buyers should be interviewed separately. The final sample size must be recalculated from the actual farm population and desired confidence interval.

Sensitivity and uncertainty analysis

Robustness was tested by varying each block weight by $\pm 20\%$ and renormalising all weights to sum to one. Scenario component scores were additionally perturbed within ± 0.03 to represent uncertainty in normalisation and expert assumptions. The analysis evaluates whether the ordering of feasible scenarios changes under plausible parameter variation; it does not substitute for statistical uncertainty based on observed farm data. Future empirical applications should report the software

environment, number of simulation iterations, random seed where applicable, and the complete parameter matrix.

Results

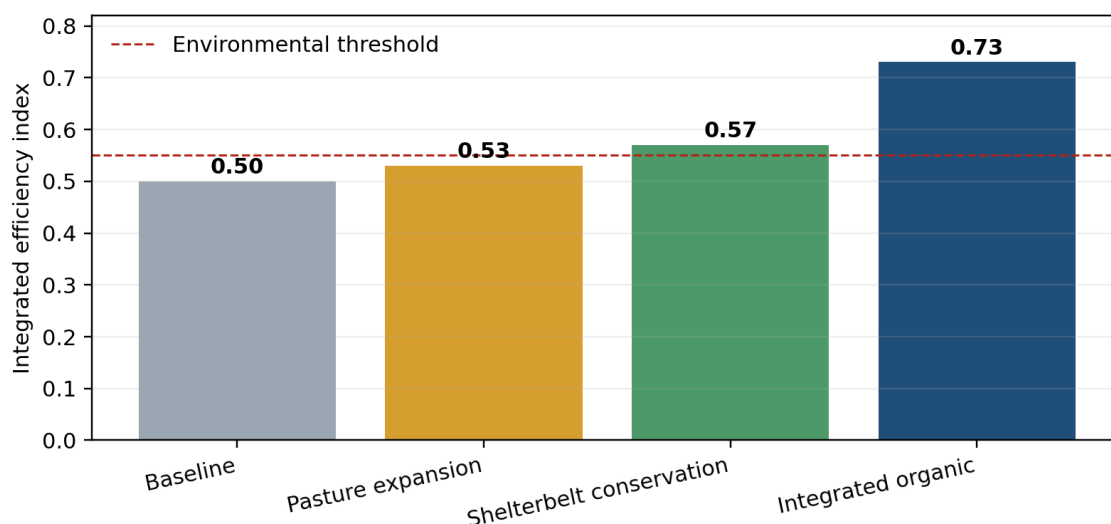
Scenario performance

The relevant data are presented in Table 3.

Table 3 – Modelled block scores and feasibility

Scenario	Environmental	Production	Financial	Institutional	Integrated index	Feasible
S0 Baseline	0.52	0.55	0.45	0.48	0.50	No: $E < 0.55$
S1 Pasture expansion	0.43	0.64	0.57	0.48	0.53	No: $E < 0.55$
S2 Shelterbelt conservation	0.68	0.54	0.50	0.56	0.57	Yes
S3 Integrated organic	0.78	0.75	0.69	0.70	0.73	Yes

The baseline score is 0.50 and does not meet the environmental threshold. Pasture expansion improves production and financial scores, raising the aggregate index to 0.53, but its environmental score falls to 0.43 because additional area and livestock pressure are not paired with rotation, shelterbelt restoration, and ecological screening. It is therefore rejected before ranking. Shelterbelt conservation reaches 0.57 and is feasible, but gains remain limited by certification and market-chain gaps. The integrated organic scenario obtains 0.73 and exceeds the threshold in every block.



The results are illustrated in Figure 1.

Figure 1 – Integrated index under four scenarios. The dashed line shows the minimum environmental block score; it is not an aggregate-index cut-off.

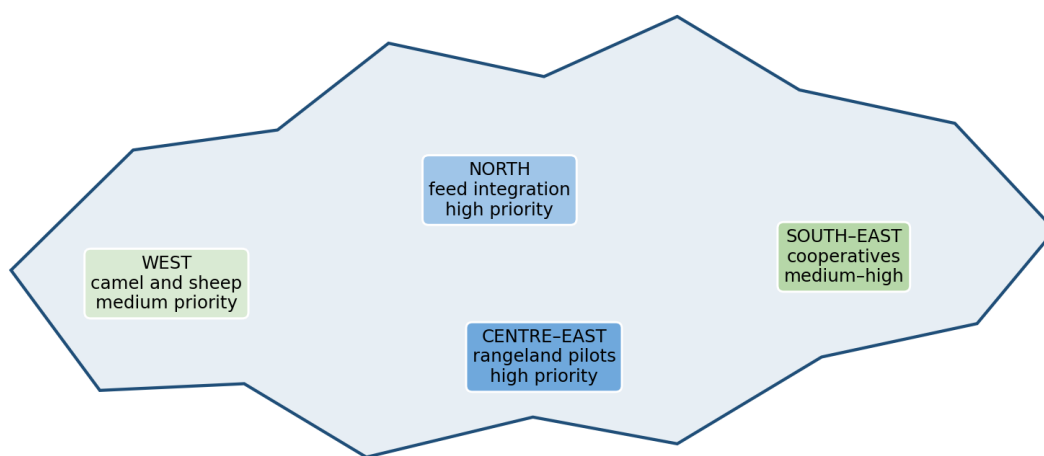
Sensitivity analysis

Weight variation changes the baseline index within 0.49–0.51, pasture expansion within 0.51–0.55, shelterbelt conservation within 0.55–0.59, and the integrated scenario within 0.71–0.75. Under the tested weight and component-score perturbations, the integrated scenario retains the highest index among feasible scenarios. The small difference between the pasture-expansion and shelterbelt scenarios is not treated as decisive on the index alone; feasibility is determined by the environmental threshold.

Spatial interpretation

Screening should identify clusters rather than isolated parcels. Northern districts may offer stronger links between certified crop and livestock farms. Central and eastern districts may suit

rangeland pilots where water and transport gaps can be closed. Southern and south-eastern districts require attention to fragmented farm structure and cooperative traceability. Western districts may support sheep and camel value chains, but aridity and distance raise water and logistics costs. These are hypotheses for screening, not administrative rankings.



The results are illustrated in Figure 2.

Figure 2 – Schematic macroregional screening framework. Boundaries and priority labels are conceptual and must be replaced by district-level GIS results before policy use.

Discussion

Kazakhstan has considerable potential for organic livestock production, largely because of its extensive pasture resources and long-established grazing systems. However, having large areas of pasture does not automatically mean that they can be used for certified organic production. Successful development also depends on pasture condition, water and feed availability, appropriate stocking rates, veterinary services, certification and traceability, as well as access to processing facilities and markets [6, 7].

These conditions differ considerably across Kazakhstan. Climate, vegetation, water availability, infrastructure, and livestock management practices vary between regions, which means that the same approach may not work equally well everywhere. The condition and productivity of pastures are particularly important because the number of hectares available says little about how many animals the land can support without degradation. This is especially relevant for livestock-producing regions such as Akmola and West Kazakhstan, where local environmental and production conditions need to be considered when assessing opportunities for organic farming [8, 9].

For these reasons, a gradual transition to organic production may be more practical than attempting large-scale conversion at once. Farmers need to meet requirements that extend beyond pasture management. Certified organic production also involves feed quality, recordkeeping, animal-health management, transportation, slaughter, processing, labeling, and traceability. This makes cooperation between farmers, certification bodies, veterinary and extension services, processors, and buyers particularly important. Cooperatives may help farmers share some of the costs associated with certification, processing, and marketing, although effective management and transparent traceability remain necessary [5, 8].

Environmental conditions should be considered together with economic benefits when decisions about organic livestock development are made. A production system may appear financially attractive but still place excessive pressure on pasture resources. Environmental thresholds, including the proposed value of 0.55, may therefore provide an additional tool for identifying situations in which ecological risks become unacceptable. Such assessments should ideally be supported by field data on vegetation condition, erosion, forage availability, and carrying capacity. Shelterbelts and other protective measures may also be useful in areas affected by wind erosion, uneven snow distribution, or heat stress. Their benefits, however, need to be weighed against water requirements, establishment costs, maintenance, and local environmental conditions [6–8].

Another important issue is the distinction between pasture-based and certified organic livestock production. Animals raised mainly on natural pastures are not necessarily produced according to organic standards. Certification requires documented compliance throughout the production chain, from feed and animal management to transportation, processing, labeling, and final product traceability. This distinction is particularly important when estimating Kazakhstan's potential for organic livestock production, as pasture resources alone may otherwise lead to an overestimation of the sector's actual readiness for organic certification.

Market conditions are equally important. Farmers are more likely to consider organic production when certification provides access to reliable markets and sufficient economic returns. This requires consumer confidence, transparent standards, stable supply chains, processing facilities, and buyers willing to pay for certified products. Cooperation between farmers, processors, certification organizations, businesses, and public institutions may therefore be just as important as improvements made at the farm level [8].

At the same time, there is still limited empirical information on the actual development of organic livestock farming in Kazakhstan. More region-specific data are needed on the number of certified farms, pasture management, productivity, animal welfare, production costs, and economic performance. Some of the available studies also address broader agricultural transitions rather than certified organic livestock production specifically in Kazakhstan. For this reason, estimates of production and market potential should be interpreted carefully until more farm-level evidence becomes available [6–10].

Taken together, the available evidence suggests that the development of organic livestock farming in Kazakhstan is likely to depend on gradual changes adapted to local conditions rather than a single nationwide model. Better pasture and feed management, veterinary support, certification and traceability, processing facilities, and stronger links between farmers and markets are all important. These measures should be accompanied by regular assessment of pasture condition and carrying capacity so that production growth does not come at the expense of rangeland sustainability. Farmer cooperation, extension services, technology transfer, and appropriate policy support could further help translate Kazakhstan's considerable natural potential into a viable certified organic livestock sector [8–10].

Conclusion

Within the proposed model, the integrated organic scenario produced the strongest balance across environmental, production, financial, and institutional criteria, whereas pasture expansion alone failed the environmental feasibility condition. These results are scenario-based and should be interpreted as evidence about the internal logic of the decision framework rather than as measured national outcomes.

Future district- and farm-level studies should test the framework using parcel-level GIS data, official certification records, audited farm accounts, verified feed sources, veterinary and traceability records, processor capacity, market contracts, and a stratified farm survey. This validation is necessary before the index is used for subsidy allocation, investment ranking, or estimates of the national organic livestock sector.

References

1. Wang S., Dulatbay Y., Sun P., Yessengaliyeva S., Ling T.J., Kozhayeva A., Sugirbay A., Begeyeva M., Nartay B. The role of risk preferences in transitioning to organic livestock farming: evidence from Kazakhstan // *International Journal of Agriculture and Biosciences*. – 2026. – Vol. 15, No. 1. – P. 354–363. – DOI: 10.47278/journal.ijab/2025.191.
2. Erokhin V., Diao L., Du P. Sustainability-related implications of competitive advantages in agricultural value chains: evidence from Central Asia–China trade and investment // *Sustainability*. – 2020. – Vol. 12, No. 3. – Art. 1117. – DOI: 10.3390/su12031117.
3. Kassenbayev G., Kerimova U., Rakhimzhanova G., Shalgimbayeva K. Animal husbandry market in Kazakhstan: dynamics and prognosis // *Scientific Horizons*. – 2024. – Vol. 27, No. 4. – P. 176–188. – DOI: 10.48077/scihor4.2024.176.
4. Popov V. Successes and failures of industrial policy: lessons from transition (post-communist) economies of Europe and Asia // *SSRN Electronic Journal*. – 2019. – DOI: 10.2139/ssrn.3427080.
5. Athukorala P., Hill H. Trade policy in a “double-landlocked” transition economy: Kyrgyzstan // *World Economy*. – 2023. – Vol. 46, No. 12. – P. 3455–3471. – DOI: 10.1111/twec.13416.

6. Dashbal B., Bestelmeyer B.T., Densambuu B., Ulambayar B., Sainnemekh S., Zee J.V., Williamson J.C., Battur A., Tseelei E. Implementing a resilience-based management system in Mongolia's rangelands // *Ecosphere*. – 2023. – Vol. 14, No. 10. – e4665. – DOI: 10.1002/ecs2.4665.
7. Łuczka W., Kalinowski S. Barriers to the development of organic farming: a Polish case study // *Agriculture*. – 2020. – Vol. 10, No. 11. – Art. 536.
8. Dzhangarasheva N.V., Rakhimzhanova G.M. Overview of grazing as a land use system in Kazakhstan // *Evergreen*. – 2023. – Vol. 10, No. 2. – P. 658–666. – DOI: 10.5109/6792812.
9. Kerven C., Robinson S., Behnke R.H. Pastoralism at scale on the Kazakh rangelands: from clans to workers to ranchers // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. – 2021. – Vol. 4. – Art. 590401. – DOI: 10.3389/fsufs.2020.590401.
10. Łuczka W., Smoluk-Sikorska J., Wojciechowska-Solis J. Opportunities and barriers to the development of organic farming from the perspective of conventional farms // *European Research Studies Journal*. – 2024. – Vol. 28. – P. 607–619.

Е.А. Дулатбай

«Шәкәрім университеті», 071410, Қазақстан, Семей, Глинка 20А

*e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz

ҚАЗАҚСТАНДА ОРГАНИКАЛЫҚ МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ДАМУ ӨЛЕУЕТІ МЕН НЕГІЗГІ КЕДЕРГІЛЕРІ: КЕҢІСТІКТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ

Қазақстандағы мал шаруашылығы кәсіпорындарының органикалық өндіріске көшу басымдықтарын анықтауға арналған кеңістіктік-экономикалық бағалау әдістемесін әзірлеу. Әдістері. Интегралдық индекс кеңістіктік-экологиялық, өндірістік, қаржылық және мінез-құлықтық-институционалдық блоктарды біріктіреді. Көрсеткіштер 0–1 аралығында қалыптандырылып, блоктарға 0,25-тен тең салмақ берілді. Экологиялық блок үшін 0,55 ең төменгі шек белгіленді. Бес жылдық төрт сценарий салыстырылды: бастапқы жағдай, жайылымды кеңейту, қорғаныш орман жолақтарын сақтау және интеграцияланған органикалық жүйе. Нәтижелері. Сценарийлер бойынша индекс тиісінше 0,50; 0,53; 0,57 және 0,73 болды. Жайылымды кеңейту сценарийі өндірістік көрсеткіштерді жақсартқанымен, экологиялық шектен өтпеді. Интеграцияланған сценарий салмақтар мен бастапқы мәндер өзгерген жағдайда да бірінші орынды сақтады. Қорытынды. Жайылым аумағын ұлғайту жеткіліксіз. Басымдық реттелетін жаюды, суаттарды, орман жолақтарын қорғауды, малды қадағалауды, сертификатталған жемшөпті, ветеринариялық қызметті, өңдеуді және өткізуді бір тізбекке біріктіре алатын шаруашылықтар мен аудандарға берілуі тиіс. Нәтижелер модельдік сипатта және шаруашылық деңгейіндегі деректермен тексеруді қажет етеді. Нақты деректермен толықтырылған жағдайда әдістеме аудандарды салыстыруға және органикалық көшу шараларының басым ретін негіздеуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: органикалық мал шаруашылығы, жайылым, қорғаныш орман жолақтары, кеңістіктік бағалау, экономикалық тиімділік, сертификаттау, Қазақстан

Е.А. Дулатбай

«Шәкәрім университеті», 071410, Қазақстан, Семей, Глинка 20А

*e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz

ПОТЕНЦИАЛ И ОСНОВНЫЕ БАРЬЕРЫ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЖИВОТНОВОДСТВА В КАЗАХСТАНЕ: ПРОСТРАНСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Разработать воспроизводимую методику пространственно-экономической оценки приоритетов перехода животноводческих хозяйств Казахстана к органическому производству. Методы. Интегральный индекс объединяет пространственно-экологический, производственный, финансовый и поведенческо-институциональный блоки. Показатели нормированы в диапазоне 0–1, каждому блоку присвоен равный вес 0,25, а для экологического блока установлен минимальный порог 0,55. Сопоставлены четыре пятилетних сценария: исходные условия, расширение пастбищ, сохранение защитных лесополос и интегрированная органическая система. Результаты. Значения индекса

составили соответственно 0,50; 0,53; 0,57 и 0,73. Сценарий расширения пастбищ не прошёл экологический порог, несмотря на улучшение производственных и финансовых показателей. Интегрированный сценарий сохранил первое место при изменении весов и исходных оценок. Выводы. Простого увеличения площади выпаса недостаточно. Приоритет следует отдавать хозяйствам и районам, где регулируемый выпас, водообеспечение, защита лесополос, прослеживаемость, сертифицированные корма, ветеринарное обслуживание, переработка и сбыт могут быть объединены в единую цепочку. Результаты имеют модельный характер и требуют проверки на пространственных, производственных, финансовых и анкетных данных хозяйств. После заполнения фактическими данными методика может использоваться для сопоставления районов и обоснования приоритетов перехода.

Ключевые слова: органическое животноводство, пастбища, защитные лесополосы, пространственная оценка, экономическая эффективность, сертификация, Казахстан

Information about the authors

Dulatbay Yerassyl – PhD, NJSC «Shakarim University», 071410, Kazakhstan, Semey, Glinka str. 20A, e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3799-593X>

Авторлар туралы мәлімет

Дулатбай Ерасыл Алтайұлы - PhD, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Глинка 20 А, e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3799-593X>

Сведения об авторах

Дулатбай Ерасыл Алтайұлы - PhD, НАО «Шәкәрім университет», 071410, Казахстан, Семей, Глинка 20 А, e-mail: e.dulatbai@shakarim.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3799-593X>

Поступила в редакцию 02.09.2026

Поступила после доработки 22.09.2026

Принята к публикации 30.09.2026

ВЕТЕРИНАРИЯ

VETERINARY

ВЕТЕРИНАРИЯ

DOI:

MPHTI: 68.41.55

А.Т. Бактыгалиева¹, И.М. Абирова², А.Е. Ахметжанова^{3*}, А.Б. Жексенаева³

¹Баишев Университет, 030000, Республика Казахстан, г. Актобе, ул. Братьев Жубановых, 302А

²Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51

³НАО «Шәкәрім университет», 071410, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20А

*e-mail: a.akhmetzhanova@shakarim.kz

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ СМЕШАННЫХ ИНВАЗИЙ У ОВЕЦ В ХОЗЯЙСТВАХ «САНЖАР», «АЙДАР» И «АЗБЕРГЕН»

Аннотация: Изучены видовой состав эймерий, распространённость стронгилоидной и смешанной эймерийно-стронгилоидной инвазий, а также их возрастная и сезонная динамика. Исследования выполняли в 2024–2026 гг. Обследование животных проводили в хозяйствах «Санжар» Восточного Казахстана, а также «Айдар» и «Азберген» области Абай. Всего исследовано 1800 овец, из них 1440 животных — в Восточном Казахстане и 360 — в области Абай. Паразитологические исследования выполняли методами полного гельминтологического вскрытия и прижизненной диагностики. Для выявления ооцист эймерий и яиц гельминтов исследовали фекалии с последующей микроскопией. Видовую принадлежность эймерий определяли по морфологическим признакам ооцист, спороцист и спорозоитов. В результате у овец выявлено семь видов эймерий: *Eimeria ahsata*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. intricata*, *E. ovina*, *E. ovinoidalis* и *E. parva*, а также один вид нематод — *Strongyloides papillosus*. В Восточном Казахстане моноинвазия эймериями выявлена у 441 овцы (30,8%), стронгилоидная инвазия — у 125 (8,7%), смешанная эймерийно-стронгилоидная инвазия — у 388 животных (26,9%). В области Абай соответствующие показатели составили 33,6%, 13,1% и 25,0%. Установлена зависимость зараженности от возраста животных, сезона года и географической зоны выпаса. Наиболее высокая зараженность эймериями отмечена у молодняка до одного года, тогда как стронгилоидная инвазия чаще выявлялась у животных старше одного года. Наибольшая интенсивность эймерийной инвазии отмечена в летний период. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости комплексной диагностики и проведения дифференцированных профилактических мероприятий с учетом возрастных и сезонных особенностей паразитарных инвазий.

Ключевые слова: эймерии, эймериоз, *Eimeria ovinoidalis*, *Strongyloides papillosus*, стронгилоидоз, овцы, смешанная инвазия, паразитоценоз.

Введение

Овцеводство является одной из важных отраслей животноводства Республики Казахстан. Овцы обеспечивают производство мяса, молока, шерсти, овчин и другой продукции животного происхождения. Эффективность отрасли непосредственно связана с ветеринарным благополучием хозяйств и сохранением высокой продуктивности животных.

Одной из существенных причин снижения продуктивности овец являются паразитарные болезни. Инвазионные заболевания способны вызывать нарушения функции желудочно-кишечного тракта, снижение приростов живой массы, ухудшение общего физиологического состояния, снижение резистентности организма и экономические потери в животноводческих хозяйствах [1, 2].

Особое место среди паразитарных болезней овец занимают эймериоз и стронгилоидоз. Эймериоз вызывается представителями рода *Eimeria*, которые являются внутриклеточными

паразитами кишечника. Заболевание особенно значимо для молодняка, поскольку высокая интенсивность заражения может сопровождаться повреждением кишечного эпителия и снижением прироста живой массы. Современные исследования также указывают на выраженную возрастную и сезонную зависимость распространения эймерий у овец [3, 4].

У овец зарегистрирован ряд видов *Eimeria*, среди которых *E. ahsata*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. intricata*, *E. ovina*, *E. ovinoidalis* и *E. parva*. Наиболее значимыми в отношении патологии у овец считаются отдельные виды, в частности *E. ovinoidalis* [5, 6]. Современные исследования подтверждают широкое распространение нескольких видов *Eimeria* у овец и зависимость уровня зараженности от возраста, условий содержания и сезона года.

Стронгилоидоз овец вызывается нематодой *Strongyloides papillosus*. Паразит распространен в различных регионах Казахстана [7]. В отличие от эймерий, особенности распространения стронгилоидов могут существенно различаться в зависимости от возраста животных, климатических условий и особенностей содержания.

В естественных условиях у животных нередко одновременно выявляются паразиты разных таксономических групп. Поэтому наряду с моноинвазиями имеют значение смешанные инвазии, при которых одновременно присутствуют эймерии и гельминты. Исследования казахских овец также подтверждают распространенность сочетанных паразитарных инфекций.

При смешанном паразитировании возможно усиление отрицательного воздействия инвазии на организм животного. Поэтому изучение паразитоценозов имеет не только теоретическое, но и практическое значение для совершенствования профилактики и лечения паразитарных заболеваний [8].

Цель исследования — изучить видовой состав и распространение эймерий и стронгилоидов у овец Восточного Казахстана и области Абай, а также определить возрастную, сезонную и территориальную динамику моно- и смешанных инвазий.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2024–2026 гг. в хозяйствах Восточного Казахстана и области Абай Республики Казахстан.

В исследование было включено 1800 овец, из которых 1440 животных были обследованы в Восточном Казахстане, а 360 — в области Абай.

Паразитологическое обследование овец осуществляли с использованием методов полного гельминтологического вскрытия и прижизненной диагностики. Полученный при проведении полного гельминтологического вскрытия материал помещали в хлопчатобумажные мешочки, маркировали и фиксировали в жидкости Барбагалло [9, 10].

Полученные результаты анализировали с учетом возраста животных, сезона года и географической зоны выпаса.

Результаты исследований

В результате паразитологических исследований у овец Восточного Казахстана и области Абай выявлено семь видов эймерий: *Eimeria ahsata*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. intricata*, *E. ovina*, *E. ovinoidalis* и *E. parva*.

В Восточном Казахстане из 1440 обследованных овец моноинвазия эймериями выявлена у 441 животного, что составило 30,8%.

Видовой состав эймерий зависел от географической зоны выпаса. В пустынной и полупустынной зоне выявлено три вида — *E. ovina*, *E. ovinoidalis* и *E. parva*. В предгорной зоне обнаружено пять видов: *E. ovina*, *E. ovinoidalis*, *E. faurei*, *E. intricata* и *E. parva*. В горной зоне выявлены все семь зарегистрированных видов.

Возраст животных оказывал выраженное влияние на уровень зараженности. Наиболее высокие показатели отмечены у молодняка до одного года — ЭИ 42,8% при ИИ 139,4 ооцист. С увеличением возраста животных показатели зараженности снижались.

У овец в возрасте до двух лет ЭИ составила 24,8% при ИИ 5,2 ооцист, у животных старше двух лет — 24,2% при ИИ 5,7 ооцист.

Сезонная динамика также характеризовалась выраженными различиями. Зимой ЭИ составляла 20,6% при ИИ 12,4 ооцист, весной — 21,1% при ИИ 6,8 ооцист, летом — 38,6% при ИИ 180,2 ооцист, осенью — 42,2% при ИИ 23,0 ооцист.

Таким образом, максимальная экстенсивность эймерийной инвазии отмечена осенью, тогда как максимальная интенсивность — летом.

При обследовании 1440 овец Восточного Казахстана *Strongyloides papillosus* выявлен у 125 животных, что составило 8,7%.

Стронгилоиды обнаружены во всех исследованных географических зонах. Наиболее высокий показатель экстенсивности зарегистрирован в предгорной зоне — 14,2% при ИИ 6,3 яйца.

В отличие от эймерий, стронгилоидная инвазия чаще выявлялась у животных старше одного года. ЭИ в этих возрастных группах составляла 10,6–12,1%, а ИИ — 5,6–8,0 яиц.

Выраженная сезонная динамика характеризовалась максимальной экстенсивностью зимой — 10,6% при ИИ 8,4 яйца. Весной ЭИ составляла 9,7% при ИИ 3,4 яйца, летом — 7,8% при ИИ 4,1 яйца, осенью — 6,7% при ИИ 4,8 яйца.

Таким образом, наиболее высокая экстенсивность стронгилоидной инвазии отмечена зимой и весной, а максимальная интенсивность — зимой.

Из 1440 обследованных овец Восточного Казахстана смешанная эймерийно-стронгилоидная инвазия выявлена у 388 животных, или 26,9%.

Средняя интенсивность смешанной инвазии составила 34,2 ооцисты эймерий и 6,8 яйца стронгилоидов. Таким образом, по количественной представленности эймерии превышали стронгилоидов примерно в пять раз.

Смешанная инвазия была зарегистрирована во всех исследованных географических зонах. Наибольшая экстенсивность инвазии отмечена в горной зоне и составила 32,5%, при этом интенсивность инвазии достигала 73,9 ооцист эймерий и 7,4 яйца стронгилоидов.

Распространённость смешанной инвазии варьировала в зависимости от возраста животных.

Наиболее высокая ЭИ отмечена у молодняка в возрасте от одного до двух лет — 30,6%. У молодняка до одного года этот показатель составил 26,3%, у взрослых животных — 24,0%.

Сезонная динамика ЭИ составляла 25,5% зимой, 25,8% весной, 28,1% летом и 27,2% осенью. Таким образом, некоторое повышение экстенсивности смешанной инвазии отмечено летом и осенью.

В области Абай обследовано 360 овец. Моноинвазия эймериями выявлена у 121 животного, или 33,6%.

Установлены семь видов эймерий: *E. ahsata*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. intricata*, *E. ovina*, *E. ovinoidalis* и *E. parva*.

Наиболее высокий уровень зараженности отмечен у молодняка до одного года — ЭИ 49,2% при ИИ 165,6 ооцист. У животных в возрасте до двух лет ЭИ составила 29,2% при ИИ 8,5 ооцист, у овец старше двух лет — 22,5% при ИИ 4,8 ооцист.

Сезонная динамика характеризовалась максимальными показателями летом — ЭИ 38,9% при ИИ 215,3 ооцист. Осенью ЭИ составляла 33,6% при ИИ 84,2 ооцист.

Полученные данные свидетельствуют о выраженном сезонном повышении интенсивности эймерийной инвазии в теплый период года.

Из 360 обследованных овец зараженными *Strongyloides papillosus* оказались 47 животных, что составило 13,1%, при средней ИИ 6,6 яйца.

Наиболее высокая экстенсивность инвазии зарегистрирована в осенний период и составила 13,3%, тогда как максимальная интенсивность отмечена летом — 7,5 яйца.

У ягнят в возрасте до одного года показатели зараженности были ниже по сравнению с животными других возрастных групп.

У молодняка в возрасте до двух лет наиболее высокая ЭИ отмечена летом — 26,7% при ИИ 7,2 яйца и осенью — 16,7% при ИИ 9,0 яиц.

У взрослых животных показатели стронгилоидной инвазии оставались относительно низкими и составляли 6,7–13,3% при ИИ 3,3–6,7 яйца.

Смешанная эймерийно-стронгилоидная инвазия выявлена у 90 из 360 обследованных овец, что составило 25,0%.

У молодняка до одного года наиболее высокая зараженность отмечена весной — 56,7% и осенью — 46,7%.

У молодняка в возрасте до двух лет ЭИ смешанной инвазии составляла 10,0% зимой, 36,7% весной, 23,3% летом и 26,7% осенью.

У взрослых животных показатели смешанной инвазии составляли 10,0–26,7% при ИИ 6–10 ооцист эймерий и 3–5 яиц стронгилоидов.

Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о широком распространении эймерийных и стронгилоидных инвазий у овец исследованных регионов Казахстана.

Выявление семи видов *Eimeria* соответствует данным ранее проведенных исследований паразитофауны овец Казахстана [11, 12]. Современные исследования также подтверждают, что у овец одновременно может циркулировать несколько видов эймерий, а структура эймериофауны зависит от региона, возраста животных, условий содержания и факторов окружающей среды.

Особого внимания заслуживает возрастная структура эймерийной инвазии. Максимальная зараженность зарегистрирована у молодняка до одного года. Повышенная восприимчивость молодняка согласуется с литературными данными, согласно которым наиболее выраженная клиническая и субклиническая значимость эймериоза наблюдается у молодых животных вследствие незрелости иммунной системы и высокой чувствительности кишечника.

Для *Eimeria* характерно формирование возрастной устойчивости после первичного контакта с паразитом, поэтому у взрослых животных интенсивность выделения ооцист обычно ниже. Однако наличие инфекции у взрослых овец сохраняет эпизоотологическое значение, поскольку они могут участвовать в загрязнении внешней среды ооцистами.

В настоящем исследовании наиболее высокая интенсивность эймерийной инвазии зарегистрирована летом. Это может быть связано с благоприятными температурными и влажностными условиями для развития и накопления инвазионных стадий паразита на пастбищах. Подобная сезонная зависимость также отмечается в современных эпидемиологических исследованиях овец.

Важным результатом является выявление различий между эймерийной и стронгилоидной инвазиями. Эймерии чаще обнаруживались у молодняка, тогда как стронгилоиды в исследованных группах чаще выявлялись у животных старше одного года. Это указывает на необходимость дифференцированного подхода к паразитологическому мониторингу животных разных возрастных групп.

Смешанная эймерийно-стронгилоидная инвазия выявлена у значительной доли исследованных животных. Наличие смешанных инвазий у пастбищных овец подтверждается и другими исследованиями казахских популяций овец.

При смешанной инвазии в настоящем исследовании по количественной представленности преимущественно доминировали эймерии. В Восточном Казахстане их количество превышало количество стронгилоидов примерно в пять раз, а в области Абай — примерно в восемь раз.

С практической точки зрения полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения комплексной диагностики. Исследование только одного вида паразитов может приводить к недооценке общей паразитарной нагрузки животного. Современные работы по овцеводству также рассматривают смешанные инфекции как важный фактор снижения продуктивности и здоровья животных.

Для профилактики необходимо учитывать возрастную структуру стада, сезонные пики зараженности, санитарное состояние мест содержания и пастбищную нагрузку. Контроль эймериоза должен включать снижение загрязнения окружающей среды ооцистами, поддержание санитарных условий и, при наличии показаний, применение разрешенных ветеринарных препаратов. Для контроля стронгилоидоза необходимо учитывать результаты паразитологического мониторинга и не допускать необоснованного или чрезмерного применения антигельминтиков.

Таким образом, профилактические мероприятия целесообразно проводить не по единой схеме для всего поголовья, а с учетом возраста животных, сезона и конкретной эпизоотологической ситуации хозяйства.

Заключение

В обследованных хозяйствах Восточного Казахстана и области Абай у овец выявлено семь видов эймерий: *Eimeria ahsata*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. intricata*, *E. ovina*, *E. ovinoidealis* и *E. parva*, а также один вид нематод — *Strongyloides papillosus*. Эймерии и стронгилоиды регистрировались как в форме моноинвазий, так и в составе смешанной эймерийно-стронгилоидной инвазии.

В Восточном Казахстане моноинвазия эймериями выявлена у 30,8% обследованных овец, стронгилоидная инвазия — у 8,7%, а смешанная эймерийно-стронгилоидная инвазия — у 26,9%. В области Абай соответствующие показатели составили 33,6; 13,1 и 25,0%.

Установлено, что выраженность эймерийной инвазии зависит от возраста животных, сезона года и зоны выпаса. Наиболее высокая зараженность эймериями отмечена у молодняка в возрасте до одного года, при этом максимальная интенсивность инвазии преимущественно регистрировалась в летний период. Стронгилоидная инвазия чаще выявлялась у животных старше одного года. В Восточном Казахстане наиболее высокие показатели стронгилоидной инвазии отмечались в зимне-весенний период, тогда как в области Абай — преимущественно в летне-осенний период.

В Восточном Казахстане наиболее высокие показатели эймерийной и смешанной инвазии установлены у овец, выпасающихся в горной зоне. Полученные данные свидетельствуют о выраженной зависимости паразитарной нагрузки от экологических условий, возраста животных и сезонных факторов.

Таким образом, результаты исследования подтверждают необходимость проведения комплексного паразитологического мониторинга овец с одновременным выявлением протозойных и гельминтных инвазий. При разработке профилактических мероприятий целесообразно учитывать возрастную структуру поголовья, сезонную динамику инвазий и особенности географических зон выпаса, что позволит повысить эффективность профилактики эймериоза, стронгилоидоза и их смешанных форм.

Список литературы

1. Сванбаев С.К. Кокцидиозы сельскохозяйственных животных Казахстана. — Алма-Ата: Наука, 1977. — 264 с.
2. Беркинбаев О., Сванбаев С.К. О кокцидиозе овец в комплексах Южного Казахстана // Современные проблемы протозоологии. — Вильнюс, 1982. — С. 46.
3. Исаков М.М. Виды возбудителей эймериоза овец // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. — 1984. — № 11. — С. 62–64.
4. Berkinbay O. Parasitocenosis and mixed invasions of sheep. — Almaty: Almanah, 2018. — 310 p.
5. Pellerdy L.P. Coccidia and coccidiosis. — Budapest, 1974. — 959 p.
6. Асанова Г.Н. Фауна эймерий овец Восточно-Казахстанской области // Меры по сохранению биоразнообразия Туркестанского региона: совместные действия МКТУ и WWF. — Туркестан, 2011. — С. 53–55.
7. Chartier C., Paraud C. Coccidiosis due to Eimeria in sheep and goats, a review // Small Ruminant Research. — 2012. — Vol. 103, No. 1. — P. 84–92. — DOI: 10.1016/j.smallrumres.2011.10.022.
8. Yan X., Liu M., He S., Tong T., Liu Y., Ding K., Deng H., Wang P. An epidemiological study of gastrointestinal nematode and Eimeria coccidia infections in different populations of Kazakh sheep // PLoS ONE. — 2021. — Vol. 16, No. 5. — e0251307. — DOI: 10.1371/journal.pone.0251307.
9. Liu M., Li S., Huang S., Zhang L., Jian F. Epidemiological characteristics and prevention and control strategies for Eimeria spp. in sheep and goats in China: a systematic review // Animal Diseases. — 2024. — Vol. 4. — Art. 48. — DOI: 10.1186/s44149-024-00151-w.
10. Cheng S., Wang N., Wang C., Liu S., Li S., Li D., Zhang S., Xu H., Zhang L., Jian F. Impacts of a highly pathogenic ovine Eimeria ovinoidalis on the growth of Hu lambs // Veterinary Parasitology. — 2024. — Vol. 330. — Art. 110250. — DOI: 10.1016/j.vetpar.2024.110250.
11. Akhmetzhanova A., Duysembaev S., Zhanat N., Koigeldinova A., Tussupov S. Strongyloides and Eimeria infection and its treatment way in sheep // Archives of Razi Institute. — 2022. — Vol. 77, No. 6. — P. 2359–2363. — DOI: 10.22092/ARI.2022.360104.2552.
12. Braga F.R., Ferraz C.M., Silva E.N., Araújo J.V. Efficiency of the Bioverm® (Duddingtonia flagrans) fungal formulation to control in vivo and in vitro of Haemonchus contortus and Strongyloides papillosus in sheep // 3 Biotech. — 2020. — Vol. 10, No. 2. — Art. 62. — DOI: 10.1007/s13205-019-2042-8.

References

1. Svanbaev S.K. Koktsidiozy selskokhozyaystvennykh zhivotnykh Kazakhstana. — Alma-Ata: Nauka, 1977. — 264 p. [In Russ.].

2. Berkinbaev O., Svanbaev S.K. O koktsidioze ovets v kompleksakh Yuzhnogo Kazakhstana // *Sovremennye problemy protozoologii*. – Vilnius, 1982. – P. 46. [In Russ.].
3. Isakov M.M. Vidy vozbuditeley eymerioza ovets // *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki Kazakhstana*. – 1984. – No. 11. – P. 62–64. [In Russ.].
4. Berkinbay O. Parasitocenosis and mixed invasions of sheep. – Almaty: Almanah, 2018. – 310 p.
5. Pellerdy L.P. Coccidia and coccidiosis. – Budapest, 1974. – 959 p.
6. Asanova G.N. Fauna eymeriy ovets Vostochno-Kazakhstanskoy oblasti // *Mery po sokhraneniyu bioraznoobraziya Turkestanskogo regiona: sovmestnye deystviya MKTU i WWF*. – Turkestan, 2011. – P. 53–55. [In Russ.].
7. Chartier C., Paraud C. Coccidiosis due to Eimeria in sheep and goats, a review // *Small Ruminant Research*. – 2012. – Vol. 103, No. 1. – P. 84–92. – DOI: 10.1016/j.smallrumres.2011.10.022.
8. Yan X., Liu M., He S., Tong T., Liu Y., Ding K., Deng H., Wang P. An epidemiological study of gastrointestinal nematode and Eimeria coccidia infections in different populations of Kazakh sheep // *PLoS ONE*. – 2021. – Vol. 16, No. 5. – e0251307. – DOI: 10.1371/journal.pone.0251307.
9. Liu M., Li S., Huang S., Zhang L., Jian F. Epidemiological characteristics and prevention and control strategies for Eimeria spp. in sheep and goats in China: a systematic review // *Animal Diseases*. – 2024. – Vol. 4. – Art. 48. – DOI: 10.1186/s44149-024-00151-w.
10. Cheng S., Wang N., Wang C., Liu S., Li S., Li D., Zhang S., Xu H., Zhang L., Jian F. Impacts of a highly pathogenic ovine Eimeria ovinoidalis on the growth of Hu lambs // *Veterinary Parasitology*. – 2024. – Vol. 330. – Art. 110250. – DOI: 10.1016/j.vetpar.2024.110250.
11. Akhmetzhanova A., Duysembaev S., Zhanat N., Koigeldinova A., Tussupov S. Strongyloides and Eimeria infection and its treatment way in sheep // *Archives of Razi Institute*. – 2022. – Vol. 77, No. 6. – P. 2359–2363. – DOI: 10.22092/ARI.2022.360104.2552.
12. Braga F.R., Ferraz C.M., Silva E.N., Araújo J.V. Efficiency of the Bioverm® (Duddingtonia flagrans) fungal formulation to control in vivo and in vitro of Haemonchus contortus and Strongyloides papillosus in sheep // *3 Biotech*. – 2020. – Vol. 10, No. 2. – Art. 62. – DOI: 10.1007/s13205-019-2042-8.

A.T. Baktygalieva¹, I.M. Abirova², A.Ye. Akhmetzhanova³, A.B. Zheksenaeva³

¹ Baishev University, Republic of Kazakhstan, 302A Brat'yev Zhubanov'ykh St., Aktobe

² Zhanger Khan University, 51 Zhanger Khan St., 090009, Republic of Kazakhstan, Uralsk

³ NJSC «Shakarim University», 20A Glinki St., 071410, Republic of Kazakhstan, Semey

E-mail: a.akhmetzhanova@shakarim.kz

PREVALENCE OF MIXED PARASITIC INVASIONS IN SHEEP IN EASTERN KAZAKHSTAN AND ABAY REGION

The article presents the results of a study of the species composition, distribution, age and seasonal dynamics of Eimeria, Strongyloides and mixed Eimeria–Strongyloides infestations in sheep in Eastern Kazakhstan and the Abay Region of the Republic of Kazakhstan. The study was conducted in 2024–2026. A total of 1,800 sheep were examined, including 1,440 animals in Eastern Kazakhstan and 360 animals in the Abay Region. Parasitological investigations were performed using complete helminthological examinations and intravital diagnostic methods. Fecal samples were examined for Eimeria oocysts and helminth eggs followed by microscopic examination. Eimeria species were identified based on the morphological characteristics of oocysts, sporocysts and sporozoites. Seven Eimeria species were identified: Eimeria ahsata, E. crandallis, E. faurei, E. intricata, E. ovina, E. ovinoidalis, and E. parva, along with one nematode species, Strongyloides papillosus. In Eastern Kazakhstan, Eimeria monoinfection was detected in 441 sheep (30.8%), Strongyloides infection in 125 sheep (8.7%), and mixed Eimeria–Strongyloides infection in 388 animals (26.9%). In the Abay Region, the corresponding prevalence rates were 33.6%, 13.1%, and 25.0%, respectively. The results demonstrate the need for comprehensive parasitological diagnosis and differentiated preventive measures based on animal age and seasonal patterns of infection.

Keywords: Eimeria, eimeriosis, Eimeria ovinoidalis, Strongyloides papillosus, strongyloidiasis, sheep, mixed infection, parasitocenosis.

А.Т. Бактығалиева¹, И.М. Абилова², А.Е. Ахметжанова³, А.Б. Жексенаева³

¹ «Баишев Университеті», Қазақстан Республикасы, Ақтөбе қ., Жұбановтар көшесі, 302А

² «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті», 090009, Қазақстан Республикасы, Орал қ., Жәңгір хан көшесі, 51

³ «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки көшесі, 20А

E-mail: a.akhmetzhanova@shakarim.kz

ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ЖӘНЕ АБАЙ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ҚОЙЛАР АРАСЫНДА АРАЛАС ИНВАЗИЯЛАРДЫҢ ТАРАЛУЫ

Мақалада Қазақстан Республикасының Шығыс Қазақстан және Абай облыстарындағы қойлардың эймериялық, стронгилоидтық және аралас эймерия-стронгилоид инвазияларының түрлік құрамы, таралуы, жас және маусымдық динамикасы зерттелді. Зерттеу жұмыстары 2024–2026 жылдары жүргізілді. Барлығы 1800 қой, оның ішінде Шығыс Қазақстанда 1440 және Абай облысында 360 жануар зерттелді. Паразитологиялық зерттеулер толық гельминтологиялық ашу және тірі кезінде диагностикалау әдістерімен жүргізілді. Нәжіс сынамаларында эймерия ооцисталары мен гельминт жұмыртқалары анықталып, микроскопиялық зерттеу жүргізілді. Эймериялардың түрлік тиістілігі ооцисталардың, спороцисталардың және спорозоиттардың морфологиялық белгілері бойынша анықталды. Қойлардан эймериялардың жеті түрі: *Eimeria ahsata*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. intricata*, *E. ovina*, *E. ovinoidealis* және *E. parva*, сондай-ақ нематодалардың бір түрі — *Strongyloides papillosus* анықталды. Шығыс Қазақстанда эймерия моноинвазиясы 441 қойдан (30,8%), стронгилоидтық инвазия 125 қойдан (8,7%), аралас эймерия-стронгилоид инвазиясы 388 жануардан (26,9%) анықталды. Абай облысында бұл көрсеткіштер тиісінше 33,6%, 13,1% және 25,0% құрады. Инвазия деңгейінің жануарлардың жасына, жыл мезгіліне және жайылымның географиялық аймағына байланысты екені анықталды. Эймериямен зақымданудың ең жоғары деңгейі бір жасқа дейінгі төлдерде, ал стронгилоидтық инвазия бір жасдан асқан жануарларда жиі байқалды. Эймерия инвазиясының ең жоғары интензивтілігі жаз мезгілінде тіркелді. Алынған нәтижелер паразитологиялық диагностиканы кешенді жүргізу және жануарлардың жасына әрі маусымдық ерекшеліктеріне негізделген профилактикалық шараларды әзірлеу қажеттілігін көрсетеді.

Түйін сөздер: эймерия, эймериоз, *Eimeria ovinoidealis*, *Strongyloides papillosus*, стронгилоидоз, қой, аралас инвазия, паразитоценоз.

Сведения об авторах

Бактығалиева Асемгул Темирхановна – кандидат биологических наук, PhD, и.о. доцента, Баишев Университет, 030000, Республика Казахстан, г. Актобе, ул. Братьев Жубановых, 302А, e-mail: asemok10@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2160-3890>

Абилова Илана Муратовна – PhD, ассоциированный профессор, заместитель директора по воспитательной работе Института ветеринарии и агротехнологии, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, e-mail: zarina029@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9310-2118>

Ахметжанова Айжан Еркингазыевна* – PhD, постдокторант-исследователь кафедры «Ветеринария», НАО «Шәкәрім университет», 071410, Казахстан, Семей, Глинки 20А, e-mail: a.akhmetzhanova@shakarim.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0007-3421>

Жексенаева Асель Бексултановна – PhD, и.о.ассоц профессор кафедры «Ветеринария», НАО «Шәкәрім университет», 071410, Казахстан, Семей, Глинки 20А, e-mail: asel1980@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5766-8007>

Авторлар туралы мәлімет

Бактығалиева Асемгул Темирхановна – биология ғылымдарының кандидаты, PhD, қауымдастырылған профессор м.а., «Баишев Университеті», 030000, Қазақстан Республикасы, Ақтөбе қ., Жұбановтар көшесі, 302А, e-mail: asemok10@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2160-3890>

Абировна Илана Муратовна – PhD, қауымдастырылған профессор, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Ветеринария және агротехнология институты директорының тәрбие жұмысы жөніндегі орынбасары, 090009, Қазақстан Республикасы, Орал қ., Жәңгір хан көшесі, 51, e-mail: zarina029@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9310-2118>

Ахметжанова Айжан Еркинғазиевна* – PhD, «Ветеринария» кафедрасының постдокторант-зерттеушісі, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки көшесі, 20А, e-mail: a.akhmetzhanova@shakarim.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0007-3421>

Жексенаева Асель Бексултановна – PhD, «Ветеринария» кафедрасының қауымдастырылған профессоры м.а., «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки көшесі, 20А, e-mail: asel1980@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5766-8007>

Information about the authors

Baktygalieva Asemgul Temirkhanovna – Candidate of Biological Sciences, PhD, Acting Associate Professor, Baishev University, 302A Bratyev Zhubanov St., Aktobe 030000, Republic of Kazakhstan, e-mail: asemok10@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2160-3890>

Abirova Ilana Muratovna – PhD, Associate Professor, Deputy Director for Educational Affairs, Institute of Veterinary Medicine and Agrotechnology, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, 51 Zhangir Khan St., Oral 090009, Republic of Kazakhstan, e-mail: zarina029@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9310-2118>

Akhmetzhanova Aizhan Erkingaziyevna* – PhD, Postdoctoral Researcher, Department of Veterinary Medicine, NJSC «Shakarim University», 20A Glinka St., Semey 071410, Republic of Kazakhstan, e-mail: a.akhmetzhanova@shakarim.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0007-3421>

Zheksenaeva Assel Beksultanovna – PhD, Acting Associate Professor, Department of Veterinary Medicine, NJSC «Shakarim University», 20A Glinka St., Semey 071410, Republic of Kazakhstan, e-mail: asel1980@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5766-8007>

Поступила в редакцию 08.09.2026

Поступила после доработки 24.09.2026

Принята к публикации 30.09.2026

DOI:

MPHTI: 68.41.63

Г. Каукабаева^{1*}, С. Ескендирова¹

¹ТОО «Национальный центр биотехнологии» Республики Казахстан, 010000, Казахстан, г. Астана,

Коргалжинское шоссе, 13/5

*e-mail: kaukabaeva@biocenter.kz

ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА МОНОКЛОНАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ К РЕКОМБИНАНТНОМУ АНТИГЕНУ P60 *LISTERIA MONOCYTOGENES*

Аннотация: Листериоз представляет собой инфекционное заболевание, вызываемое Listeria monocytogenes и имеющее значимое ветеринарное и медико-биологическое значение. Данное заболевание относится к числу наиболее опасных пищевых токсикоинфекций с высокой степенью летальности до 20–40%. Одним из перспективных направлений совершенствования иммунологических методов выявления возбудителя является получение специфических моноклональных антител к иммуногенным белкам

бактерии. Целью исследования было получить и дать характеристику моноклональным антителам к рекомбинантному антигену р60 *Listeria monocytogenes*. Для получения специфических антител иммунизировали мышей линии BALB/с с использованием очищенного рекомбинантного белка р60. Полученные спленоциты гибридизовали с раковыми клетками миеломы Х63-Аг 8.6.5.3 с применением полиэтиленгликоль PEG-1500. Скрининг гибридом проводили методом непрямого иммуноферментного анализа. В результате пяти независимых гибридизаций из 1386 исследованных гибридом 149 клонов проявили первичную специфическую активность. После многоэтапного отбора были выделены семь стабильных клонов-продуцентов. Наиболее высокую активность показали антитела клонов 1Н8 и 2А3 с титром 1:256 в культуральной жидкости и 1:204800 в асцитной жидкости. Отсутствие перекрестной реактивности с разными гетерологичными рекомбинантными белками подтвердило специфичность полученных антител. Моноклональные антитела перспективны для дальнейшей разработки иммунодиагностических методов выявления *L. monocytogenes*.

Ключевые слова: листериоз, *Listeria monocytogenes*, р60, рекомбинантный белок, моноклональные антитела, гибридома, иммуноферментный анализ.

Введение

Листериоз представляет собой инфекционное заболевание человека и животных, вызываемое преимущественно *Listeria monocytogenes*. Возбудитель относится к грамположительным факультативно-анаэробным бактериям и характеризуется способностью сохранять жизнеспособность при неблагоприятных условиях окружающей среды. Особое значение *L. monocytogenes* имеет как патоген пищевого происхождения, способный контаминировать различные виды сырья и готовой продукции [1]. Листериоз из болезней, регистрируемых преимущественно среди животных, превратился в одну из наиболее значимых пищевых зооантропонозных болезней в мире [2–3]. В связи с этим совершенствование методов специфического выявления возбудителя остается актуальным направлением ветеринарной и медицинской микробиологии.

Эффективность иммунологических методов выявления *L. monocytogenes* в значительной степени определяется выбором специфического антигена и качеством используемых антител. Перспективным подходом является применение рекомбинантных белков возбудителя, позволяющих получать стандартизованные антигенные препараты с заданными иммунологическими характеристиками. Одним из таких белков является р60 — иммуногенный белок *L. monocytogenes*, кодируемый геном *iap* (*invasion-associated protein*) [4–10]. р60 обладает мураин-гидролазной активностью, участвует в ремоделировании пептидогликана клеточной стенки и играет существенную роль в процессе деления бактериальных клеток. Кроме того, белок секретируется в окружающую среду в процессе роста бактерий, что повышает его доступность для распознавания иммунной системой [5].

Особенности структуры и выраженная иммуногенность р60 обуславливают интерес к нему как к потенциальной мишени для получения специфических антител. Ранее было показано, что антитела, направленные против отдельных эпитопов р60, могут различаться по характеру распознавания представителей рода *Listeria*. Это свидетельствует о наличии в структуре белка как консервативных, так и более специфичных антигенных детерминант и определяет необходимость тщательного отбора антител с требуемыми характеристиками.

В этом отношении особый интерес представляют моноклональные антитела, характеризующиеся однородностью, воспроизводимостью свойств и направленностью к определенной антигенной детерминанте. В отличие от поликлональных иммуноглобулинов, моноклональные антитела продуцируются одним клоном В-лимфоцитов и обладают одинаковой эпитопной специфичностью [6].

Важными этапами получения моноклональных антител являются выбор иммуногена, формирование выраженного специфического иммунного ответа у экспериментальных животных, гибридизация иммунных спленоцитов с миеломными клетками, селекция гибридных клеток и последующий многоэтапный скрининг. При этом первичная реактивность гибридомы не всегда свидетельствует о стабильности продукции специфических иммуноглобулинов [7–8]. Применение рекомбинантного р60 в качестве иммуногена позволяет направить иммунный ответ непосредственно на белковые детерминанты *L. monocytogenes* и представляет интерес для получения моноклональных иммунореагентов [9]. На начальном

этапе исследования проводилась иммунизация мышей BALB/c p60, после получения гибридом, их многоступенчатый отбор и выделение стабильных производителей специфических антител.

Цель исследования заключалась в создании моноклональных антител, специфичных к рекомбинантному антигену p60 *L. monocytogenes*, с последующей оценкой их иммунохимических характеристик и селекцией стабильных гибридных клонов, продуцирующих антитела с высокой иммунореактивностью.

Материалы и методы исследований

Для индукции специфического иммунного ответа применяли рекомбинантный p60 *L. monocytogenes*, полученный с использованием генно-инженерных технологий. Для получения фидерного слоя, необходимого при культивировании гибридом, использовали перитонеальные макрофаги, выделенные от 50 беспородных (outbred) мышей. Полученные клетки вносили в лунки культуральных планшетов с целью создания условий для роста гибридом.

Иммунизация мышей. Получение иммунного ответа у экспериментальных животных. Для индукции образования специфических антител мышам линий BALB/c вводили рекомбинантный белок p60 в количестве 25 и 50 мкг на животное. Первичную иммунизацию проводили внутрибрюшинно в объеме 0,1 мл в смеси с неполным адъювантом Фрейнда. На 7-е сутки осуществляли повторное введение антигена в аналогичной дозе с полным адъювантом Фрейнда в таком же объеме внутрибрюшинно. На 11, 12 и 13-е сутки проводили бустерную иммунизацию соответствующей дозой рекомбинантного p60 в фосфатном солевом буфере.

Уровень специфического гуморального иммунного ответа оценивали по титру антител к p60 в сыворотке крови методом непрямого иммуноферментного анализа. Для последующей гибридизации отбирали животных с наиболее хорошим иммунным ответом.

Получение гибридом. После иммунизации у отобранных животных были выделены спленоциты и они использовались в качестве источника иммунных В-лимфоцитов. Полученные клетки из селезенки мышей были гибридизированы клетками миеломы X63-Ag 8.6.5.3 по методу V. Oi и L. Herzenberg [8]. В качестве агента, обеспечивающего слияние клеток, применяли PEG-1500.

После гибридизации клетки культивировали в селективной *HAT*-среде, что обеспечивало отбор гибридных клеток. Для культивирования использовали среду *RPMI*-1640, содержащую 10% сыворотки плода коровы. Полученные гибридомы клонировали методом лимитирующих разведений.

Скрининг гибридом методом непрямого ИФА. Первичный и последующие этапы отбора гибридом, продуцирующих антитела к p60, проводили методом непрямого ИФА. Лунки 96-луночных полистирольных планшетов сенсibilизировали рекомбинантным p60 в концентрации 0,001 мг/мл. В качестве исследуемых образцов использовали культуральные супернатанты гибридом. Связавшиеся с антигеном иммуноглобулины выявляли с помощью конъюгата кроличьих антител против иммуноглобулинов мыши с пероксидазой. В качестве хромогенного субстрата применяли ТМВ. Оптическую плотность (ОП) реакционной смеси измеряли при длине волны 450 нанометр. Гибридомы, демонстрировавшие устойчивую специфическую реакцию с рекомбинантным p60 при последовательных этапах скрининга, отбирали для дальнейшего клонирования и характеристики.

Получение и очистка моноклональных антител. Для выделения моноклональных антител из асцитической жидкости предварительно получали препарат иммуноглобулинов. С этой целью гибридные клетки, продуцирующие целевые антитела, вводили сингенным мышам, предварительно обработанным прианом. Полученную асцитическую жидкость использовали в качестве исходного материала для последующего выделения и очистки моноклональных иммуноглобулинов.

Антитела предварительно осаждали сульфатом аммония, после чего подвергали аффинной очистке на колонках *MabTrap*. Полученные препараты использовали для определения специфической активности и последующей иммунохимической характеристики.

Оценка специфичности моноклональных антител. Специфическую активность отобранных моноклональных антител определяли методом непрямого ИФА. В качестве гомологичного антигена использовали рекомбинантный p60 *L. monocytogenes*. Для оценки возможной перекрестной реактивности применяли гетерологичные рекомбинантные белки

Lip32 Leptospira hebdomadis и BP26 *Brucella abortus*. Активность антител оценивали по максимальному разведению культурального супернатанта или асцитической жидкости, при котором сохранялась специфическая реакция с антигеном.

Результаты исследования

Иммуногенность рекомбинантного антигена *p60* оценивали на мышах линий *BALB/c* с использованием двух доз белка. Животным вводили антиген в количестве 25-50 мкг с целью индукции специфического гуморального ответа. Сравнительный анализ полученных результатов позволил установить дозу рекомбинантного *p60*, обеспечивающую наиболее выраженную продукцию специфических антител (табл. 1).

Таблица 1 – Индукция клонов В-лимфоцитов в селезенках иммунизированных мышей линии *BALB/c*

Антиген	Доза <i>p60</i>	Средний титр антител (M±m) (n=3)	Среднее количество В – лимфоцитов в селезенке ($\times 10^6$, n=3)
Рекомбинантный белок <i>p60</i>	25 мкг	1:10666±2133	57,3±4,7
	50 мкг	1:21333±4266	83,3±9,1

При введении 25 мкг *p60* средний титр специфических антител составил 1:10666±2133, а количество В-лимфоцитов в селезенке – $(57,3 \pm 4,7) \times 10^6$ клеток. Увеличение дозы антигена до 50 мкг сопровождалось повышением среднего титра антител до 1:21333±4266 и количества В-лимфоцитов до $(83,3 \pm 9,1) \times 10^6$ клеток. Таким образом, доза 50 мкг обеспечивала более выраженный иммунный ответ и была предпочтительной для получения иммунных спленоцитов с высокой антигенспецифической активностью.

Получение и первичный скрининг гибридом

С целью получения стабильных продуцентов моноклональных антител было проведено пять независимых гибридизаций иммунных спленоцитов мышей *BALB/c* с клетками миеломы X63-Ag 8.6.5.3. В зависимости от серии гибридизации клетки высевали в 384–576 лунок. Рост гибридом наблюдали в 166–387 лунках, при этом эффективность гибридизации варьировала в пределах 43,2–67,1%.

Всего методом непрямого ИФА было исследовано 1386 гибридом. На этапе первичного скрининга специфическая реактивность в отношении рекомбинантного *p60* была выявлена у 149 гибридомы.

Результаты свидетельствовали об успешной гибридизации и формировании популяции гибридных клеток, которые были способны продуцировать антитела, распознающие рекомбинантный белок *p60* (табл. 2).

Таблица 2 – Эффективность получения гибридом при слиянии клеток миеломы X63-Ag 8.6.5.3 со спленоцитами мышей *BALB/c* после иммунизации рекомбинантным антигеном *p60*

№ гибридизации	Количество введенного иммуногена	Общее количество засеянных лунок	Лунки зарегистрированным ростом гибридом		Доля клонов, продуцирующих специфические МКА	
			количество	%	количество	%
1	50 мкг	576	397	68,9	38	9,57
2		480	302	62,9	36	11,9
3		384	276	71,8	25	9,05
4	25 мкг	384	224	58,3	29	7,55
5		384	187	48,6	21	11,2
Итого		2208	1386	62,1	149	11,9

По результатам проведенных экспериментов доля гибридных клонов, продуцирующих специфические моноклональные антитела, варьировала 7,55% до 11,9 %. Полученные показатели указывают на достаточную представленность антиген-специфических В-лимфоцитов в исходной клеточной популяции и создают предпосылки для

последующей селекции перспективных клонов с требуемой антителопродуцирующей активностью.

Скрининг и селекция гибридных клонов-продуцентов

Положительные гибридомы подвергали последовательному многоэтапному скринингу с целью оценки стабильности секреции специфических иммуноглобулинов. В ходе дальнейшего культивирования значительная часть первоначально положительных культур утратила выраженную антигенсвязывающую активность.

К четвертому этапу скрининга 94,2% первоначально отобранных гибридом либо утратили способность связываться с рекомбинантным р60, либо секретируют антитела в низких титрах – преимущественно 1:2–1:4.

Стабильная секреция специфических иммуноглобулинов была выявлена у семи клонов гибридом: 1Н8, 2А3, 2G4, 5F9, 5D2, 6B9 и 7Е7. В ходе последовательного ИФА-скрининга культуральных супернатантов наблюдалось снижение или утрата активности отдельных клонов, поэтому дальнейший отбор проводили с учётом уровня и стабильности продукции специфических антител. Клоны 1Н8, 2А3 и 7Е7, характеризовавшиеся наиболее высокой и устойчивой антителопродуцирующей активностью, были отобраны для последующего клонирования методом лимитирующих разведений. Максимальные титры специфических антител в культуральных супернатантах отобранных клонов варьировали в диапазоне от 1:16 до 1:256. Таким образом, многоэтапный скрининг позволил существенно сузить исходную популяцию гибридом и выделить клеточные линии, характеризующиеся стабильной продукцией р60-специфических иммуноглобулинов.

Характеристика моноклональных антител клонов 1Н8, 2А3 и 7Е7

Для дальнейшего исследования были выбраны гибридные клоны 1Н8, 2А3 и 7Е7, показавшие стабильную продукцию специфических антител.

Активность моноклональных антител оценивали методом непрямого иммуноферментного анализа в культуральных супернатантах и асцитной жидкости (табл. 3).

Таблица 3 – Оценка специфичности и иммунореактивности моноклональных антител, секретируемых гибридными клонами 1Н8, 2А3 и 7Е7

Антигены	1Н8	2А3	7Е7
<i>p60 L. monocytogenes</i> , культуральный супернатант	1:256	1:256	1:128
<i>p60 L. monocytogenes</i> , асцитная жидкость	1:204800	1:204800	1:102400
<i>Lip32 L. hebdomadis</i>	отрицательно	отрицательно	отрицательно
<i>BP26 B. abortus</i>	отрицательно	отрицательно	отрицательно

Для клона 7Е7 была установлена высокая антителопродуцирующая активность, хотя зарегистрированные значения титров (1:128 и 1:102 400) уступали показателям, полученным для гибридом 1Н8 и 2А3.

Оценка специфичности полученных моноклональных антител. Одним из основных критериев отбора перспективных моноклональных антител являлось отсутствие неспецифического взаимодействия с гетерологичными белковыми антигенами.

При исследовании антител клонов 1Н8, 2А3 и 7Е7 методом непрямого ИФА не было выявлено взаимодействия с рекомбинантными белками *Lip32 Leptospira hebdomadis* и *BP26 Brucella abortus*. В то же время все три препарата активно взаимодействовали с гомологичным рекомбинантным *p60 L. monocytogenes*.

Полученные данные подтверждают направленную антигенсвязывающую активность исследованных моноклональных антител в отношении рекомбинантного *p60* в пределах использованной панели гетерологичных антигенов.

На следующем этапе исследования была проведена сравнительная оценка иммунохимических характеристик моноклональных антител, продуцируемых наиболее перспективными гибридными клонами 1Н8, 2А3 и 7Е7. Для характеристики антител определяли их субклассовую принадлежность, специфическую активность по титру в культуральной жидкости и после очистки, а также константу связывания с рекомбинантным антигеном *p60* (табл. 4).

Таблица 4 – Иммунохимические свойства моноклональных антител.

Наименование	Субкласс антител	Титр антител в культуре клеток	Титр антител после очистки	Константа связывания
1Н8	IgG ₁	1:256	1:204800	$2,5 \times 10^{10} \text{M}^{-1}$
2А3	IgG ₁	1:256	1:204800	$1,5 \times 10^{10} \text{M}^{-1}$
7Е7	IgG _{2a}	1:128	1:102400	$7,5 \times 10^9 \text{M}^{-1}$

Анализ изотипической принадлежности полученных моноклональных антител показал различия между исследуемыми гибридными клонами. Антитела, секретируемые клонами 1Н8 и 2А3, были отнесены к подклассу IgG₁, тогда как продукт клона 7Е7 принадлежал к IgG_{2a}. При культивировании гибридом 1Н8, 2А3 и 7Е7 титр специфических антител в культуральной среде достигал 1:256, 1:256 и 1:128 соответственно.

Обсуждение научных результатов

Получение моноклональных антител с заданной специфичностью во многом определяется иммуногенностью выбранного антигена, эффективностью формирования В-клеточного ответа и последующим отбором стабильных гибридных клонов. В настоящем исследовании в качестве иммуногена был использован очищенный рекомбинантный белок *p60 L. monocytogenes*, электрофоретическая чистота которого составляла не менее 98%. Полученные результаты показали, что данный белок способен индуцировать выраженный специфический гуморальный иммунный ответ у мышей линии BALB/c.

Сравнение двух исследованных доз антигена продемонстрировало зависимость интенсивности иммунного ответа от количества вводимого рекомбинантного *p60*. При дозе 25 мкг средний титр специфических антител составлял $1:10666 \pm 2133$, тогда как увеличение дозы до 50 мкг сопровождалось повышением титра до $1:21333 \pm 4266$. Одновременно среднее количество В-лимфоцитов в селезенке увеличивалось с $(57,3 \pm 4,7) \times 10^6$ до $(83,3 \pm 9,1) \times 10^6$ клеток. Таким образом, применение 50 мкг рекомбинантного *p60* обеспечивало более выраженную стимуляцию гуморального иммунного ответа и создавало благоприятные условия для последующего получения антиген специфических гибридом.

Важным этапом работы являлось получение стабильных гибридных клеточных линий. Проведение пяти независимых гибридизаций позволило получить значительное количество гибридных культур, при этом эффективность слияния клеток находилась в пределах 43,2–67,1%. Из 1386 исследованных гибридом 149 культура, на этапе первичного скрининга продуцировала антитела, взаимодействующие с рекомбинантным *p60*.

Вместе с тем первичная положительная реакция гибридом не являлась достаточным критерием для их использования в качестве продуцентов моноклональных антител. В процессе последующего культивирования и повторного скрининга у значительной части первоначально положительных культур отмечалась потеря или существенное снижение антигенсвязывающей активности. К четвертому этапу скрининга 94,2% исходно отобранных гибридом либо утратили способность взаимодействовать с *p60*, либо продуцировали антитела в низких титрах. В результате многоэтапной селекции были выделены семь стабильных клонов – 1Н8, 2А3, 2G4, 5F9, 5D2, 6B9 и 7Е7.

Полученные данные подчеркивают необходимость проведения последовательного скрининга и клонирования гибридом при разработке моноклональных иммунореагентов. Стабильность продукции антител представляет собой не менее важный показатель, чем их первоначальная реактивность с целевым антигеном.

Наиболее перспективными по уровню специфической активности оказались клоны 1Н8 и 2А3. Титр продуцируемых ими антител в культуральном супернатанте составлял 1:256, а в асцитической жидкости достигал 1:204800. Для клона 7Е7 эти показатели составляли соответственно 1:128 и 1:102400. Высокие титры антител, продуцируемых клонами 1Н8 и 2А3, позволяют рассматривать данные клеточные линии в качестве перспективных продуцентов моноклональных иммуноглобулинов к *p60*.

При оценке специфичности антител клонов 1Н8, 2А3 и 7Е7 взаимодействия с гетерологичными рекомбинантными белками *Lip32 Leptospira hebdomadis* и BP26 *Brucella abortus* обнаружено не было. Полученный результат свидетельствует об отсутствии перекрестной реактивности с исследованными гетерологичными антигенами.

Таким образом, комплексная оценка полученных гибридом показала, что использование рекомбинантного *p60* в качестве иммуногена обеспечивает возможность получения стабильных продуцентов моноклональных антител. Среди исследованных клонов наиболее перспективными являются 1Н8 и 2А3, сочетающие стабильность продукции и высокую активность антител. Полученные моноклональные антитела могут служить основой для дальнейшего изучения антигенных свойств *p60* и разработки иммунологических подходов к выявлению *L. monocytogenes*.

Заключение.

В результате проведенного исследования получены стабильные гибридомные клеточные линии, продуцирующие моноклональные антитела к рекомбинантному антигену *p60 L. monocytogenes*.

Установлено, что рекомбинантный *p60* обладает выраженными иммуногенными свойствами. Иммунизация мышей *BALB/c* антигеном в дозе 50 мкг обеспечивала средний титр специфических антител $1:21333 \pm 4266$ и увеличение количества В-лимфоцитов селезенки до $(83,3 \pm 9,1) \times 10^6$ клеток.

В результате пяти независимых гибридизаций было исследовано 1386 гибридом, из которых 149 проявила первичную реактивность в отношении *p60*. После многоэтапного скрининга отобраны семь стабильных клонов-продуцентов: 1Н8, 2А3, 2G4, 5F9, 5D2, 6B9 и 7E7.

Наиболее высокой активностью характеризовались моноклональные антитела клонов 1Н8 и 2А3, титр которых достигал 1:256 в культуральном супернатанте и 1:204800 в асцитической жидкости. Перекрестного взаимодействия исследованных антител с рекомбинантными антигенами *Lip32 L. hebdomadis* и *BP26 B. abortus* не выявлено.

Полученные результаты позволяют рассматривать гибридомные клоны 1Н8 и 2А3 как перспективные продуценты моноклональных антител к *p60 L. monocytogenes* для дальнейшего использования при создании специфических иммунодиагностических реагентов.

Список литературы

1. Lopes-Luz L., Mendonça M., Bernardes Fogaça M., Kipnis A., Bhunia A.K., Bühner-Sékula S. *Listeria monocytogenes*: review of pathogenesis and virulence determinants-targeted immunological assays // *Critical Reviews in Microbiology*. – 2021. – Vol. 47. – P. 647–666. – DOI: 10.1080/1040841X.2021.1911930.
2. Matle I., Mbatha K.R., Madoroba E. A review of *Listeria monocytogenes* from meat and meat products: epidemiology, virulence factors, antimicrobial resistance and diagnosis // *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. – 2020. – Vol. 87. – P. 1–20. – DOI: 10.4102/ojvr.v87i1.1869.
3. Quereda J.J., Morón-García A., Palacios-Gorba C., Dessaux C., García-Del Portillo F., Pucciarelli M.G., Ortega A.D. Pathogenicity and virulence of *Listeria monocytogenes*: a trip from environmental to medical microbiology // *Virulence*. – 2021. – Vol. 12. – P. 2509–2545. – DOI: 10.1080/21505594.2021.1975526.
4. Ravindhiran R., Sivarajan K., Sekar J.N., Murugesan R., Dhandapani K. *Listeria monocytogenes* an emerging pathogen: a comprehensive overview on listeriosis, virulence determinants, detection, and anti-listerial interventions // *Microbial Ecology*. – 2023. – Vol. 86, No. 4. – P. 2231–2251. – DOI: 10.1007/s00248-023-02269-9.
5. Koopmans M.M., Brouwer M.C., Vázquez-Boland J.A., van de Beek D. Human Listeriosis // *Clinical Microbiology Reviews*. – 2023. – Vol. 36, No. 1. – DOI: 10.1128/cmr.00060-19.
6. Fogaça M.B.T., Bhunia A.K., Lopes-Luz L., Almeida E.P.R.P., Vieira J.D.G., Bühner-Sékula S. Antibody- and nucleic acid-based lateral flow immunoassay for *Listeria monocytogenes* detection // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. – 2021. – Vol. 413, No. 16. – P. 4161–4180. – DOI: 10.1007/s00216-021-03402-8.
7. Radoshevich L., Cossart P. *Listeria monocytogenes*: towards a complete picture of its physiology and pathogenesis // *Nature Reviews Microbiology*. – 2018. – Vol. 16. – P. 32–46. – DOI: 10.1038/nrmicro.2017.126.
8. Oi V.T., Herzenberg L.A. Immunoglobulin-producing hybrid cell lines // *Selected Methods in Cellular Immunology* / eds. B.B. Mishell, S.M. Shiigi. – San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1980. – P. 351–372.
9. Moreira G.M.S.G., Gronow S., Dübel S., Mendonça M., Moreira Â.N., Conceição F.R., Hust M. Phage display-derived monoclonal antibodies against Internalins A and B allow specific detection

of *Listeria monocytogenes* // *Frontiers in Public Health*. – 2022. – Vol. 10. – Art. 712657. – DOI: 10.3389/fpubh.2022.712657.

10. Wuenscher M.D., Köhler S., Bubert A., Gerike U., Goebel W. The *iap* gene of *Listeria monocytogenes* is essential for cell viability, and its gene product, p60, has bacteriolytic activity // *Journal of Bacteriology*. – 1993. – Vol. 175, No. 11. – P. 3491–3501. – DOI: 10.1128/jb.175.11.3491-3501.1993.

References

1. Lopes-Luz L., Mendonça M., Bernardes Fogaça M., Kipnis A., Bhunia A.K., Bühner-Sékula S. *Listeria monocytogenes*: review of pathogenesis and virulence determinants-targeted immunological assays // *Critical Reviews in Microbiology*. – 2021. – Vol. 47. – P. 647–666. – DOI: 10.1080/1040841X.2021.1911930.

2. Matle I., Mbatha K.R., Madoroba E. A review of *Listeria monocytogenes* from meat and meat products: epidemiology, virulence factors, antimicrobial resistance and diagnosis // *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. – 2020. – Vol. 87. – P. 1–20. – DOI: 10.4102/ojvr.v87i1.1869.

3. Quereda J.J., Morón-García A., Palacios-Gorba C., Dessaux C., García-Del Portillo F., Pucciarelli M.G., Ortega A.D. Pathogenicity and virulence of *Listeria monocytogenes*: a trip from environmental to medical microbiology // *Virulence*. – 2021. – Vol. 12. – P. 2509–2545. – DOI: 10.1080/21505594.2021.1975526.

4. Ravindhiran R., Sivarajan K., Sekar J.N., Murugesan R., Dhandapani K. *Listeria monocytogenes* an emerging pathogen: a comprehensive overview on listeriosis, virulence determinants, detection, and anti-listerial interventions // *Microbial Ecology*. – 2023. – Vol. 86, No. 4. – P. 2231–2251. – DOI: 10.1007/s00248-023-02269-9.

5. Koopmans M.M., Brouwer M.C., Vázquez-Boland J.A., van de Beek D. Human Listeriosis // *Clinical Microbiology Reviews*. – 2023. – Vol. 36, No. 1. – DOI: 10.1128/cmr.00060-19.

6. Fogaça M.B.T., Bhunia A.K., Lopes-Luz L., Almeida E.P.R.P., Vieira J.D.G., Bühner-Sékula S. Antibody- and nucleic acid-based lateral flow immunoassay for *Listeria monocytogenes* detection // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. – 2021. – Vol. 413, No. 16. – P. 4161–4180. – DOI: 10.1007/s00216-021-03402-8.

7. Radoshevich L., Cossart P. *Listeria monocytogenes*: towards a complete picture of its physiology and pathogenesis // *Nature Reviews Microbiology*. – 2018. – Vol. 16. – P. 32–46. – DOI: 10.1038/nrmicro.2017.126.

8. Oi V.T., Herzenberg L.A. Immunoglobulin-producing hybrid cell lines // *Selected Methods in Cellular Immunology* / eds. B.B. Mishell, S.M. Shiigi. – San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1980. – P. 351–372.

9. Moreira G.M.S.G., Gronow S., Dübel S., Mendonça M., Moreira Â.N., Conceição F.R., Hust M. Phage display-derived monoclonal antibodies against Internalins A and B allow specific detection of *Listeria monocytogenes* // *Frontiers in Public Health*. – 2022. – Vol. 10. – Art. 712657. – DOI: 10.3389/fpubh.2022.712657.

10. Wuenscher M.D., Köhler S., Bubert A., Gerike U., Goebel W. The *iap* gene of *Listeria monocytogenes* is essential for cell viability, and its gene product, p60, has bacteriolytic activity // *Journal of Bacteriology*. – 1993. – Vol. 175, No. 11. – P. 3491–3501. – DOI: 10.1128/jb.175.11.3491-3501.1993.

Информация о финансировании: Работа проведена в рамках реализации научного проекта №BR218004/0223, финансируемого Комитетом науки и высшего образования республики Казахстан («Совершенствование мер обеспечения биологической безопасности в Казахстане: противодействие опасным и особо опасным инфекциям»).

Г. Қауқабәева¹, С.Ескендірова¹

¹ «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана,
Қорғалжын тас жолы 13/5,
e-mail: kaukabaeva@biocenter.kz

***LISTERIA MONOCYTOGENES* РЕКОМБИНАНТТЫ Р60 АНТИГЕНІНЕ ҚАРСЫ
МОНОКЛОНАЛДЫ АНТИДЕНЕЛЕРДІ АЛУ ЖӘНЕ СИПАТТАУ**

Листерияоз – адам мен жануарларда кездесетін, *Listeria monocytogenes* қоздырғышы тудыратын жұқпалы ауру. Қоздырғышты анықтаудың иммунологиялық әдістерін жетілдірудің перспективалы бағыттарының бірі бактерияның иммуногенді нәруыздарына телімді моноклоналды антиденелер алу болып табылады. Зерттеудің мақсаты *L. monocytogenes*-тің рекомбинантты р60 антигеніне қарсы моноклоналды антиденелер алу және олардың иммунологиялық қасиеттерін сипаттау болды. BALB/c желісіндегі тышқандарды иммундеу үшін тазартылған рекомбинантты р60 нәруызы қолданылды. Иммундық спленоциттер PEG-1500 көмегімен Х63-Аг 8.6.5.3 миелома жасушаларымен гибридтелді. Гибридомаларды скринингтеу жанама иммундық-ферменттік талдау әдісімен жүргізілді. Бес тәуелсіз гибридизациялау нәтижесінде зерттелген 1386 гибридоманың 149-ы рекомбинантты р60 антигеніне бастапқы телімді белсенділік көрсетті. Көпсатылы іріктеу нәтижесінде моноклоналды антиденелерді тұрақты өндіретін жеті гибридомалық клон алынды. 1Н8 және 2А3 клондарының антиденелері ең жоғары белсенділік көрсетіп, олардың титрі культуралық сұйықтықта 1:256, ал асциттік сұйықтықта 1:204800 деңгейіне жетті. Зерттелген гетерологиялық рекомбинантты антигендермен айқаспалы реактивтілік анықталған жоқ. Бұл нәтиже алынған антиденелердің жоғары телімділігін көрсетеді. Алынған моноклоналды антиденелер *L. monocytogenes*-ті анықтауға арналған иммунодиагностикалық реагенттерді одан әрі әзірлеу үшін перспективалы болып табылады.

Кілт сөздер: листерияоз, *Listeria monocytogenes*, р60, рекомбинантты антиген, моноклоналды антиденелер, гибридома, иммуноферменттік талдау.

G.Kaukabayeva¹, S.Eskendirova¹

¹LLP «National Center for Biotechnology», Republic of Kazakhstan. 010000, Astana, Korgalzhyn Highway 13/5

e-mail: kaukabaeva@biocenter.kz

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF MONOCLONAL ANTIBODIES AGAINST THE RECOMBINANT P60 ANTIGEN OF *LISTERIA MONOCYTOGENES*

Listeriosis is an infectious disease affecting humans and animals caused by *Listeria monocytogenes*. One promising approach to improving immunological methods for pathogen detection is the production of specific monoclonal antibodies against immunogenic bacterial proteins. The aim of this study was to generate and characterize monoclonal antibodies against the recombinant p60 antigen of *L. monocytogenes*. Purified recombinant p60 protein was used for immunization of BALB/c mice. Immune splenocytes were fused with X63-Ag 8.6.5.3 myeloma cells using PEG-1500. Hybridomas were screened by indirect enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Following five independent hybridizations, 149 of 1,386 hybridomas showed primary specific reactivity to recombinant p60. Multi-stage screening resulted in the selection of seven stable hybridoma clones producing specific monoclonal antibodies. Antibodies produced by clones 1H8 and 2A3 exhibited the highest activity, with titers of 1:256 in culture supernatants and 1:204,800 in ascitic fluid. No cross-reactivity with the tested heterologous recombinant antigens was detected. The obtained monoclonal antibodies represent promising candidates for the further development of immunodiagnostic reagents for the detection of *L. monocytogenes*.

Keywords: listeriosis, *Listeria monocytogenes*, p60, recombinant antigen, monoclonal antibodies, hybridoma, enzyme-linked immunosorbent assay

Авторлар туралы мәліметтер

Каукабаева Гүлдарига — магистр «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС, 010000, Қазақстан, Астана қ., Қорғалжын тас жолы, 13/5; e-mail: kaukabaeva@biocenter.kz. <https://orcid.org/0000-0002-9052-5091>.

Ескендірова Сәуле — ветеринария ғылымдарының кандидаты, профессор, «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС, 010000, Қазақстан, Астана қ., Қорғалжын тас жолы, 13/5; e-mail: eskendirova@biocenter.kz. <https://orcid.org/0000-0002-9570-7433>.

Сведения об авторах

Каукабаева Гулдаригаш — магистр ТОО «Национальный центр биотехнологии» Республики Казахстан, 010000, г. Астана, Коргалжынское шоссе, 13/5; e-mail: kaukabaeva@biocenter.kz. <https://orcid.org/0000-0002-9052-5091>.

Ескендинова Сауле — кандидат ветеринарных наук, профессор, ТОО «Национальный центр биотехнологии» Республики Казахстан, 010000, г. Астана, Коргалжынское шоссе, 13/5; e-mail: eskendirova@biocenter.kz. <https://orcid.org/0000-0002-9570-7433>

Information about the authors

Kaukabayeva Guldarigash - master, LLP «National Center for Biotechnology», Republic of Kazakhstan. 010000, Astana, Korgalzhyn Highway 13/5; e-mail: kaukabaeva@biocenter.kz. <https://orcid.org/0000-0002-9052-5091>

Eskendirova Saule - Candidate of Veterinary Sciences, Professor, LLP «National Center for Biotechnology», Republic of Kazakhstan. 010000, Astana, Korgalzhyn Highway 13/5, e-mail: eskendirova@biocenter.kz. <https://orcid.org/0000-0002-9570-7433>

Поступила в редакцию 03.09.2026

Поступила после доработки 21.09.2026

Принята к публикации 29.09.2026

DOI:

MPHTI: 68.41.55

Л.Т. Аутелеева*

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина»,
010011, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Женис, 62

*e-mail: auteleeva@kazatu.edu.kz

АМИНОКИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ КОНИНЫ ПРИ ПАРАСКАРИДОЗЕ: СРАВНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНЫМ РАДИАЦИОННЫМ РИСКОМ ВБЛИЗИ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ЯДЕРНОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

*Аннотация: Сочетание пастбищного содержания лошадей и неоднородной радиоэкологической обстановки в районах, соседствующих с бывшим Семипалатинским ядерным испытательным полигоном, требует оценки продукции с одновременным учетом паразитарного статуса животных. Цель работы заключалась в выявлении территориальных различий аминокислотного профиля мяса лошадей с инвазией *Parascaris equorum* в четырех категориях радиационного риска и их описательном сопоставлении с радиометрическими характеристиками хозяйств. Материал был получен в 2024-2025 гг. в хозяйствах сел Бодене, Бескарагай, Сагыр и Жантিকে. Радиометрический блок включал измерение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, плотности потока бета-частиц и эквивалентной равновесной объемной активности радона. Аминокислотный состав определяли в пробах мяса от 40 лошадей с параскаридозом методом жидкостной хроматографии на Shimadzu LC-20 Prominence. Межтерриториальное сравнение выполняли описательно, рассчитывая абсолютные различия и процентное отклонение от принятого уровня сравнения. Измеренные диапазоны составили 0,10-0,32 мкЗв/ч для гамма-излучения, 4,1-8,6 част./(мин·см²) для потока бета-частиц и 66-128 Бк/м³ для радона в помещениях. В Бодене, Бескарагае, Сагыре и Жантикее сумма незаменимых аминокислот достигала 7486, 7682, 7881 и 8081 мг/100 г соответственно. По отношению к уровню сравнения дефицит составлял 8,60; 6,20; 3,77 и 1,33%, причем наибольшие различия приходились на триптофан и метионин. Для совокупности аминокислот показатель дефицита снижался от 8,75% в зоне чрезвычайного риска до 2,43% в зоне минимального риска. Эта последовательность отражает территориальную ассоциацию, но не*

устанавливает причинность: без группы неинвазированных лошадей невозможно разграничить эффекты паразитарного и радиационного факторов.

Ключевые слова: параскаридоз, конина, незаменимые аминокислоты, радиоэкологический мониторинг, Семипалатинский испытательный полигон.

Введение

Радиоэкологические последствия деятельности Семипалатинского ядерного испытательного полигона сохраняют актуальность для прилегающих сельских территорий Казахстана. Здесь преобладают пастбищные системы животноводства, вследствие чего ветеринарно-санитарный контроль должен учитывать перенос загрязнителей между компонентами цепи «почва-растение-животное-человек» и их возможное отражение на качестве пищевой продукции [1–4]. Опубликованные данные указывают, что радиологические характеристики распределены пространственно неравномерно; следовательно, программы наблюдения целесообразно адаптировать к конкретным населенным пунктам и видам продукции [2, 3].

Пищевая полноценность конины связана с высоким содержанием белка и наличием незаменимых аминокислот, ненасыщенных жирных кислот, витаминов и минеральных элементов. Вместе с тем состав мышечной ткани не является постоянным: на него влияют возраст, рацион, анатомическая локализация мышцы, физиологическое состояние животного и условия среды [5–7]. Поэтому исследование аминокислотного спектра дополняет традиционные органолептические и общие физико-химические методы оценки мяса.

Parascaris equorum относится к нематодам пищеварительного тракта лошадей; наиболее восприимчив молодняк. Паразитирование способно ухудшать переваривание и использование питательных веществ, сопровождаться потерей упитанности, задержкой роста и, при осложненном течении, коликами [8, 9]. При этом данных о том, как параскаридоз соотносится с биологической ценностью конины, пока недостаточно. Особый интерес представляет такая оценка в хозяйствах, где паразитарная нагрузка сочетается с длительным радиоэкологическим воздействием.

В ранее опубликованной работе авторского коллектива комплексно охарактеризованы радионуклидные, химические и пищевые показатели конины от инвазированных животных, выращенных на территориях возле бывшего полигона [1]. Настоящий анализ использует материалы 2024-2025 гг. и сосредоточен на другой задаче: сопоставлении радиометрических параметров хозяйств с аминокислотным профилем мяса. Для этого по исходным таблицам заново вычислены абсолютные различия и относительные дефициты между территориями.

Целью исследования являлось сравнение содержания аминокислот в мясе лошадей с подтвержденной инвазией *Parascaris equorum*, содержащихся в четырех зонах радиационного риска в районе бывшего Семипалатинского ядерного испытательного полигона, с последующим описательным анализом связи полученных показателей с радиационным фоном хозяйств.

Научная значимость подхода определяется единообразным сопоставлением четырех территориальных категорий риска. С практической точки зрения аминокислотный профиль рассматривается как дополнительный компонент ветеринарно-санитарной характеристики конины при параскаридозе и как возможный элемент риск-ориентированной системы наблюдения.

Материалы и методы исследований

Полевой и лабораторный этапы были выполнены в 2024-2025 гг. с участием НАО «Шәкәрім университет» и четырех коневодческих хозяйств. Площадки стратифицировали по принятой категории совокупного радиационного риска. Бодене Бескарагайского района области Абай представляло зону чрезвычайного риска; село Бескарагай - зону максимального риска; Сағыр Уланского района Восточно-Казахстанской области - зону высокого риска; Жантикей Тарбагатайского района области Абай - зону минимального риска.

В анализ включали характеристики радиационной обстановки на территории ферм и в конюшнях, а также образцы мышечной ткани лошадей с выявленным *Parascaris equorum*. Всего для аминокислотного исследования отобрали пробы от 40 животных и распределили их по территориальному признаку. Референтом служили величины, приведенные в исходных материалах под обозначением нормативов FAO/WHO.

Радиометрическое обследование включало три вида измерений. Гамма-фон регистрировали дозиметром-радиометром МКС-АТ6130; поток бета-частиц - прибором МКС-АТ1117М с внешним бета-детектором; эквивалентную равновесную объемную активность радона - радиометром РАМОН-02. Температуру поддерживали в диапазоне 20 ± 5 °С, относительная влажность не превышала 60%. Отсчет фиксировали после того, как относительная статистическая погрешность показаний снижалась до 20%. При контроле бета-излучения детектор располагали приблизительно в 0,7 см от поверхностей в конюшнях и на открытых участках [10–12].

Аминокислоты количественно определяли жидкостно-хроматографическим способом, адаптированным с учетом ГОСТ 32195-2013 [13]. Использовали систему Shimadzu LC-20 Prominence с флуориметрическим и спектрофотометрическим детекторами и колонкой Supelco C18 длиной 250 мм и внутренним диаметром 4,6 мм (частицы 5 мкм). Элюент подавали со скоростью 1,2 мл/мин при 40 °С. Навеску измельченного мяса массой 500-600 мг соединяли с 25 мл 6 М HCl и гидролизовали 24-28 ч при 114-115 °С. После фильтрования гидролизат упаривали, восстанавливали буферным раствором с pH 2,2 и анализировали хроматографически. Концентрации приводили в мг на 100 г продукта.

Обработку ограничивали описательными расчетами. Для каждой аминокислоты определяли разность между территориальной величиной и выбранным уровнем сравнения, после чего выражали дефицит в процентах. Суммы заменимых и незаменимых аминокислот проверяли арифметически по табличным значениям и указанным абсолютным различиям. Поскольку индивидуальные первичные наблюдения отсутствовали, проверка статистических гипотез и выводы о причинной связи между факторами не проводились.

Результаты исследования

Радиометрические характеристики хозяйств образовали последовательность, соответствующую категориям риска. Верхние значения всех трех показателей - гамма-фона, потока бета-частиц и радона в конюшнях - получены в Бодене, тогда как нижние зарегистрированы в Жантикее (таблица 1).

Таблица 1 – Радиометрические показатели обследованных коневодческих хозяйств

Территория (зона риска)	Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч	Плотность потока бета-частиц, част./((мин·см ²))	Радон в воздухе помещения, Бк/м ³	Радон на открытой территории, Бк/м ³
Бодене (чрезвычайный риск)	0,32±0,23	8,6±0,3	128±0,1	5,2±0,1
Бескарагай (максимальный риск)	0,17±0,30	5,4±0,2	93±0,2	5,1±0,1
Сагыр (высокий риск)	0,11±0,12	4,5±0,3	77±0,3	2,1±0,2
Жантикей (минимальный риск)	0,10±0,18	4,1±0,1	66±0,1	1,9±0,2

Для Бодене мощность экспозиционной дозы гамма-излучения составила 0,32±0,23 мкЗв/ч, что в 3,2 раза выше результата Жантикее (0,10±0,18 мкЗв/ч). Между теми же пунктами поток бета-частиц уменьшался от 8,6±0,3 до 4,1±0,1 част./((мин·см²)). В воздухе конюшен крайние значения активности радона равнялись 128±0,1 и 66±0,1 Бк/м³, а на открытой территории максимум составлял 5,2 Бк/м³.

Территориальная последовательность прослеживалась и в аминокислотном составе конины (таблица 2). Для каждой из восьми незаменимых аминокислот наименьшая концентрация отмечена в пробах Бодене. На противоположном конце ряда находился Жантикей: полученные там величины имели минимальные расхождения с выбранным уровнем сравнения.

Таблица 2 – Незаменимые аминокислоты в мясе лошадей с параскаридозом, мг/100 г

Показатель	Уровень сравнения FAO/WHO	Бодене (чрезв. риск)	Бескарагай (макс. риск)	Сагыр (высокий риск)	Жантикей (мин. риск)
Сумма незаменимых аминокислот	8190	7486±0,05	7682±0,08	7881±0,004	8081±0,002
Валин	1079	1036±0,005	1048±0,05	1059±0,04	1068±0,01
Изолейцин	865	808±0,01	819±0,12	833±0,01	846±0,03
Лейцин	1618	1512±0,05	1566±0,06	1597±0,011	1607±0,02
Лизин	1883	1724±0,01	1786±0,11	1814±0,012	1865±0,02
Метионин	512	432±0,03	445±0,08	486±0,4	508±0,05
Треонин	1000	897±0,02	903±0,014	942±0,05	985±0,03
Триптофан	305	214±0,02	241±0,011	256±0,011	296±0,05
Фенилаланин	928	863±0,01	874±0,05	894±0,010	906±0,05

При референтной сумме 8190 мг/100 г фактическое содержание незаменимых аминокислот различалось по территориям. Дефицит в Бодене равнялся 704 мг/100 г, или 8,60%; в Бескарагае - 508 мг/100 г, или 6,20%; в Сагыре - 309 мг/100 г, или 3,77%; в Жантикее - 109 мг/100 г, или 1,33%. Таким образом, расхождение с уровнем сравнения последовательно сокращалось при переходе от чрезвычайной к минимальной категории риска.

Наиболее контрастно территории различались по триптофану. Его относительный дефицит составлял 29,84% в Бодене, 20,98% в Бескарагае, 16,07% в Сагыре и 2,95% в Жантикее. Для метионина соответствующий ряд имел значения 15,63; 13,09; 5,08 и 0,78%, а для треонина - 10,30; 9,70; 5,80 и 1,50%. Лизин, лейцин, изолейцин, валин и фенилаланин изменялись в том же направлении.

Для заменимой части аминокислотного пула выявлена сходная картина. При уровне сравнения 12 712 мг/100 г недостающая величина достигала 1125 мг в Бодене, 740 мг в Бескарагае, 568 мг в Сагыре и 399 мг в Жантикее. Эти разности использовали для вычисления совокупного аминокислотного дефицита, распределение которого показано на рисунке 1.

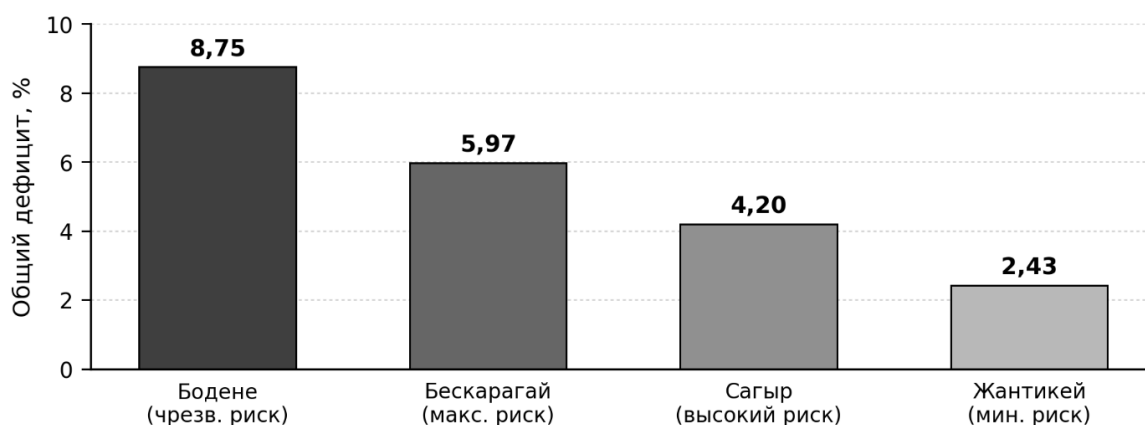


Рисунок 1 – Территориальное распределение общего дефицита аминокислот в исследованных образцах, %

Суммарная концентрация аминокислот возрастала от 19 073 мг/100 г в Бодене до 19 654 мг/100 г в Бескарагае, 20 025 мг/100 г в Сагыре и 20 394 мг/100 г в Жантикее. По сравнению с референтной суммой абсолютные различия составили 1829, 1248, 877 и 508 мг/100 г соответственно. В процентном выражении общий дефицит распределился следующим образом: 8,75; 5,97; 4,20 и 2,43%.

Обсуждение научных результатов

Сопоставление территорий выявило единый направленный ряд: более низкой категории радиационного риска соответствовали более высокая суммарная концентрация аминокислот и меньший рассчитанный дефицит. Такая пространственная организация согласуется с

публикациями, описывающими неоднородность радиозокологических условий и показателей животноводческой продукции в окрестностях бывшего Семипалатинского полигона [1–3]. Однако параллельное изменение двух групп параметров является наблюдаемой ассоциацией и само по себе не подтверждает прямого воздействия ионизирующего излучения на белковый состав мяса.

Особое внимание заслуживают различия по триптофану и метионину. Обе аминокислоты являются незаменимыми и участвуют в формировании полноценности пищевого белка, поэтому организм должен получать их с рационом [5–7]. Снижение их содержания в образцах из территорий более высокого риска может быть результатом совокупности причин: кормовой обеспеченности, метаболического состояния лошадей, интенсивности паразитарного процесса и условий окружающей среды. По этой причине аминокислотный профиль информативен как дополнительная характеристика биологической ценности, но не заменяет регламентированные показатели безопасности мяса.

Концентрация радона внутри конюшен заметно превышала значения открытых площадок. Это наблюдение подчеркивает роль воздухообмена в закрытых помещениях и поддерживает рекомендации по регулярной вентиляции и сезонному радиационному контролю [14]. Вместе с тем сравнение отдельных измерений следует проводить с учетом сезона, фактического режима проветривания и длительности регистрации показаний.

Интерпретация результатов имеет несколько ограничений. Во-первых, все исследованные животные были инвазированы *Parascaris equorum*, поэтому отсутствует внутренняя неинвазированная группа для каждой территории. Во-вторых, не были доступны индивидуальные сведения о рационе, возрасте, поле, упитанности и интенсивности инвазии. В-третьих, агрегированный характер исходных данных исключал статистическую проверку межгрупповых различий. В дальнейшем дизайн необходимо дополнить сопоставимыми группами инвазированных и свободных от инвазии лошадей, стандартизацией возраста и кормления, количественным учетом яиц *Parascaris* и измерением удельной активности отдельных радионуклидов в мясе.

Полученные данные обосновывают комплексный подход к наблюдению за хозяйствами чрезвычайной и максимальной категорий риска. В одной программе целесообразно объединять радиометрию, паразитологическое обследование животных, определение основного химического состава и оценку аминокислотного профиля конины. Практические меры должны включать эффективное проветривание помещений, управляемое чередование пастбищ, безопасную обработку навоза и плановую дегельминтизацию, снижающую циркуляцию *Parascaris* [8, 9].

Заключение

Между Бодене и Жантикеем зарегистрировано последовательное снижение радиометрических показателей. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения уменьшалась с $0,32 \pm 0,23$ до $0,10 \pm 0,18$ мкЗв/ч, поток бета-частиц - с $8,6 \pm 0,3$ до $4,1 \pm 0,1$ част./((мин·см²)), а активность радона в конюшнях - со $128 \pm 0,1$ до $66 \pm 0,1$ Бк/м³. Следовательно, обследованные хозяйства существенно различались по характеристикам радиационной обстановки.

Параллельно сокращалось расхождение аминокислотного состава с выбранным уровнем сравнения. Для суммы незаменимых аминокислот дефицит изменялся от 8,60% в Бодене до 1,33% в Жантикее, а для общего аминокислотного пула - от 8,75 до 2,43%. Наиболее выраженными были изменения триптофана (до 29,84%) и метионина (до 15,63%). Эти показатели позволяют использовать аминокислотный профиль как дополнительный индикатор биологической полноценности при комплексной ветеринарно-санитарной характеристике конины.

Выявленная согласованность территориальных рядов не дает оснований считать радиационный фактор непосредственной причиной различий. Разделить его влияние с эффектом параскаридоза невозможно без неинвазированных контрольных животных и индивидуальных исходных наблюдений. Последующие работы должны предусматривать сопоставимые по возрасту и кормлению группы, количественную оценку интенсивности инвазии и анализ удельной активности радионуклидов. Для практического контроля предлагается единая риск-ориентированная схема, объединяющая радиологические, паразитологические и биохимические показатели, с приоритетом для хозяйств чрезвычайной и максимальной категорий риска.

Список литературы

1. Suleimenov S., Dyuyssembaev S., Serikova A., Baygazanov A., Koygeldinova A., Yessimbekov Z. Biochemical indicators and nutritional value of horsemeat infected by parascarisidosis and sampled from the surrounding areas of Semipalatinsk Nuclear Test Site, Kazakhstan // American Journal of Animal and Veterinary Sciences. – 2021. – Vol. 16, No. 1. – P. 39–47. – DOI: 10.3844/ajavsp.2021.39.47.
2. Amirgalina Z., Serikova A., Suleimenov S., Serikov Z., Abdykarimova S., Taukebayeva N., Dyuyssembaev S. Integrated chemical and radiological risk assessment of livestock products from the Abai region adjacent to the former Semipalatinsk Nuclear Test Site, Kazakhstan // Frontiers in Veterinary Science. – 2026. – Vol. 13. – Art. 1830035. – DOI: 10.3389/fvets.2026.1830035.
3. Kakimov A., Yessimbekov Z., Kakimova Z., Bepeyeva A., Stuart M. Cs-137 in milk, vegetation, soil, and water near the former Soviet Union's Semipalatinsk Nuclear Test Site // Environmental Science and Pollution Research. – 2016. – Vol. 23. – P. 4931–4937. – DOI: 10.1007/s11356-015-5741-7.
4. Zhumadilov K., Ivannikov A., Stepanenko V., Zharlyganova D., Toyoda S., Zhumadilov Z., Hoshi M. ESR dosimetry study of population in the vicinity of the Semipalatinsk Nuclear Test Site // Journal of Radiation Research. – 2013. – Vol. 54, No. 4. – P. 775–779. – DOI: 10.1093/jrr/rrt008.
5. Lorenzo J.M., Sarriés M.V., Tateo A., Polidori P., Franco D., Lanza M. Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: a review // Meat Science. – 2014. – Vol. 96, No. 4. – P. 1478–1488. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.12.006.
6. Belaunzaran X., Bessa R.J.B., Lavín P., Mantecón A.R., Kramer J.K.G., Aldai N. Horsemeat for human consumption – current research and future opportunities // Meat Science. – 2015. – Vol. 108. – P. 74–81. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.05.006.
7. Lee C.E., Seong P.N., Oh W.Y., Ko M.S., Kim K.I., Jeong J.H. Nutritional characteristics of horsemeat in comparison with those of beef and pork // Nutrition Research and Practice. – 2007. – Vol. 1, No. 1. – P. 70–73. – DOI: 10.4162/nrp.2007.1.1.70.
8. Aziz K.J., Issa N.A., Mikaeel F.B., Ismael S.S. Mapping the epidemiology and intensity of Parascaris equorum infection in equids in Erbil Province, Iraq // Parasitology International. – 2025. – Vol. 109. – Art. 103115. – DOI: 10.1016/j.parint.2025.103115.
9. Suleimenov S.K., Dyusembaev S.T., Zabolotnykh M.V., Gabdullin D.E. Veterinary-sanitary indicators of parascarisidosis in horses living in the territory of Semipalatinsk Test Site // Science and Education. – 2019. – No. 57. – P. 170–175.
10. ГОСТ 26305-84. Источники закрытые радионуклидные альфа-излучения. Методы измерения параметров. – М.: Издательство стандартов, 1984.
11. ГОСТ 26306-84. Источники закрытые радионуклидные бета-излучения. Методы измерения параметров. – М.: Издательство стандартов, 1984.
12. ГОСТ 26307-84. Источники закрытые радионуклидные фотонного излучения. Методы измерения параметров. – М.: Издательство стандартов, 1984.
13. ГОСТ 32195-2013. Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот. – М.: Стандартинформ, 2014.
14. World Health Organization. WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. – Geneva: WHO, 2009. – 94 p.

References

1. Suleimenov S., Dyuyssembaev S., Serikova A., Baygazanov A., Koygeldinova A., Yessimbekov Z. Biochemical indicators and nutritional value of horsemeat infected by parascarisidosis and sampled from the surrounding areas of Semipalatinsk Nuclear Test Site, Kazakhstan. American Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2021, vol. 16, no. 1, pp. 39–47. DOI: 10.3844/ajavsp.2021.39.47.
2. Amirgalina Z., Serikova A., Suleimenov S., Serikov Z., Abdykarimova S., Taukebayeva N., Dyuyssembaev S. Integrated chemical and radiological risk assessment of livestock products from the Abai region adjacent to the former Semipalatinsk Nuclear Test Site, Kazakhstan. Frontiers in Veterinary Science, 2026, vol. 13, art. 1830035. DOI: 10.3389/fvets.2026.1830035.
3. Kakimov A., Yessimbekov Z., Kakimova Z., Bepeyeva A., Stuart M. Cs-137 in milk, vegetation, soil, and water near the former Soviet Union's Semipalatinsk Nuclear Test Site.

Environmental Science and Pollution Research, 2016, vol. 23, pp. 4931–4937. DOI: 10.1007/s11356-015-5741-7.

4. Zhumadilov K., Ivannikov A., Stepanenko V., Zharlyganova D., Toyoda S., Zhumadilov Z., Hoshi M. ESR dosimetry study of population in the vicinity of the Semipalatinsk Nuclear Test Site. Journal of Radiation Research, 2013, vol. 54, no. 4, pp. 775–779. DOI: 10.1093/jrr/rrt008.

5. Lorenzo J.M., Sarriés M.V., Tateo A., Polidori P., Franco D., Lanza M. Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: a review. Meat Science, 2014, vol. 96, no. 4, pp. 1478–1488. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.12.006.

6. Belaunzaran X., Bessa R.J.B., Lavín P., Mantecón A.R., Kramer J.K.G., Aldai N. Horsemeat for human consumption – current research and future opportunities. Meat Science, 2015, vol. 108, pp. 74–81. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.05.006.

7. Lee C.E., Seong P.N., Oh W.Y., Ko M.S., Kim K.I., Jeong J.H. Nutritional characteristics of horsemeat in comparison with those of beef and pork. Nutrition Research and Practice, 2007, vol. 1, no. 1, pp. 70–73. DOI: 10.4162/nrp.2007.1.1.70.

8. Aziz K.J., Issa N.A., Mikaeel F.B., Ismael S.S. Mapping the epidemiology and intensity of *Parascaris equorum* infection in equids in Erbil Province, Iraq. Parasitology International, 2025, vol. 109, art. 103115. DOI: 10.1016/j.parint.2025.103115.

9. Suleimenov S.K., Dyusembayev S.T., Zabolotnykh M.V., Gabdullin D.E. Veterinary-sanitary indicators of parascariidosis in horses living in the territory of Semipalatinsk Test Site. Science and Education, 2019, no. 57, pp. 170–175.

10. GOST 26305-84. Sealed radionuclide alpha-radiation sources. Methods for measuring parameters. Moscow, Standards Publishing House, 1984.

11. GOST 26306-84. Sealed radionuclide beta-radiation sources. Methods for measuring parameters. Moscow, Standards Publishing House, 1984.

12. GOST 26307-84. Sealed radionuclide photon-radiation sources. Methods for measuring parameters. Moscow, Standards Publishing House, 1984.

13. GOST 32195-2013. Feed and compound feed. Method for determination of amino acid content. Moscow, Standartinform, 2014.

14. World Health Organization. WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. Geneva, WHO, 2009, 94 p.

Л.Т. Аутелеева

¹«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010011, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62
e-mail: auteleeva@kazatu.edu.kz

ПАРАСКАРИДОЗ КЕЗІНДЕГІ ЖЫЛҚЫ ЕТІНІҢ АМИНҚЫШҚЫЛДЫҚ БЕЙІНІ: БҰРЫНҒЫ СЕМЕЙ ЯДРОЛЫҚ СЫНАҚ ПОЛИГОНЫ МАҢЫНДАҒЫ РАДИАЦИЯЛЫҚ ҚАУІП ДЕҢГЕЙІ ӨРТҮРЛІ АУМАҚТАРДЫ САЛЫСТЫРУ

*Жайылымдық жылқы шаруашылығы жүргізілетін бұрынғы Семей ядролық сынақ полигонына жақын аумақтарда өнім сапасын бағалау кезінде радиозкологиялық ахуалмен қатар жануарлардың паразитологиялық мәртебесін ескеру қажет. Зерттеудің мақсаты радиациялық қауіптің төрт санатындағы *Parascaris equorum* инвазиясы бар жылқылар етінің аминқышқылдық бейініндегі аумақтық айырмашылықтарды анықтау және оларды шаруашылықтардағы радиометриялық көрсеткіштермен сипаттамалық тұрғыдан салыстыру болды.*

Материал 2024-2025 жылдары Бөдене, Бесқарағай, Сағыр және Жәңтікей ауылдарындағы шаруашылықтардан алынды. Радиациялық жағдай гамма-сәулеленудің экспозициялық доза қуаты, бета-бөлшектер ағыны және радонның эквивалентті тепетің көлемдік белсенділігі бойынша сипатталды. Параскаридоз анықталған 40 жылқының етіндегі аминқышқылдар Shimadzu LC-20 Prominence жүйесінде сұйық хроматография әдісімен өлшенді. Аумақтар арасындағы айырмашылықтар салыстыру деңгейінен абсолюттік және пайыздық ауытқуларды есептеу арқылы сипатталды.

Гамма-сәулелену көрсеткіші 0,10-0,32 мкЗв/сағ, бета-бөлшектер ағыны 4,1-8,6 бөлш./ (мин·см²), ал қора ішіндегі радон белсенділігі 66-128 Бк/м³ шегінде болды. Алмаспайтын аминқышқылдар жиынтығы Бөденеде 7486, Бесқарағайда 7682, Сағырда 7881

және Жәнтікейде 8081 мг/100 г құрады; салыстыру деңгейінен ауытқу тиісінше 8,60; 6,20; 3,77 және 1,33% болды. Ең үлкен тапшылық триптофан мен метионинге тән. Барлық аминқышқылдар бойынша тапшылық төтенше қауіп аймағындағы 8,75%-дан минималды қауіп аймағындағы 2,43%-ға дейін төмендеді. Бұл аумақтық сәйкестік себеп-салдарлық байланысты дәлелдемейді, өйткені инвазияланбаған бақылау тобы болмаған жағдайда радиациялық және паразитологиялық әсерлерді жеке бағалау мүмкін емес.

Түйінді сөздер: параскаридоз, жылқы еті, алмаспайтын аминқышқылдар, радиоэкологиялық мониторинг, Семей ядролық сынақ полигоны.

L.T. Auteleeva

¹NJSC “S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University”, 62 Zhenis Ave., Astana 010011, Republic of Kazakhstan

e-mail: auteleeva@kazatu.edu.kz

AMINO ACID PROFILE OF HORSEMEAT IN PARASCARIDOSIS: A COMPARISON OF AREAS WITH DIFFERENT RADIATION-RISK LEVELS NEAR THE FORMER SEMIPALATINSK NUCLEAR TEST SITE

*In pasture-based horse production near the former Semipalatinsk Nuclear Test Site, product assessment should account for both local radioecological conditions and the parasitological status of animals. This study examined territorial variation in the amino acid profile of meat from horses infected with *Parascaris equorum* across four radiation-risk categories and descriptively compared the findings with radiometric characteristics of the farms.*

Samples were collected in 2024-2025 from farms in Bodene, Beskaragai, Sagyr, and Zhantikey. Gamma exposure dose rate, beta-particle flux density, and equilibrium-equivalent volumetric radon activity were used to characterize the radiation environment. Amino acids were quantified by liquid chromatography on a Shimadzu LC-20 Prominence system in meat from 40 horses with parascaridosis. Territorial groups were compared descriptively by calculating absolute and percentage deviations from the selected comparison level.

Recorded values ranged from 0.10 to 0.32 $\mu\text{Sv/h}$ for gamma exposure dose rate, from 4.1 to 8.6 particles/(min·cm²) for beta-particle flux density, and from 66 to 128 Bq/m³ for indoor radon activity. Total essential amino acids amounted to 7,486 mg/100 g in Bodene, 7,682 mg/100 g in Beskaragai, 7,881 mg/100 g in Sagyr, and 8,081 mg/100 g in Zhantikey. The respective deficits were 8.60, 6.20, 3.77, and 1.33%, with tryptophan and methionine showing the largest differences. The deficit for the total amino acid pool declined from 8.75% in the extreme-risk area to 2.43% in the minimum-risk area. This spatial association should not be interpreted causally because an uninfected control group was unavailable to separate radiation-related and parasitological effects.

Keywords: parascaridosis, horsemeat, essential amino acids, radioecological monitoring, Semipalatinsk Nuclear Test Site.

Авторлар туралы мәліметтер

Аутелеева Лаура Тюлегеновна – PhD, қауымдастырылған профессор, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010011, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62, e-mail: auteleeva@kazatu.edu.kz , <https://orcid.org/0000-0003-2999-9973>

Сведения об авторах

Аутелеева Лаура Тюлегеновна – PhD, ассоциированный профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан 010011 г. Астана, пр. Женис, 62, e-mail: auteleeva@kazatu.edu.kz , <https://orcid.org/0000-0003-2999-9973>

Information about the authors

Auteleeva Laura Tyulegenovna – PhD, Associate Professor, NJSC “S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University”, 62 Zhenis Ave., Astana 010011, Republic of Kazakhstan, e-mail: auteleeva@kazatu.edu.kz , <https://orcid.org/0000-0003-2999-9973>

Поступила в редакцию 28.08.2026
Поступила после доработки 08.09.2026
Принята к публикации 25.09.2026

DOI:
IRSTI: 68.41.31

A.T. Serikova^{1*}, S.T. Dyuyssembaev¹, S.E. Amirtaev¹, N.B. Taukebayeva¹, M.V. Zabolotnykh²

¹NJSC «Shakarim University», 071410, Republic of Kazakhstan, Semey, 20A Glinka St.

²Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 644122, Russian Federation, Omsk, 92 Oktyabrskaya St.

*e-mail: aiser_71@mail.ru

RADIOECOLOGICAL EVALUATION OF ENVIRONMENTAL MEDIA AND GOAT MILK IN AREAS AFFECTED BY THE FORMER SEMIPALATINSK NUCLEAR TEST SITE

Abstract: This study aimed to evaluate the radioecological status of environmental media and goat milk obtained from territories characterized by different degrees of radiation hazard in the vicinity of the former Semipalatinsk Nuclear Test Site. Field investigations were carried out in four settlements of the Abai Region—Dolon, Karaul, Borodulikha, and Kokpekty—which were selected as representative locations for extreme, maximum, high, and minimal radiation-risk zones, respectively. Soil, vegetation, water, and goat milk samples were collected to determine the activity concentrations of the principal radionuclides, including ¹³⁷Cs, ⁴⁰K, and ¹³¹I, by gamma-ray spectrometry. The sensory characteristics and physicochemical parameters of the milk were also examined for compliance with the applicable regulatory requirements. The findings demonstrated a consistent spatial variation in radionuclide activity among the investigated locations. The greatest concentrations were observed in samples collected from territories classified as extreme- and maximum-risk zones. The transfer of radionuclides along the trophic chain “soil–plant–animal–milk” was confirmed, demonstrating the influence of residual environmental contamination on agricultural products. Despite the observed differences in radionuclide content, all milk samples met established safety standards, and the activity concentrations remained well below permissible limits. No significant negative effects of radiation on the organoleptic or physicochemical characteristics of goat milk were identified. The results demonstrate that long-term exposure to low-dose radiation does not significantly affect milk quality and poses no substantial radiological threat to consumers. The study expands current knowledge on radionuclide migration in agroecosystems of the former test site and highlights the importance of continuous environmental monitoring to ensure food safety and sustainable agricultural development in affected regions.

Keywords: radioecology; radionuclides; cesium-137; potassium-40; iodine-131; goat milk; radiation safety; Semipalatinsk Nuclear Test Site.

Introduction

The ecological state of the regions located near the former Semipalatinsk Nuclear Test Site (SNTS) continues to attract considerable attention from researchers and public health specialists [1, 2]. From 1949 to 1989, the Semipalatinsk Nuclear Test Site was the location of more than 456 nuclear tests this territory, resulting in large-scale accumulation of long-lived radionuclides, primarily cesium-137, as well as the natural radionuclide potassium-40 and the radionuclides, including short-lived iodine-131, have been detected in various environmental components [3, 4]. Most of these radionuclides can migrate through ecosystems and remain in the biosphere for prolonged periods, whereas iodine-131 decays relatively rapidly leading to persistent contamination of the soil cover, water bodies, vegetation, and, consequently, livestock products [5, 6, 7]. The geographical proximity of the test site to populated areas significantly increases the risk of radiation exposure to humans through trophic chains, particularly via dairy products, which form an important part of the local population's daily diet [8, 9, 10].

Over the past several decades, many researchers have investigated the lasting effects of radioactive contamination on human health and ecosystem integrity. Particular attention is paid to the monitoring of livestock products produced in areas of elevated radiation risk, as they represent one of the main pathways for the entry of radionuclides into the human body [11]. Among the most significant isotopes are cesium-137, potassium-40, and iodine-131, which, when ingested with food,

are capable of causing serious disturbances in thyroid gland function (iodine-131) as well as affecting the overall radiation background of the body (cesium-137 and potassium-40) [12]. Cesium-137 is a product of the nuclear fission of uranium and plutonium, formed during nuclear explosions and other technogenic processes. These radionuclides pose a significant threat to the environment and public health due to their high biological availability and their ability to actively migrate through food chains [13].

Cesium-137 has a half-life of about 30 years and undergoes β -decay accompanied by γ -radiation. Owing to its chemical similarity to potassium, it can readily enter biological systems and participate in metabolic processes. Iodine-131 is characterized by a short half-life (8.02 days), intense β - and γ -radiation, and high tropism to the thyroid gland, which makes it particularly dangerous upon entering the body [14]. Potassium-40, in turn, is a natural radionuclide with a half-life of 1.25 billion years and serves as the main source of internal human irradiation due to its presence in the tissues of living organisms. Its occurrence in environmental objects and food products is an important indicator of the natural radiation background [15]. Due to their similarity to potassium (for ^{137}Cs and ^{40}K) and the ability to concentrate in the thyroid gland (for ^{131}I), these isotopes are actively absorbed by living organisms. This makes the analysis of their content in food products critically important for an objective assessment of the radiation safety of territories [16].

Nuclear tests at the Semipalatinsk Test Site have left a profound impact not only on the environment but also on the public health of the region. Numerous scientific studies emphasize the need for a comprehensive approach to investigating the consequences of radiation exposure. This approach should include monitoring of both artificial and natural radionuclides, as well as the development of measures to ensure the sustainable development of the territories for future generations [17]. In this regard, the study of the quality and safety of dairy products obtained from farms located in areas with varying levels of radiation risk from the former SNTS has acquired particular relevance.

The present study is devoted to a comprehensive analysis of the quality characteristics of goat milk produced in districts of the Abai Region representing different levels of radiation risk within on the territory affected by the former Semipalatinsk Nuclear Test Site. Particular attention is paid to the content of radionuclides (primarily ^{137}Cs , ^{40}K , and ^{131}I) and to assessing their possible influence on the physicochemical and organoleptic properties of the product. The obtained data will help expand existing knowledge on the migration of radionuclides along the trophic chain “soil – plant – animal – milk” and provide a scientific basis for recommendations aimed at ensuring the radiation safety of dairy products in radioactively contaminated territories.

Thus, despite the considerable volume of accumulated scientific data on the radioecological consequences of the Semipalatinsk Test Site activities, the issues concerning the impact of residual radioactive contamination on the quality and safety of locally produced goat milk, taking into account the content of cesium-137, potassium-40, and iodine-131, remain insufficiently studied. The solution to these tasks is of both scientific and practical importance for the population of the regions adjacent to the former test site.

Materials and methods

The study encompassed areas differing in the degree of radiation hazard resulting from past activities at the former Semipalatinsk Nuclear Test Site.

The farms were chosen based on three criteria: the radiation hazard category of the area, the availability of dairy goats, and the production of goat milk for household consumption and commercial distribution.

The investigation covered four settlements:

- Dolon, Beskaragai District—extreme radiation-hazard zone;
- Karaul, Abai District—maximum radiation-hazard zone;
- Borodulikha, Borodulikha District—high radiation-hazard zone;
- Kokpekty, Kokpekty District—minimal radiation-hazard zone.

In each settlement, five composite samples of soil, plants, water, and goat milk were collected. The animals were kept under traditional pasture-stall housing conditions typical for the region. During the spring-summer-autumn period, the goats grazed on natural pastures for 8–10 hours per day, with natural grass serving as the main feed. In winter, the animals were housed indoors and received rough and concentrated feeds (hay and compound feed). Watering was carried out from centralized or local water sources. The keeping conditions complied with zoohygienic and veterinary-sanitary

standards. For the study, clinically healthy lactating goats aged 2–5 years were selected, kept under similar feeding and housing conditions.

Sampling procedures were conducted in accordance with the following regulatory documents and guidelines:

- GOST 17.4.3.01-2017, “General Requirements for Sampling”;
- GOST 27262-87, “Plant Feeds. Methods of Sampling”;
- ST RK 1545-2006, “Radiation Control. Sampling of Surface Water and Wastewater. General Requirements”;
- ST RK 1623-2007, “Radiation Control. Food Products. Sampling, Analysis, and Hygienic Assessment”;
- methodological recommendations for the radioecological and agroecological assessment of agricultural lands located within the former Semipalatinsk Nuclear Test Site.

Samples were collected from typical pasture plots for each settlement, located at a distance of at least 20 m from roads and other possible sources of additional contamination. Preference was given to flat, undisturbed areas with dense grass cover and no signs of erosion.

Soil. Soil samples were taken from a depth of 0–5 cm using the “envelope” method (5 points: 4 at the corners of a square and one in the center). The area of each sampling point was approximately 100 cm². The composite sample with a mass of at least 1 kg was packed in polyethylene bags with appropriate labeling.

Plants. Plant samples (not less than 1.5–2.0 kg) were manually harvested with a sickle from 1 × 1 m plots, leaving at least 3 cm above the ground to prevent contamination by soil particles. The plant material was packed in polyethylene bags.

Water. Water samples with a volume of 1.5–2.0 liters were taken from the surface of open water bodies, wells, and springs into plastic containers.

Goat milk samples were obtained directly from the selected farms following the requirements of ST RK 1623–2007. Only clinically healthy animals maintained under comparable feeding and housing conditions were included to minimize the influence of external factors on the results. The collected samples were subjected to organoleptic, physicochemical, radiological, and statistical examinations. Their organoleptic properties were assessed in accordance with GOST 32940–2014, “Raw Goat Milk. Technical specifications”. The following parameters were determined: appearance, color, consistency, odor, and taste in the cooled state. To exclude subjectivity, each sample was assigned a code number. Odor was assessed at 35 °C and, if necessary, after pasteurization (GOST 28283–2015). Taste was evaluated after boiling the sample at (20 ± 2) °C.

The mass fractions of fat, protein, and nonfat milk solids (NMS), as well as density, were determined using the “Klever-2” automatic analyzer. Prior to analysis, the samples were homogenized, degassed, and brought to a temperature of 25 ± 2 °C. The results were compared with the requirements of GOST 32940–2014.

Radiological investigations were carried out using the RKG-AT1320S scintillation gamma-radiometer (NaI(Tl) detector). The specific activity of artificial (¹³⁷Cs, ¹³¹I) and natural (⁴⁰K) radionuclides was determined. Measurements were performed in the standard Marinelli geometry (volume 1 dm³).

Sample preparation for radiometry:

Milk: Samples were homogenized, filtered through multilayer gauze, and poured into Marinelli vessels up to the control level.

Soil. The collected samples were allowed to dry naturally at room temperature, ground into a homogeneous mass, and sieved through a sieve with 1-mm-diameter apertures. The prepared soil was compacted into Marinelli vessels and left for at least one day to reach radioactive equilibrium.

Plants: Plant samples were cleaned of foreign material, rinsed with purified water, and subsequently oven-dried.

The activity concentration of each radionuclide (A, Bq/kg) was determined using the RKG-AT1320S scintillation gamma-radiometer and calculated according to the following equation:

$$A = \frac{N - N_{\phi}}{\varepsilon \cdot P_{\gamma} \cdot m \cdot t}$$

where:

N — number of pulses in the full energy peak;

N_φ — background;

ε — registration efficiency;

Py — quantum yield;
 m — sample mass, kg;
 t — measurement time, s.

All laboratory investigations were conducted at the Shakarim Lab research facility (Laboratory of Veterinary and Sanitary Examination) and the accredited Milk Analysis Laboratory of Shakarim University Non-Profit Joint Stock Company, formerly known as Agrotechnopark. Statistical data analysis. The results are expressed as the arithmetic mean (M) $\pm$ standard deviation ($\pm$ SD). The statistical significance of differences was assessed using methods of variational statistics.

Results

Sensory characteristics of raw goat milk collected from farms located in different radiation-risk zones within the area affected by the former Semipalatinsk Nuclear Test Site (SNTS) were assessed in accordance with GOST 32940–2014, “Raw Goat Milk. Technical Specifications.” The results of this assessment are presented in Table 1.

Table 1 – Results of organoleptic characteristics of goat milk

№	Sample location	Color	Taste and odor	Consistency
1.	Dolon	White, cream	Clear, with a faint grassy note	A homogeneous liquid with slight protein flocculation
2.	Karaul	White, cream	Clear, with no foreign odors or tastes	A homogeneous liquid, free of sediment and protein flakes
3.	Borodulikha	White, cream	Clear, with no foreign odors or tastes	A homogeneous liquid, free of sediment and protein flakes
4.	Kokpekty	White, cream	Clear, with no foreign odors or tastes	A homogeneous liquid, free of sediment and protein flakes

All examined milk samples exhibited a uniform white-to-cream color typical of high-quality goat milk. No deviations in color intensity or the presence of extraneous shades were detected across the studied settlements. The taste and odor of the milk from Karaul, Borodulikha, and Kokpekty were assessed as clean, with no foreign odors or aftertastes, fully complying with the requirements of the regulatory standard. In contrast, the milk from Dolon village (the zone of extreme radiation risk) showed a faint grassy (herbal) note in both taste and odor. This minor variation may reflect differences in the botanical composition of local pastures and the possible transfer of volatile plant-derived compounds into milk in areas characterized by higher levels of residual radioactive contamination.

With regard to consistency, all samples were homogeneous liquids. Milk from Karaul, Borodulikha, and Kokpekty was free of visible sediment or protein flakes. The samples from Dolon displayed a slight protein flocculation (graininess), which, however, did not affect the overall homogeneity or technological suitability of the milk. Such minor structural changes are within acceptable limits for raw goat milk and are most likely related to natural variations in protein stability rather than to any significant deterioration in quality.

Overall, the organoleptic evaluation demonstrated that goat milk produced in all four settlements meets the basic sensory requirements of GOST 32940-2014. The observed minor differences in taste, odor, and consistency in the Dolon samples did not constitute defects that would render the product unsuitable for consumption or further processing. These findings indicate that the residual radiation background in the studied areas does not exert a pronounced negative influence on the sensory characteristics of goat milk. The results are consistent with earlier studies showing that organoleptic properties of dairy products remain relatively stable even under moderate radioactive contamination, provided that animal health and feeding conditions are maintained at an adequate level.

The physicochemical parameters of raw goat milk collected in settlements located in various radiation-risk zones within the area affected by the former Semipalatinsk Nuclear Test Site (SNTS) were determined using the “Klever-2” instrument in compliance with GOST 32940–2014, “Raw Goat Milk. Technical Specifications.” The results are presented in Table 2.

Table 2 – Physicochemical characteristics of goat milk

No	Sample location	Fat mass fraction, %	Protein mass fraction, %	Dry skimmed milk residue (DSMR), %	Density, kg/m ³
1.	Dolon	3,44 ± 0,1	3,01 ± 0,1	8,30 ± 0,1	1027,6 ± 0,3
2.	Karaul	3,52 ± 0,05	3,24 ± 0,04	8,58 ± 0,09	1029,6 ± 0,3
3.	Borodulikha	3,35 ± 0,06	3,18 ± 0,05	8,48 ± 0,08	1030,5 ± 0,4
4.	Kokpekty	3,25 ± 0,07	3,05 ± 0,06	8,15 ± 0,10	1031,9 ± 0,5

All milk samples fully complied with the normative requirements of GOST 32940-2014. The mass fraction of fat ranged from 3.25 % to 3.52 %, exceeding the minimum standard value of 3.2 %. The highest fat content was observed in milk from Karaul village (3.52 ± 0.05 %), while the lowest value was recorded in Kokpekty village (3.25 ± 0.07 %). Protein content varied between 3.01 % and 3.24 %, which is also above the regulatory threshold of 2.8 %. The highest protein level was found in the Karaul samples (3.24 ± 0.04 %), and the lowest — in Dolon (3.01 ± 0.1 %).

The content of dry skimmed milk residue (DSMR) ranged from 8.15 % to 8.58 %, meeting the minimum requirement of 8.2 %. A slight tendency toward lower DSMR values was noted in samples from the extreme radiation-risk zone (Dolon) and the minimal radiation-risk zone (Kokpekty). Milk density was within the standard interval of 1027–1030 kg/m³ in all cases, although a minor increasing trend was observed from Dolon (1027.6 ± 0.3 kg/m³) to Kokpekty (1031.9 ± 0.5 kg/m³).

The observed variations in physicochemical parameters across the studied settlements were small and remained within the limits of natural biological variability typical for goat milk under traditional pasture-stall feeding conditions. No statistically significant deterioration in milk quality was associated with the level of residual radiation contamination. These findings indicate that the current radiation background in the examined areas of the former SNTS does not exert a negative influence on the basic technological characteristics of goat milk. The results are consistent with previous studies demonstrating the stability of the main physicochemical indicators of dairy raw materials even under moderate long-term radioactive impact, provided that animal health status and feeding regimes are maintained at an adequate level.

The content of the key radionuclides ¹³⁷Cs, ⁴⁰K, and ¹³¹I in raw goat milk and in the main components of the environment (soil, plants, and water) was determined by gamma-spectrometric analysis using the RKG-AT1320S scintillation gamma-radiometer. The results are presented in Tables 3 and 4.

Table 3 – Results of the physicochemical characteristics of goat milk

No	Sample location	¹³⁷ Cs, Bq/l	⁴⁰ K, Bq/l	¹³¹ I, Bq/l
1	Dolon	4,7 ± 0,3	29,8 ± 2,4	3,0 ± 0,2
2	Karaul	3,8 ± 0,3	27,5 ± 1,9	2,9 ± 0,2
3	Borodulikha	3,1 ± 0,2	24,5 ± 1,6	2,2 ± 0,2
4	Kokpekty	1,1 ± 0,1	21,8 ± 1,4	1,0 ± 0,1

Table 4 – Results of radionuclide content in soil, plant, and water samples

No	Sample location	Object	¹³⁷ Cs, Bq/kg (l)	⁴⁰ K, Bq/kg (l)	¹³¹ I, Bq/kg (l)
1	Dolon	Soil	131,5 ± 0,5	715 ± 24	0,46 ± 0,04
		Plants	57,2 ± 2,8	245 ± 16	1,3 ± 0,3
		Water	2,4 ± 0,2	10,8 ± 3,5	0,07 ± 0,02
2	Karaul	Soil	41,2 ± 1,4	640 ± 19	0,44 ± 0,07
		Plants	35,8 ± 1,1	155 ± 14	1,35 ± 0,05
		Water	1,7 ± 0,2	9,2 ± 2,8	0,06 ± 0,02
3	Borodulikha	Soil	6,8 ± 0,4	350 ± 21	0,51 ± 0,04

№	Sample location	Object	^{137}Cs , Bq/kg (I)	^{40}K , Bq/kg (I)	^{131}I , Bq/kg (I)
4	Kokpekty	Plants	$3,5 \pm 0,2$	147 ± 8	$0,36 \pm 0,03$
		Water	$0,95 \pm 0,08$	$7,3 \pm 1,1$	$0,05 \pm 0,01$
		Soil	$4,0 \pm 0,3$	292 ± 14	$0,43 \pm 0,05$
		Plants	$1,6 \pm 0,2$	180 ± 9	$0,10 \pm 0,02$
		Water	$0,58 \pm 0,07$	$6,6 \pm 1,0$	$0,03 \pm 0,01$

A clear gradient in radionuclide levels was observed across the studied settlements, corresponding to the decreasing order of radiation risk: Dolon (extreme risk) > Karaul (maximum risk) > Borodulikha (high risk) > Kokpekty (minimal risk). In goat milk (Table 3), Samples collected from Dolon village (^{137}Cs – 4.7 ± 0.3 Bq/l, ^{40}K – 29.8 ± 2.4 Bq/l, ^{131}I – 3.0 ± 0.2 Bq/l) exhibited the highest activity concentrations of all three radionuclides. The lowest values were found in Kokpekty village, where activity concentrations were 4.3 times lower for ^{137}Cs , 1.4 times lower for ^{40}K , and 3.0 times lower for ^{131}I compared with Dolon.

The same spatial pattern was evident in environmental samples (Table 4). Soil from Dolon showed the highest ^{137}Cs activity (131.5 ± 0.5 Bq/kg), which was more than 32 times higher than in Kokpekty soil. Plant material from Dolon also exhibited elevated levels of ^{137}Cs (57.2 ± 2.8 Bq/kg) and ^{131}I (1.3 ± 0.3 Bq/kg). Water exhibited the lowest radionuclide activity concentrations among the environmental components analyzed in all four settlements, although the values showed a similar decline from higher- to lower-risk areas.

Discussion of Results

The gradual decrease in radionuclide activity concentrations across different radiation risk zones indicates a correlation between residual contamination in the territory of the former Semipalatinsk Nuclear Test Site and the migration of radionuclides through the local soil–plant–animal–milk food chain. The relatively higher transfer of ^{137}Cs and ^{131}I into plants and subsequently into milk is consistent with the known high bioavailability and mobility of these isotopes. At the same time, the natural radionuclide ^{40}K showed less pronounced variation, which is expected given its ubiquitous presence in the environment.

Notably, the activity concentrations of all radionuclides detected in goat milk remained well below the intervention limits specified for dairy products by national and international radiation-safety regulations.

It follows that, under current conditions, goat milk produced in the study areas does not pose a significant radiological threat to the population. Our results are consistent with previous studies conducted in the area affected by the Semipalatinsk Test Site, which also confirmed a clear correlation between the transport of radionuclides and the degree of soil contamination [4, 6, 7]. At the same time, the present work provides new data specifically on goat milk — a product that has been less studied compared to cow milk or meat in the radioecological literature of the region. The absence of significant changes in organoleptic and physicochemical properties despite the existing radiation gradient suggests high adaptive capacity of the local goat population and stability of milk quality under chronic low-level exposure.

From a practical perspective, the results indicate that locally produced goat milk may be considered suitable for consumption under the conditions examined in this study. At the same time, the correlation between environmental pollution and the levels of radionuclides in milk underscores the need for continuous monitoring, particularly in areas classified as zones of extreme and maximum radiation risk. Systematic radioecological surveillance, appropriate pasture management, and the preferential use of less contaminated grazing sites may help reduce potential exposure and support the sustainable development of livestock farming in the Abai Region..

The results demonstrate a clear correlation between the degree of environmental radioactive contamination and the radionuclide burden in goat milk. The findings provide further insight into the movement of anthropogenic and naturally occurring radionuclides through agroecosystems affected by the former SNTS. They also suggest that natural attenuation processes may limit the transfer of radionuclides into livestock-derived products.

Conclusion

This study presents a comprehensive assessment of the environmental radiation situation and its possible relationship to the quality of goat milk in areas with varying levels of radiation risk in the

vicinity of the former Semipalatinsk Nuclear Test Site. The findings reveal a consistent relationship between the extent of environmental contamination and radionuclide activity throughout the soil–plant–animal–milk trophic pathway. A pronounced gradient in radionuclide concentrations (^{137}Cs , ^{40}K , and ^{131}I) was identified, with the highest levels recorded in the zones of extreme and maximum radiation risk (Dolon and Karaul), and the lowest in the minimal risk zone (Kokpekty). This confirms the long-term persistence and migration ability of radionuclides in agroecosystems affected by nuclear testing. Despite the detected differences in radionuclide content, all analyzed goat milk samples met established safety standards. The activity concentrations of radionuclides were significantly below permissible levels, indicating the absence of a significant radiological risk for human consumption under current conditions.

Furthermore, no significant negative impact of residual radioactive contamination on the organoleptic and physicochemical properties of goat milk was detected. All samples met regulatory requirements, and the minor differences observed fell within the range of natural biological variability. This indicates the animals' high adaptability and the stability of milk quality even under prolonged exposure to low-level background radiation. The study confirms that natural attenuation processes and existing agricultural practices contribute to limiting radionuclide transfer into animal products. Nevertheless, the identified correlation between environmental pollution and radionuclide levels in milk underscores the need for ongoing radioecological monitoring, especially in areas classified as high-radiation-risk zones. Overall, the findings expand current knowledge on radionuclide migration in agroecosystems of the former Semipalatinsk Test Site and support the safe use of locally produced goat milk. At the same time, they underline the importance of sustainable land use, controlled grazing, and regular radiological assessment to ensure long-term environmental and food safety.

References

1. Serikova A., Dyussebayev S., Suleimenov Sh., Serikov Zh., Abdykarimova Sh. Radioecological state of the environment in the area of the former Semipalatinsk Nuclear Test Site // *Scientific Horizons*. – 2025. – Vol. 28, No. 7. – P. 120–135. – DOI: 10.48077/scihor7.2025.120.
2. Aktayev M., Subbotin S., Aidarkhanov A., Aidarkhanova A., Timonova L., Larionova N. Characterization of geological and lithological features in the area proximal to tritium-contaminated groundwater at the Semipalatinsk test site // *PLoS ONE*. – 2024. – Vol. 19, No. 3. – e0300971. – DOI: 10.1371/journal.pone.0300971.
3. Lukashenko S., Kabdyrakova A., Lind O.C., Gorchachev I., Kunduzbayeva A., Kvochkina T., Janssens K., De Nolf W., Yakovenko Yu., Salbu B. Radioactive particles released from different sources in the Semipalatinsk Test Site // *Journal of Environmental Radioactivity*. – 2020. – Vol. 216. – 106160. – DOI: 10.1016/j.jenvrad.2020.106160.
4. Dyussebaev S., Łozowicka B., Serikova A., Iminova D., Okuskhanova E., Yessimbekov Z., Kaczyński P. Radionuclide content in the soil–water–plant–livestock product system in East Kazakhstan // *Polish Journal of Environmental Studies*. – 2014. – Vol. 23, No. 6. – P. 1983–1993.
5. Dyussebayeva M., Aidarkhanova A., Tashekova A., Shakenov Y., Kolbin V., Merkel A., Zhamaldinov F., Larionova N., Gorchachev I., Kharkin P., Lukashenko S., Yevlampiyeva Y. Assessment of contamination of natural waters with radionuclides and heavy metals: the case of Karabulak creek at the Semipalatinsk Test Site // *PLoS ONE*. – 2025. – Vol. 20, No. 2. – e0310833. – DOI: 10.1371/journal.pone.0310833.
6. Panitskiy A.V., Kunduzbayeva A.E., Baygazy S.A. Vertical distribution of radionuclides in soils of Semipalatinsk Test Site // *NNC RK Bulletin*. – 2022. – No. 3. – P. 31–38. – DOI: 10.52676/1729-7885-2022-3-31-38.
7. Panitskiy A., Syssoeva Y., Baigazy S., Kunduzbayeva A., Kenzhina L., Polivkina Y., Larionova N., Krivitskiy P., Aidarkhanova A. Vertical distribution of radionuclides in soil at the Semipalatinsk Test Site beyond its test locations // *PLoS ONE*. – 2023. – Vol. 18, No. 1. – e0278581. – DOI: 10.1371/journal.pone.0278581.
8. Inaba J., Ishida J., Hirota S., Yoshinaga S., Kusumi S., Baigazinov Z., Berezina M., Kenzhina G.T., Berezina S.A., Ogiu T. Dose reconstruction for residents near the former Semipalatinsk Nuclear Test Sites with a focus on the study of radiation health effects // *Japanese Journal of Health Physics*. – 2020. – Vol. 55. – P. 250. – DOI: 10.5453/JHPS.55.250.
9. Nakamura T., Masuda S., Kuchiki A., Maruyama A. Effects of radioactive contamination from the Semipalatinsk Nuclear Test Site on behavior related to food choices: a case study of

Kazakhstan // Journal of Disaster Research. – 2020. – Vol. 15. – P. 991–1010. – DOI: 10.20965/jdr.2020.p0991.

10. Aleshina N. Content of radionuclides and public health of environmentally disadvantaged region // Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology. – 2020. – Vol. 60, No. 11. – P. 713–716. – DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-11-713-716.

11. Oforiwa P. Nuclear emergency: a review of radioactivity in human ecosystem // LC International Journal of STEM. – 2021. – Vol. 2, No. 1. – P. 1–8. – DOI: 10.5281/zenodo.5150259.

12. Zaletel K., Mihovec A., Gaberscek S. Characteristics of exposure to radioactive iodine during a nuclear incident // Radiology and Oncology. – 2024. – Vol. 58, No. 4. – P. 459–468. – DOI: 10.2478/raon-2024-0051.

13. Venturi S. Prevention of nuclear damage caused by iodine and cesium radionuclides to the thyroid, pancreas and other organs // Juvenis Scientia. – 2022. – Vol. 8, No. 2. – P. 5–14. – DOI: 10.32415/jscientia_2022_8_2_5-14.

14. Razanov S., Ogorodnichuk G., Komynar M. Effect of soil treatment on cesium-137 accumulation in flower pollen and in its processing products by honey bees // Agriculture and Forestry. – 2021. – DOI: 10.37128/2707-5826-2021-3-13.

15. Faanu A., Tettey-Larbi L., Akuo-Ko E., Gyekye P., Kpeglo D., Lawlumi H., Kansaana C., Adjei-Kyereme S., Efa A., Tóth-Bodrogi E., Kovács T., Shahrokhi A. Radiological landscape of natural resources and mining: unveiling the environmental impact of naturally occurring radioactive materials in Ghana's mining areas // Heliyon. – 2024. – Vol. 10. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e24959.

16. Kuzmanović P., Srećković M., Knežević Radić J., Lužaić T. Distribution of ^{40}K and ^{137}Cs in food and food additives from western Serbia and associated radiological ingestion risk // Science of the Total Environment. – 2025. – Vol. 1000. – 180400. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2025.180400.

17. Abzhaliyeva A., Boranbayeva T., Uzyntleuova A., Zarkhanova A., Junisbayeva S. Radiological safety of animal products // Scifood. – 2025. – Vol. 19, No. 1. – P. 224–236. – DOI: 10.5219/scifood.19.

А.Т. Серикова^{1*}, С.Т. Дюсембаев¹, С.Е. Амиртаев¹, Н.Б. Таукебаева¹, М.В. Заболотных²

¹ «Шәкәрім университеті» КЕАҚ, 071410, Қазақстан, Семей қ., Глинка көшесі, 20А

² П.А. Столыпин атындағы Омбы мемлекеттік аграрлық университеті, 644122, Ресей Федерациясы, Омбы қ., Октябрьская көшесі, 92

*e-mail: aiser_71@mail.ru

БҰРЫНҒЫ СЕМЕЙ ЯДРОЛЫҚ СЫНАҚ ПОЛИГОНЫНЫҢ ӘСЕР ЕТУШІ АЙМАҒЫНДАҒЫ ҚОРШАҒАН ОРТА КОМПОНЕНТТЕРІ МЕН ЕШКІ СҮТІН РАДИОЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ.

Бұл зерттеуде бұрынғы Семей ядролық сынақ полигоны аумағындағы әртүрлі радиациялық қауіп деңгейі аймақтардың қоршаған орта компоненттері мен өндірілетін ешкі сүтіне кешенді радиологиялық-экологиялық бағалау жүргізілді. Зерттеу Абай облысының төтенше, ең жоғары, жоғары және ең төмен радиациялық қауіп аймақтарын сипаттайтын төрт елді мекенінде — Долон, Қарауыл, Бородулиха және Көкпектіде жүргізілді. Топырақ, өсімдік, су және ешкі сүтінің сынамалары алынып, гамма-спектрометриялық әдістер арқылы, негізгі радионуклидтердің (^{137}Cs , ^{40}K және ^{131}I) мөлшері анықталды. Қосымша нормативтік талаптарға сәйкес ешкі сүтінің органолептикалық және физика-химиялық қасиеттеріне бағалау жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері зерттелген аумақтардағы радионуклидтер концентрациясының айқын градиентін көрсетті: олардың ең жоғары деңгейлері төтенше және ең жоғары радиациялық қауіп аймақтарында тіркелді. «Топырақ–өсімдік–жануар–сүт» трофикалық тізбегі бойымен радионуклидтердің миграциясы расталып, бұл қоршаған ортадағы қалдық радиоактивті ластаушылардың ауылшаруашылығы өнімдеріне әсерін айқындады.

Радионуклидтердің мөлшерінде белгілі бір айырмашылықтар анықталғанына қарамастан, зерттелген ешкі сүтінің сынамаларының барлығы белгіленген қауіпсіздік стандарттарына сәйкес келді, ал олардың үлестік белсенділігі рұқсат етілген шекті деңгейлерден едәуір төмен болды. Радиацияның ешкі сүтінің органолептикалық және физика-химиялық сипаттамаларына елеулі теріс әсері анықталған жоқ.

Алынған нәтижелер төмен деңгейдегі созылмалы радиациялық әсер жағдайында ешкі сүтінің сапасының тұрақты сақталатынын көрсетеді және тұтынушылар үшін елеулі радиологиялық қауіптің жоқтығын растайды. Зерттеу нәтижелері бұрынғы ядролық сынақ полигоны аумағындағы агроэкожүйелерде радионуклидтердің миграциясы жөніндегі қазіргі ғылыми түсініктерді толықтырады және зардап шеккен аумақтарда азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету мен ауыл шаруашылығын орнықты дамыту мақсатында қоршаған ортаға тұрақты радиациялық мониторинг жүргізудің маңыздылығын айқындайды.

Түйін сөздер: радиоэкология; радионуклидтер; цезий-137; калий-40; йод-131; ешкі сүті; радиациялық қауіпсіздік; Семей ядролық сынақ полигоны.

А.Т. Серикова^{1*}, С.Т. Дюсембаев¹, С.Е. Амиртаев¹, Н.Б. Таукебаева¹, М.В. Заболотных²

¹ НАО «Университет имени Шакарима», 071410, Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20А

² Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 644122, Российская Федерация, г. Омск, ул. Октябрьская, 92

*e-mail: aiser_71@mail.ru

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И КОЗЬЕГО МОЛОКА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ЯДЕРНОГО ПОЛИГОНА

В данном исследовании представлена комплексная радиоэкологическая оценка компонентов окружающей среды и козьего молока, производимого в районах с различной степенью радиационного риска в зоне влияния бывшего Семипалатинского ядерного полигона. Работа проводилась в четырех населенных пунктах Абайской области (Долон, Караул, Бородулиха и Кокпекты), представляющих зоны чрезвычайного, максимального, повышенного и минимального радиационного риска. Образцы почвы, растений, воды и козьего молока были собраны и проанализированы на содержание ключевых радионуклидов (^{137}Cs , ^{40}K и ^{131}I) с использованием гамма-спектрометрических методов. Дополнительно были оценены органолептические и физико-химические свойства козьего молока в соответствии с нормативными требованиями.

Результаты выявили четкий градиент концентраций радионуклидов по исследованным территориям: наибольшие уровни зафиксированы в зонах чрезвычайного и максимального радиационного риска. Было подтверждено перемещение радионуклидов по трофической цепи «почва – растение – животное – молоко», что демонстрирует влияние остаточного загрязнения окружающей среды на сельскохозяйственную продукцию.

Несмотря на выявленные различия в содержании радионуклидов, все образцы молока соответствовали установленным стандартам безопасности, а удельная активность оставалась значительно ниже допустимых пределов. Каких-либо значительных негативных эффектов радиации на органолептические или физико-химические характеристики козьего молока обнаружено не было.

Полученные данные свидетельствуют об устойчивости качества молока в условиях хронического радиационного воздействия низкого уровня и подтверждают отсутствие значимого радиологического риска для потребителей. Исследование расширяет имеющиеся знания о миграции радионуклидов в агроэкосистемах бывшего полигона и подчеркивает важность непрерывного экологического мониторинга для обеспечения безопасности пищевых продуктов и устойчивого развития сельского хозяйства в пострадавших регионах.

Ключевые слова: радиоэкология; радионуклиды; цезий-137; калий-40; йод-131; козье молоко; радиационная безопасность; Семипалатинский ядерный испытательный полигон.

Авторлар туралы мәліметтер

Серикова Айнұр Темешқызы - ветеринария ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Семей, Глинка 20 А, e-mail: aiser_71@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8707-5878>

Дюсембаев Серғазы Тұрлыбекұлы – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Семей, Глинка 20А, e-mail: sergazi_d@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6259-2871>

Амиртаев Сүлеймен Ертайұлы – ветеринария ғылымдарының магистрі, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Семей, Глинка 20А, e-mail: amirtaevsuleimen@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-6258-8346>

Таукебаева Назгүл Базарханқызы - PhD докторанты, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Семей, Глинка 20 А, e-mail: nazgul.taukebayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-4668-4000>

Заболотных Михаил Васильевич - биология ғылымдарының докторы, профессор, П.А. Столыпин атындағы Омск мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей, Омбы, e-mail: mv.zabolotnykh@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0003-1650-7511>

Сведения об авторах

Серикова Айнур Темешовна – кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор, НАО «Шәкәрім университет», 071410, Казахстан, Семей, Глинка 20 А, e-mail: aiser_71@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8707-5878>

Дюсембаев Серғазы Тұрлыбекович – доктор ветеринарных наук, профессор, НАО «Шәкәрім университет», 071410, Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, 20А, e-mail: sergazi_d@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6259-2871>

Амиртаев Сулеймен Ертаевич – магистр ветеринарных наук, НАО «Шәкәрім университет», 071410, Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, 20А, e-mail: amirtaevsuleimen@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-6258-8346>

Таукебаева Назгуль Базархановна – PhD-докторант ветеринарных наук, НАО «Шәкәрім университет», 071410, Казахстан, Семей, Глинка 20 А, e-mail: nazgul.taukebayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-4668-4000>

Заболотных Михаил Васильевич – доктор биологических наук, профессор, Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 644122, Российская Федерация, г. Омск, ул. Октябрьская, 92, e-mail: mv.zabolotnykh@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0003-1650-7511>

Information about the authors

Serikova Ainur Temeshovna – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, NJSC «Shakarim University», 20A Glinka St., Semey 071410, Republic of Kazakhstan, e-mail: aiser_71@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8707-5878>

Dyusseмбаев Serғazy Turlybekovich – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, NJSC «Shakarim University», 20A Glinka St., Semey 071410, Republic of Kazakhstan, e-mail: sergazi_d@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6259-2871>

Amirtaev Suleimen Ertaevich – Master of Veterinary Sciences, NJSC «Shakarim University», 20A Glinka St., Semey 071410, Republic of Kazakhstan, e-mail: amirtaevsuleimen@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-6258-8346>

Taukebayeva Nazgul Bazarkhanovna – PhD Student, NJSC «Shakarim University», 20A Glinka St., Semey 071410, Republic of Kazakhstan, e-mail: nazgul.taukebayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-4668-4000>

Zabolotnykh Mikhail Vasilyevich – Doctor of Biological Sciences, Professor, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 92 Oktyabrskaya St., Omsk 644122, Russian Federation, e-mail: mv.zabolotnykh@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0003-1650-7511>

Поступила в редакцию 01.09.2026
Поступила после доработки 22.09.2026
Принята к публикации 28.08.2026

DOI:
FTAXP: 68.41.59

Д.Б. Зайнеттинова^{1*}, А.Р. Қожаева¹, Д.Е. Габдуллин²

¹«Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Семей қ., Глинки көшесі, 20А

²«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті»,
090009, Қазақстан, Орал қ., Жәңгір хан көшесі, 51

*e-mail: tnt_rani@mail.ru

СИЫРЛАРДЫҢ ЖАСЫРЫН ЖЕЛІНСАУЫ ЖАҒДАЙЫНДА СҮТ ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ

Аңдатпа: Сүттің қоректік құндылығы, биологиялық ерекшеліктері мен сапасы оның құрамындағы химиялық компоненттердің мөлшері мен арақатынасына байланысты қалыптасады. Сүттің сапасын бағалауда майдың, ақуыздың, лактозаның, минералды заттардың, құрғақ заттың және майсыз құрғақ сүт қалдығының мөлшері негізгі көрсеткіштер ретінде қарастырылады. Сонымен қатар, сүттің сапасын бағалауда соматикалық жасушалар саны (СЖС) маңызды көрсеткіш болып саналады. Зерттеудің мақсаты – сиырларда жасырын желінсау анықталған кезде сүттің физика-химиялық көрсеткіштерінің жыл мезгілдеріне байланысты өзгеру ерекшеліктерін анықтау. Зерттеу барысында әртүрлі маусымдарда алынған сүт үлгілерінің сапасының көрсеткіштері зерттелді. Сүт құрамындағы май, ақуыз, майсыз құрғақ зат, соматикалық жасушалар саны (СЖС) анықталды. Сүттің негізгі құрамдас бөліктерін зертханалық әдістермен анықтадық. Сүт сапасының көрсеткіштерінің зерттеу нәтижелері бойынша жыл мезгіліне байланысты өзгередінін көрсетті. Соматикалық жасушалар санының артуы сүт безіндегі қабыну үдерістерімен қатар жүріп, сүт сапасының төмендеуіне әсер ететіні анықталды. Сапалы сүтте соматикалық жасушалар саны белгіленген деңгейден аспауы тиіс. Соматикалық жасушалар саны мен сүттің жекелеген құрамдас бөліктері арасында өзара байланыс бар екені байқалды. Зерттеу нәтижелері жасырын желінсауды дер кезінде анықтау, оның алдын алу және сүт сапасын маусымдық тұрғыдан бақылау үшін маңызды практикалық мәнге ие.

Кілт сөздер: сүт; жасырын желінсау; сүт безі; соматикалық жасушалар саны; сүт сапасының көрсеткіштері.

Кіріспе

Сиырлардың арасында кең таралған желінсау ауруы қазіргі мал шаруашылығы саласына айтарлықтай экономикалық зиян келтіруде. Жыл сайын сиырлардың жалпы санының 30–50%-да айқын клиникалық белгілерінсіз өтетін жасырын желінсау анықталып отырады. Халықаралық сүт ұйымының зерттеу деректері бойынша, дамыған елдерде желінсау сүтті ірі қара шаруашылығына елеулі экономикалық шығын келтіретін негізгі аурулардың қатарына жатады. Дүниежүзілік жануарлар денсаулығы ұйымының мәліметтері желінсаудан туындайтын шығынның сиырлардың басқа аурулары келтіретін жалпы залалдан едәуір көп екенін көрсетеді. Желінсаудың салдарынан сүтті өндіру көлемі азайып, оның сапасы мен нарықтық құны төмендейді, желінсауға шалдыққан сиырлар мерзімінен бұрын табыннан шығарылады және оларды емдеуге қосымша қаражат жұмсалады [1].

БҰҰ-ның Экономикалық және әлеуметтік істер жөніндегі департаментінің (UN DESA) Халық бөлімінің мәліметі бойынша жаһандық халық саны өсіп, 2050 жылы 9,7 миллиардқа жетеді деп болжануда, бұл сүт өнімдеріне сұранысты да арттырады [2, 3].

Ірі сүт өндіретін шаруашылықтарда желінсау ауруы маңызды мәселелердің бірі болып саналады. Олар сиырлардың сүт өнімділігін азайтып, алынатын өнімнің сапалық көрсеткіштерін нашарлатады. Сүт безі ауруларының таралуын шектеу және олардың алдын алу бағытындағы ғылыми әрі тәжірибелік жұмыстар жүргізілгенімен, бұл аурулардан туындайтын экономикалық залал жылдан-жылға ұлғаюда. Желінсаудың алдын алудың басты шарты – жануарлардың табиғи төзімділігі мен жоғары өнімділігін қамтамасыз ететін күтіп-бағу, азықтандыру және сауу үдерістеріндегі зоогигиеналық талаптарды сақтау әрі мал шаруашылығын экономикалық тұрғыдан тиімді ұйымдастыру[4].

Физикалық, химиялық және биохимиялық әсерлерден сүт безінің қызметінің бұзылуы дамиды. Бұл ауру екі түрде болуы мүмкін: белгілері айқын көрінетін - клиникалық желінсау және клиникалық белгілері байқалмайтын түрі - жасырын желінсау. Аурудың ағымына

байланысты клиникалық желінсау өте жедел, жедел және созылмалы болып бөлінеді. Ауруды уақытында анықтап, тиімді емдеу және алдын-алу шараларын жүргізу өте маңызды. Себебі, өнім сапасының нашарлап, сиырлардың өнімділігінің төмендеуінен экономикалық шығындар туындайды. Сондықтан ауруды ерте балау өзекті болып табылады [5].

Сүтті бағалау: тазалығының, қышқылдылығының, тығыздығының, бактериялармен ластану деңгейіне, термотұрақтылығының, май мен ақуыздың мөлшері және соматикалық жасушалардың санын анықтау арқылы жүзеге асады. Сүттің құрамындағы соматикалық жасушалар мөлшерінің артуы сүт өндірісінде елеулі мәселе туғызуда. Сондықтан да жоғары сапалы сүтте олардың саны белгіленген деңгейден аспауы тиіс. Соматикалық жасушалардың сүт құрамында белгілі бір мөлшерде кездесуі желінде жүретін табиғи физиологиялық үдерістерге байланысты қалыпты құбылыс болып саналады. Алайда шамадан тыс көбеюі желін тіндеріндегі қабыну үдерісінің белгісі болуы мүмкін. Желінсау басқа аурулармен салыстырғанда жиі кездесіп, сүт өнімділігінің төмендеуіне және сүттің санитариялық-технологиялық қасиеттерінің нашарлауына әкеледі. Бұл тұжырымдар ғалымдардың жыл сайын жүргізетін зерттеу нәтижелерімен расталып келеді [6, 7].

Сүттің химиялық құрамы мен физикалық қасиеттеріне әсер ететін негізгі факторлардың бірі – климаттық жағдайлар. Маусымдық өзгерістердің болуы ең алдымен азықтандыру жағдайларына байланысты болып келеді. Атап айтқанда, қыс мезгілінде сиырлар негізінен сүрлем мен сақталған азықтармен қоректенсе, жаз мезгілінде олардың рационында жайылымдағы жасыл, балауса шөптердің көп болуына байланысты. Рационның құрамы мен азықтандыру технологиясындағы мұндай айырмашылықтар сүттің химиялық құрамына, оның ішінде май, ақуыз, лактоза, майсыз құрғақ заттар және минералды заттар мөлшерінің өзгеруіне ықпал етеді [8].

Сүттегі соматикалық жасушалар саны сиырдың сүт безі саулығын бағалауда кеңінен қолданылатын негізгі диагностикалық көрсеткіштердің бірі болып табылады. Көптеген зерттеулер соматикалық жасушалар санының деңгейінің жоғарылауы сүт өнімділігінің төмендеуімен және сүттің химиялық құрамының өзгеруімен тікелей байланысты екенін көрсетеді. Өсіресе жасырын желінсауға шалдыққан сиырларда сүттің негізгі компоненттері – май, ақуыз мөлшерінің төмендеуі байқалады [9].

Соматикалық жасушалар негізінен сүт безі эпителийінің түлеген жасушаларынан және иммундық жүйе жасушаларынан (нейтрофилдер, макрофагтар мен лимфоциттер) тұрады. Олардың саны бактериялық инфекция, тіндердің зақымдануы және қабыну процестері кезінде көбейеді. Бұл жасушалардың құрамында көптеген лизосомалық ферменттер болады, олар сүтке бөлінгеннен кейін ақуыздар мен майлардың ыдырауын (протеолиз және липолиз) күшейтіп, сүттің физикалық-химиялық және технологиялық қасиеттерінің өзгеруіне себеп болады [10].

Жасырын желінсауға шалдыққан сиырлардың сүтінде көзге көрінетін өзгерістер байқалмағанымен, оның химиялық құрамы мен физикалық қасиеттері сау сиыр сүтінің көрсеткіштерінен ерекшеленеді. Себебі, сүттің физикалық-химиялық құрамының өзгеруіне сүт безінде жүретін қабыну үдерістері себеп болады. Желінсау ауруының сиырлар арасында таралып және шаруашылыққа елеулі экономикалық шығын келтіруі ауруды дер кезінде анықтап, тиісті зерттеулер жүргізудің маңыздылығын көрсетеді [11].

Зерттеу әдістері

Жұмыс Семей қаласының Шәкәрім университетінің «Ветеринария» кафедрасында, Абай облысы, Бесқарағай ауданында, Бірлік ауылдық округі «Балке» шаруашылығында, Знаменка ауылының «Маді-Р» шаруа қожалықтарында жүргізілді. Зерттеулер 2019 жылы желтоқсан айынан басталып 2020 жылдың қараша айына дейінгі аралықта жүргізіліп, зерттеуге 434 сынама алынды. Зерттеу жұмыстарына, салмақтары 350-500 кг аралығындағы сауын сиырлары, қара-ала тұқымды 4 және 5-6 жас аралығындағы және қырдың қызыл сүтті сиырлары қолданылды. Зерттеу кезеңі жылдың төрт мезгілінде жүргізілді.

Зерттеу барысында малдың жалпы клиникалық жағдайы бағаланып, дене температурасы, тамыр соғу жиілігі мен тыныс алу көрсеткіштері анықталды. Сонымен қатар кілегейлі қабықтары мен лимфа түйіндері тексеріліп, зертханалық талдау жүргізу үшін қан сынамалары алынды.

Сиырлардың сүт бездері қарау және пальпациялау әдістерімен зерттелді. Тексеру кезінде желіннің көлемі, пішіні, бөліктерінің симметриялылығы мен консистенциясы, ауырсыну белгілері және жергілікті температурасы бағаланды. Сондай-ақ желін терісінің, үрпілерінің

және желінүсті лимфа түйіндерінің жағдайына назар аударылды. Сауып тексеру барысында бөлінген сүттің түсі, қоюлығы, көлемі және басқа да сыртқы белгілері анықталды.

Клиникалық зерттеу кезінде желіннің жүйкелену ерекшеліктеріне назар аударылды. Атап айтқанда, мықын, құрсақасты, мықын-шап, сыртқы жыныстық және аралық жүйкелердің жағдайы ескерілді. Желіннің қанмен қамтамасыз етілуіне қатысатын сыртқы жыныстық артерия, желін негізінің алдыңғы және артқы артериялары, сондай-ақ құрсақтың теріасты артериясы мен венасы зерттелді.

Желінүсті және желін цистернасы аймағындағы лимфа түйіндерінің жағдайы да бағаланды. Жалпы клиникалық тексеруден кейін сүт бездерінің күйі және желіннің әр бөлігінен алынған сүт үлгілеріндегі өзгерістер зерттелді.

Сүт бездерін қарау және пальпациялау арқылы желіннің көлемі, консистенциясы, бөліктерінің симметриялылығы, ауырсыну белгілері мен жергілікті температурасы анықталды.

Желіннің әр бөлігінен алғашқы сүт үлгілерін сауу кезінде олардың біркелкілігі, құрамында үлпектер мен бөгде қоспалардың болуы немесе болмауы тексерілді. Сүт құрамындағы үлпектер мен оның консистенциясының өзгеруі сүт безіндегі қабыну үдерісінің негізгі белгілері ретінде бағаланды.

Әрбір желін бөлігінен сауып алынған сүттің біртектілігіне, үлпектердің немесе басқа да қоспалардың бар-жоғына назар аударылды. Сиырлардың субклиникалық маститі маститтік тесттердің көмегімен анықталды. Зерттеу жұмыстары жүргізілген шаруашылықтарда жасырын желінсауды зертханалық: ПЭДМ, 5% димастин (В.И. Мutowин бойынша), 2% мастидинмен тексерілді. Сүттің сапалық құрамы «Лактан 1-4 М» және «Соматос-Мини» анализаторларының көмегімен анықталды. «Милтек-1» құралын қолдану арқылы сиырлардың жасырын желінсауға шалдығу пайызын анықтадық.

Калифорниялық мастит-тестті қолдану арқылы желінсаудың формаларын анықтадық (O.W.Schalma, D.O. Noorlander ұсынған). Лактан 4,1–мини құралымен майсыз құрғақ зат, тығыздығы, суы, майлылығы тексерілді.

Зерттеу нәтижелері

Зерттеуге алынған сүт сынамаларын соматикалық жасушаларға тексердік.

Соматикалық жасушалар көрсеткіші көптеген факторларға байланысты болады, атап айтқанда: тұқымы, өнімділік деңгейі, жасы, төлдеу саны, лактация кезеңі, жануардың жеке ерекшеліктері және денсаулық жағдайына байланысты. Желіннің қабыну процестері кезінде олардың мөлшері күрт артады. Бұл көрсеткіш 1 см³ сүтте 500 мыңнан асып кетсе, онда бұл жасырын желінсаудың белгісі болып табылады. Уақытында қажетті шаралар қолданылмайтын болса, жасырын желінсау клиникалық түрге ауысуы мүмкін.

Төрт маусым бойынша зерттелген жасырын желінсауға шалдыққан сүт үлгілерінің құрамына статистикалық талдау 2019 жылғы желтоқсаннан 2020 жылғы қарашаға дейінгі аралықта жүргізілді. Сырттай сау деп танылған 404 голштин-фриз тұқымды сиырлардан алынған жасырын желінсауға шалдыққан сиыр сүті сынамаларының химиялық талдау нәтижелері (1-кесте) қыста орташа көрсеткіштердің (май, %; ақуыз, %; майсыз құрғақ зат, %; және СЖС/мл) қыс айында ($2,21 \pm 0,07$; $2,80 \pm 0,09$; $7,77 \pm 0,24$ және $6,8 \times 10^5 \pm 1,8 \times 10^4$) болғанын көрсетті.

Ал көктем мезгілінде осы көрсеткіштердің орташа мәндері сәйкесінше ($2,71 \pm 0,24$; $2,48 \pm 0,32$; $6,83 \pm 0,68$ және $9,3 \times 10^5 \pm 7,8 \times 10^4$) болды.

Жаз мезгілінде майдың, ақуыздың, майсыз құрғақ заттың және СЖС/мл көрсеткіштері: ($2,33 \pm 0,26$; $2,83 \pm 0,26$; $7,52 \pm 0,78$ және $7,6 \times 10^5 \pm 7,8 \times 10^4$) құрады.

Ал күзде бұл көрсеткіштердің орташа мәндері сәйкесінше ($2,88 \pm 0,09$; $2,59 \pm 0,09$; $7,26 \pm 0,20$ және $11,2 \times 10^5 \pm 3,1 \times 10^4$) болды.

Кесте 1 – Сүттің химиялық көрсеткіштері

Жыл мезгілдері	Зерттелген сынама саны	майлылығы	ақуыз	Майсыз құрғақ зат	СЖС/мл
Қыс	133	$2,21 \pm 0,07$	$2,80 \pm 0,09$	$7,77 \pm 0,24$	$6,8 \times 10^5 \pm 1,8 \times 10^4$
Көктем	55	$2,71 \pm 0,24$	$2,48 \pm 0,32$	$6,83 \pm 0,68$	$9,3 \times 10^5 \pm 7,8 \times 10^4$
Жаз	129	$2,33 \pm 0,26$	$2,83 \pm 0,26$	$7,52 \pm 0,78$	$7,6 \times 10^5 \pm 7,8 \times 10^4$
Күз	87	$2,88 \pm 0,09$	$2,59 \pm 0,09$	$7,26 \pm 0,20$	$11,2 \times 10^5 \pm 3,1 \times 10^4$

Жасырын желінсауға шалдыққан сиырлардың сүт сынамаларын жыл мезгілдері бойынша зерттеу барысында химиялық құрамы бойынша айтарлықтай айырмашылықтар болды.

Тиісті деректер 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2 – Сүттің химиялық құрамы

Зерттелген сүттің көрсеткіштері		Жыл мезгілдері	Статистикалық тұрғыдан мәнді айырмашылық
майлылығы%	Қыс	Көктем	0.175
		жаз	0.732
		күз	0.013*
акуыз%	Қыс	Көктем	0.008*
		жаз	0.473
		күз	0.022*

Кесте 2 – жалғасы

Зерттелген сүттің көрсеткіштері		Жыл мезгілдері	Статистикалық тұрғыдан мәнді айырмашылық
Майсыз құрғақ зат%	Қыс	Көктем	0.009*
		жаз	0.474
		күз	0.022*
СЖС/мл%	Қыс	Көктем	0.203
		жаз	0.695
		күз	0.002*

*Айырмашылық статистикалық тұрғыдан мәнді ($p < 0,05$)

Алынған нәтижелерді талдау барысында: қыс және күз айларында сүттің май (%) мөлшері және соматикалық жасушалар саны бойынша статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылық ($P < 0,05$) анықталды, алайда (қыс пен күз) және (қыс пен көктем) аралығында акуыз, майсыз құрғақ зат көрсеткіштері бойынша айырмашылық ($P < 0,05$) байқалды (2-кесте).

Ғылыми нәтижелерді талқылау

Сүт – тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары, ағзаға жеңіл сіңетін бірегей өнім. Оның тағамдық құндылығы құрамындағы акуыздар мен олардың фракцияларына, құнарлы сүт майына, дәрумендер мен минералды заттарға байланысты анықталады. Сүт құрамында адам ағзасының қалыпты дамуы мен қызмет атқаруына қажетті 200-ден астам пайдалы қоректік заттар кездеседі. Күніне 0,5 литр сүт тұтыну ағзаның алмастырылмайтын аминқышқылдарына деген қажеттілігінің едәуір бөлігін қамтамасыз етеді [12].

Сүт сапасының төмендеуі оның химиялық құрамының өзгеруімен сипатталады, яғни сүттегі майдың, акуыздың және лактозаның пайыздық мөлшері азайып, соматикалық жасушалар саны және минералды тұздардың мөлшері артады. Жасырын желінсау – сүт безі паренхимасында дамиды, қабыну процесі болып табылады. Клиникалық белгілері айқын көрінбей, сүттің бактериологиялық, физикалық-химиялық көрсеткіштерінің және сүт безінің патоморфологиялық өзгерістердің дамуымен сипатталады [13].

Сүт құрамындағы майдың пайыздық мөлшері сүттің экономикалық құндылығын айқындайтын негізгі сапалық көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Желінсауға шалдыққан сиырларда сүт майлылығының төмендеуі, сүт өнімділігі мен сапасының нашарлауына әкеліп, шаруашылыққа елеулі экономикалық шығын келтіреді.

Желінге инфекция енген кезде патофизиологиялық өзгерістердің бірі – қан айналымынан нейтрофилдер, макрофагтар мен лимфоциттерді тікелей желінге жібереді де, соның нәтижесінде сүттегі соматикалық жасушалар саны артады. Соматикалық жасушалардың құрамына лимфоциттер, макрофагтар, полиморфты ядролы нейтрофилдер кіреді [14].

Желін тінінде қабыну үдерісі дамыған кезде сүт синтездейтін эпителий жасушаларының зақымдануына байланысты лейкоциттердің жасушааралық кеңістіктер арқылы сүтке енуі күшейеді. Бұл құбылыс эпителий жасушалары арасындағы тығыз байланыстардың тұтастығын бұзып, қан мен сүт арасындағы биологиялық компоненттердің алмасуын

арттырады. Нәтижесінде сүт құрамындағы: қан плазмасы ақуыздары, минералды заттар және иммундық жасушалардың мөлшері көбейеді. Сүттегі полиморфты ядролы нейтрофилдердің негізгі қызметі – сүт безіне енген патогенді микроорганизмдерді фагоцитоз арқылы жою болып табылады. Нейтрофилдер сүттегімикробтарды жойып, май түйіршіктері мен казеин мицеллаларын дафагоцитоздайды. Нәтижесінде сүттің химиялық құрамы мен технологиялық көрсеткіштерінің өзгеруіне және оның сапасының төмендеуіне ықпал етеді [15].

Vlkova және т.б. ғалымдарының зерттеулері бойынша, сүттегі соматикалық жасушалар саны жасырын желінсауды анықтаудың ең тиімді диагностикалық көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Соматикалық жасушалар санының деңгейінің 200 000 жасуша/мл-ден жоғары болуы көп жағдайда желінде инфекция бар екенін көрсетеді [16].

Зерттеу нәтижелері бойынша жасырын желінсаумен ауырған сиырлардың желінінен алынған сүт үлгілерінде соматикалық жасушалар саны($11,2 \times 10^5 \pm 3,1 \times 10^4$ жасуша/мл) анықталды, бұл көрсеткіш Jagadeesh және т.б. ғалымдардың зерттеу нәтижелерімен сәйкес келеді. Сонымен қатар, соматикалық жасушалар санының деңгейі күз мезгілінде көбейіп, одан кейін көктем, жаз және қыс мезгілдерінде анықталған [17].

Жасырын желінсау кезінде сүттің химиялық құрамында да өзгерістер анықталды. Атап айтқанда, сүт майының, майсыз құрғақ заттардың, ақуыздың орташа мөлшері жылдың барлық төрт мезгілінде де төмендеген. Swami және т.б. ғалымдарының зерттеу деректерімен сәйкес келеді [18].

Зерттеу нәтижелерінің статистикалық талдауы жасырын желінсаумен ауырған сиырлардың сүт үлгілерінде қыс және күз мезгілдері арасында майдың пайыздық мөлшері мен сүттегі соматикалық жасушалар саны (SCC) бойынша статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылықтың ($P < 0,05$) бар екенін көрсетті. Сонымен қатар, қыс пен күз, сондай-ақ қыс пен көктем мезгілдері арасында ақуыз, майсыз құрғақ заттардың көрсеткіштері бойынша да статистикалық мәнді айырмашылықтар ($P < 0,05$) анықталды. Алынған нәтижелер Nakov және Trajsev ғалымдарының зерттеу деректерімен сәйкес келеді [19].

Ғалымдардың зерттеулері бойынша соматикалық жасушалар саны деңгейінің жоғарылауы сүт майының мөлшеріне әсер ететінін ($P < 0,05$) және соматикалық жасушалар саны артқан сайын сүттегі майдың төмендейтінін анықтаған.

Қорытынды

Қорыта айтқанда, жасырын желінсау сүттің химиялық құрамының өзгеруіне және оның технологиялық сапасының төмендеуіне әкеледі. Қабыну үдерісінің нәтижесінде сүттегі май, ақуыздың мөлшері азайып, соматикалық жасушалар саны мен минералды тұздардың концентрациясы артады. Осыған байланысты сүттің негізгі биохимиялық көрсеткіштері мен соматикалық жасушалар санын кешенді зерттеу жүргізу жасырын желінсауды ерте анықтаудың, сүт сапасын бақылаудың және экономикалық шығындарды азайтудың маңызды құралы болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Киркимбаева Ж.С., Кузембекова Г.Б., Жылқайдар А.Ж., Бесембаева Л.Б., Артықбай Д.Б. Ірі қара малды желінсауға қарсы иммундау // Ізденістер, нәтижелер. – 2025. – № 4(108). – Б. 21–29. – DOI: 10.37884/4-2025/03.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032. – Paris: OECD Publishing, 2023. – DOI: 10.1787/37c7b798-en.
3. Didanna H.L., Anja A. An overview of dairy production in selected African and Asian countries: challenges and opportunities for sustainability // Journal of Dairy Research. – 2025. – P. 1–8. – DOI: 10.1017/S0022029925100885.
4. Зайнеттинова Д.Б., Мухамадиева Н.Н., Жуланов М.Н., Омарова А. Желінсаудың түрлерін емдеуге қолданылған дәрілік препараттар // Ғылым және білім. – 2021. – № 1(62). – Б. 131–135.
5. Байтлесов Е.У., Джумағалиева А.А. Диагностика мастита крупного рогатого скота // Наука и образование. – 2020. – № 3-1(60). – С. 163–169.
6. Sharma N., Singh N.K., Bhadwal M.S. Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2011. – Vol. 24, No. 3. – P. 429–438.
7. Riveros-Galán D.S., Obando-Chaves M. Mastitis, somatic cell count and its impact on dairy product quality: a literature review // Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. – 2021. – Vol. 34, No. 4. – P. 241–253. – DOI: 10.17533/udea.rccp.v34n4a01.

8. Hamed H., El Feki A., Gargouri A. Influence of wet and dry season on milk composition of dromedary camels (*Camelus dromedarius*) from Tunisia // *Iranian Journal of Applied Animal Science*. – 2017. – Vol. 7. – P. 163–167.
9. Youssif N.H., Hafiz N.M., Halawa M.A., Saad M. Influence of some hygienic measures on the prevalence of subclinical mastitis in a dairy farm // *International Journal of Dairy Science*. – 2020. – Vol. 15, No. 1. – P. 38–47. – DOI: 10.3923/ijds.2020.38.47.
10. Şteţca G., Mocuţa N., Chindriş V., Coldea T.E. Monitoring milk somatic cell counts // *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Food Science and Technology*. – 2014. – Vol. 71. – P. 221–222.
11. Зайнеттинова Д.Б., Мухамадиева Н.Н., Саркамбаева И.М., Келбатырова М.Т. Шығыс Қазақстан облысы шаруашылықтарындағы сиырлардың субклиникалық желінсауын анықтау нәтижелері // Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университетінің хабаршысы. – 2020. – № 1(89). – Б. 304–308.
12. Идельбаев И. Разработка комплексного способа лечения коров при различных формах мастита с использованием иммуномодуляторов: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Саратов, 2007. – 21 с.
13. Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable P.D. *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats*. – 10th ed. – St. Louis: Saunders Elsevier, 2007. – 2160 p.
14. Sharma T., Das P.K., Ghosh P.R., Banerjee D., Mukherjee J. Association between udder morphology and in vitro activity of milk leukocytes in high yielding crossbred cows // *Veterinary World*. – 2017. – Vol. 10, No. 3. – P. 342–347. – DOI: 10.14202/vetworld.2017.342-347.
15. Darbaz I., Baştan A., Salar S. Investigation of udder health and milk quality parameters of dairy farms in Northern Cyprus. Part I: SCC and bacteriologic examination // *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. – 2018. – Vol. 65, No. 2. – P. 145–154. – DOI: 10.1501/Vetfak_0000002840.
16. Vlkova H., Babak V., Vrtkova I., Cervinkova D., Marosevic D., Moravkova M., Jaglic Z. Epidemiology of intramammary infections with *Staphylococcus aureus* and mastitis streptococci in a dairy cattle herd with a history of recurrent clinical mastitis // *Polish Journal of Veterinary Sciences*. – 2017. – Vol. 20, No. 1. – P. 133–139. – DOI: 10.1515/pjvs-2017-0017.
17. Jagadeesh D.S., Puttamallappa R.K., Keregalokoppalu H.G., Lakshminarasimhiah M. Prevalence of sub-clinical mastitis in cattle and effect on milk quality // *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. – 2016. – Vol. 4, No. 5. – P. 237–240. – DOI: 10.14737/journal.aavs/2016/4.5.237.240.
18. Swami S.V., Patil R.A., Gadekar S.D. Studies on prevalence of subclinical mastitis in dairy animals // *Journal of Entomology and Zoology Studies*. – 2017. – Vol. 5. – P. 1297–1300.
19. Nakov D., Trajcev M. Udder quarter risk factors associated with prevalence of bovine clinical mastitis // *Macedonian Veterinary Review*. – 2012. – Vol. 35, No. 2. – P. 55–64.

References

1. Kirkimbayeva Zh.S., Kuzembekova G.B., Zhilkaidar A.Zh., Besembayeva L.B., Artykbay D.B. Iri qara maldy jelinsauga qarsy immundau [Immunization against mastitis in dairy cattle] // *Izdenister, natijeler*. – 2025. – No. 4(108). – P. 21–29. – DOI: 10.37884/4-2025/03. [In Kaz.].
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032*. – Paris: OECD Publishing, 2023. – DOI: 10.1787/37c7b798-en.
3. Didanna H.L., Anja A. An overview of dairy production in selected African and Asian countries: challenges and opportunities for sustainability // *Journal of Dairy Research*. – 2025. – P. 1–8. – DOI: 10.1017/S0022029925100885.
4. Zainettinova D.B., Mukhamadieva N.N., Julanov M.N., Omarova A. Jelinsaudyng turlerin emdeuge qoldanylgan darilik preparattar [Drugs used in the treatment of various types of mastitis] // *Gylm zhane bilim*. – 2021. – No. 1(62). – P. 131–135. [In Kaz.].
5. Baitlesov E.U., Dzhumagalieva A.A. Diagnostika mastita krupnogo rogatogo skota [Diagnosis of mastitis in cattle] // *Nauka i obrazovanie*. – 2020. – No. 3-1(60). – P. 163–169. [In Russ.].
6. Sharma N., Singh N.K., Bhadwal M.S. Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. – 2011. – Vol. 24, No. 3. – P. 429–438.
7. Riveros-Galán D.S., Obando-Chaves M. Mastitis, somatic cell count and its impact on dairy

product quality: a literature review // Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. – 2021. – Vol. 34, No. 4. – P. 241–253. – DOI: 10.17533/udea.rccp.v34n4a01.

8. Hamed H., El Feki A., Gargouri A. Influence of wet and dry season on milk composition of dromedary camels (*Camelus dromedarius*) from Tunisia // Iranian Journal of Applied Animal Science. – 2017. – Vol. 7. – P. 163–167.

9. Youssif N.H., Hafiz N.M., Halawa M.A., Saad M. Influence of some hygienic measures on the prevalence of subclinical mastitis in a dairy farm // International Journal of Dairy Science. – 2020. – Vol. 15, No. 1. – P. 38–47. – DOI: 10.3923/ijds.2020.38.47.

10. Ștețca G., Mocuța N., Chindriș V., Coldea T.E. Monitoring milk somatic cell counts // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Food Science and Technology. – 2014. – Vol. 71. – P. 221–222.

11. Зайнеттинова Д.Б., Мухамадиева Н.Н., Саркамбаева И.М., Келбатырова М.Т. Шығыс Қазақстан облысы шаруашылықтарындағы сиырлардың субклиникалық желінсауын анықтау нәтижелері // Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университетінің хабаршысы. – 2020. – № 1(89). – Б. 304–308.

12. Идельбаев И. Разработка комплексного способа лечения коров при различных формах мастита с использованием иммуномодуляторов: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Саратов, 2007. – 21 с.

13. Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable P.D. Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats. – 10th ed. – St. Louis: Saunders Elsevier, 2007. – 2160 p.

14. Sharma T., Das P.K., Ghosh P.R., Banerjee D., Mukherjee J. Association between udder morphology and in vitro activity of milk leukocytes in high yielding crossbred cows // Veterinary World. – 2017. – Vol. 10, No. 3. – P. 342–347. – DOI: 10.14202/vetworld.2017.342-347.

15. Darbaz I., Baştan A., Salar S. Investigation of udder health and milk quality parameters of dairy farms in Northern Cyprus. Part I: SCC and bacteriologic examination // Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. – 2018. – Vol. 65, No. 2. – P. 145–154. – DOI: 10.1501/Vetfak_0000002840.

16. Vlkova H., Babak V., Vrtkova I., Cervinkova D., Marosevic D., Moravkova M., Jaglic Z. Epidemiology of intramammary infections with *Staphylococcus aureus* and mastitis streptococci in a dairy cattle herd with a history of recurrent clinical mastitis // Polish Journal of Veterinary Sciences. – 2017. – Vol. 20, No. 1. – P. 133–139. – DOI: 10.1515/pjvs-2017-0017.

17. Jagadeesh D.S., Puttamallappa R.K., Keregallokkoppalu H.G., Lakshminarasimhiah M. Prevalence of sub-clinical mastitis in cattle and effect on milk quality // Advances in Animal and Veterinary Sciences. – 2016. – Vol. 4, No. 5. – P. 237–240. – DOI: 10.14737/journal.aavs/2016/4.5.237.240.

18. Swami S.V., Patil R.A., Gadekar S.D. Studies on prevalence of subclinical mastitis in dairy animals // Journal of Entomology and Zoology Studies. – 2017. – Vol. 5. – P. 1297–1300.

19. Nakov D., Trajcev M. Udder quarter risk factors associated with prevalence of bovine clinical mastitis // Macedonian Veterinary Review. – 2012. – Vol. 35, No. 2. – P. 55–64.

Д.Б.Зайнеттинова^{1*}, А.Р. Қожаева¹, Д.Е.Габдуллин²

¹НАО «Университет Шакарима», ул. Глинки 20а, 071410, Казахстан

²«Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», 090009, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, Казахстан.

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА МОЛОКА ПРИ СУБКЛИНИЧЕСКОМ МАСТИТЕ У КОРОВ

Пищевая ценность, биологические свойства и качество молока определяются основными показателями его состава. К ним прежде всего относятся жир, белок, лактоза, минеральные вещества, сухое вещество и сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО). Кроме того, важным показателем при оценке качества молока является количество соматических клеток (КСК). Цель исследования – определить особенности сезонных изменений физико-химических показателей молока при субклиническом мастите у коров. В ходе исследования изучались показатели качества образцов молока, полученных в разные сезоны года. Определяли содержание жира, белка, сухого обезжиренного вещества и количество соматических клеток (КСК) в молоке. Для оценки основных

компонентов молока использовали лабораторные методы анализа. Результаты исследования показали, что показатели качества молока изменяются в зависимости от сезона года. Кроме того, повышение количества соматических клеток было связано с воспалительными процессами в молочной железе и снижением качества молока. В качественном молоке количество соматических клеток должно быть низким. Полученные результаты свидетельствуют о наличии взаимосвязи между количеством соматических клеток и некоторыми компонентами молока и имеют важное практическое значение для своевременного выявления субклинического мастита и сезонного контроля качества молока.

Ключевые слова: молоко, субклинический мастит, молочная железа, количество соматических клеток, показатели качества молока.

D. Zainettinova^{1*}, A.Kozhayeva¹, D.Gabdullin²

¹NJSC «Shakarim University», 071410, Republic of Kazakhstan, Semey, 20A Glinka St.

²NJSC «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University»,
Zhangir Khan Str. 51, 090009, Republic of Kazakhstan

*e-mail: tnt_rani@mail.ru

CHANGES IN MILK COMPOSITION IN COWS WITH SUBCLINICAL MASTITIS

The nutritional value, biological properties, and quality of milk are determined by the main indicators of its composition. These primarily include fat, protein, lactose, minerals, total solids, and solids-not-fat (SNF). In addition, the somatic cell count (SCC) is an important indicator in assessing milk quality. The aim of the study was to determine the seasonal variation in the physicochemical parameters of milk in cows with subclinical mastitis. During the study, the quality parameters of milk samples collected in different seasons of the year were investigated. The contents of fat, protein, solids-not-fat, and somatic cell count (SCC) in milk were determined. Laboratory analytical methods were used to evaluate the main components of milk. The results showed that milk quality parameters varied depending on the season. Furthermore, an increased somatic cell count was associated with inflammatory processes in the mammary gland and a decrease in milk quality. High-quality milk should contain a low somatic cell count. The results obtained indicate a relationship between somatic cell count and some milk components and are of practical importance for the timely detection of subclinical mastitis and seasonal monitoring of milk quality.

Keywords: milk, subclinical mastitis, mammary gland, somatic cell count, milk quality parameters.

Авторлар туралы мәліметтер

Зайнеттинова Динара Болатовна* – PhD, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Семей қ., Глинки көшесі, 20А, e-mail: tnt_rani@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1651-4631>

Қожаева Айгерім Романқызы – PhD, «Шәкәрім университеті» КеАҚ, 071410, Қазақстан, Семей қ., Глинки көшесі, 20А, e-mail: aigerim.kozhayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4994-5737>

Габдуллин Досмукан Ермуханович – PhD, «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті», 090009, Қазақстан, Орал қ., Жәңгір хан көшесі, 51, e-mail: dosya_gabdullin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6523-1905>

Сведения об авторах

Зайнеттинова Динара Болатовна* – PhD, НАО «Университет Шакарима», 071410, Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20А, e-mail: tnt_rani@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1651-4631>

Қожаева Айгерім Романқызы – PhD, НАО «Университет Шакарима», 071410, Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20А, e-mail: aigerim.kozhayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4994-5737>

Габдуллин Досмукан Ермуханович – PhD, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 090009, Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, e-mail: dosya_gabdullin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6523-1905>

Information about the authors

Zainettinova Dinara Bolatovna* – PhD, NJSC «Shakarim University», 20A Glinka St., Semey 071410, Kazakhstan, e-mail: tnt_rani@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1651-4631>

Kozhayeva Aigerim Romanqyzy – PhD, NJSC «Shakarim University», 20A Glinka St., Semey 071410, Kazakhstan, e-mail: aigerim.kozhayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4994-5737>

Gabdullin Dosmukan Yermukhanovich – PhD, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, 51 Zhangir Khan St., Oral 090009, Kazakhstan, e-mail: dosya_gabdullin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6523-1905>

Поступила в редакцию 09.09.2026
Поступила после доработки 23.09.2026
Принята к публикации 29.09.2026

Шәкәрім университетінің хабаршысы. Ауыл шаруашылығы және ветеринария ғылымдары

Меншіктенуші: «Шәкәрім университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғам

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 100 дана.

Типографияның мекенжайы: Семей қ., Шугаев көшесі 159/3, каб. 206

Bulletin of Shakarim University. Agricultural and Veterinary Sciences

Owner: Non-profit Joint Stock Company «Shakarim University»

Frequency: 4 times a year. Circulation: 100 copies.

Address of the printing house: Semey, 159/3 Shugaev Street, office 206

Вестник университета Шакарима. Сельскохозяйственные и ветеринарные науки

Собственник: Некоммерческое акционерное общество «Шәкәрім университет»

Периодичность: 4 раза в год. Тираж: 100 экз.

Адрес типографии: г. Семей, ул. Шугаева 159/3, каб. 206