

Акимбеков Амин Ричардович – доктор сельскохозяйственных наук, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», Республика Казахстан, 090000 г. Уральск, тел.: 8-701-208-77-66, e-mail: amin.akimbekov@bk.ru.

Ускенов Рашит Бахитжанович – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоц. профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», Республика Казахстан, 010011, г.Астана, пр. Женис, 62., тел.: 87014327973, e-mail: ruskenov@mail.ru.

Исхан Кайрат Жалелович\* – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, НАО «Казахский национальный аграрно-исследовательский университет», Республика Казахстан, 050000 г. Алматы, проспект Абая 8, тел.: +7-701-454-79-95, e-mail: kayrat\_iskhan@mail.ru.

Орыналиев Корганбай Алласбаевич – PhD докторант, НАО «Казахский национальный аграрно-исследовательский университет», Республика Казахстан, г. Алматы, Абая 28. тел.: 87780904146, e-mail: Ornalin.korgan@gmail.com.

Акимбеков Амин Ричардович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, Орал қ, тел.: 87012087766, e-mail: amin.akimbekov@bk.ru.

Ускенов Рашит Бахитжанович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 010011, Астана қ, Жеңіс даңғ, 62, тел.: 87014327973, e-mail: ruskenov@mail.ru.

Исхан Кайрат Жалелұлы\* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050000, Алматы қ., Абай даңғ.,28., тел.: 87014547995, e-mail: kayrat\_iskhan@mail.ru.

Орыналиев Корганбай Алласбаевич – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050000, Алматы қ., Абай даңғ.28., тел.: 87780904146, e-mail: Ornalin.korgan@gmail.com.

Akimbekov Amin Richardovich – Doctor of Agricultural Sciences, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Republic of Kazakhstan, 090000, Uralsk, tel.: 8-701-208-77-66, e-mail: amin.akimbekov@bk.ru.

Uskenov Rashit Bakhitzhanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NPJSC, Kazakhstan, 010011, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87014327973, e-mail: ruskenov@mail.ru.

Iskhan Kairat Zhaleluly\* – Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University NPJSC, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, 8 Abai Ave., tel.: 87014547995, e-mail: kayrat\_iskhan@mail.ru.

Orynaliyev Korganbai Allasbayevich – PhD Student, Kazakh National Agrarian Research University NPJSC, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, 8 Abai Ave., tel.: 87780904146, e-mail: Ornalin.korgan@gmail.com.

MRNTI 68.35.31

UDC 631.95

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531126>

## THE ROLE OF LEGUMES AND CEREALS IN INCREASING THE BIODIVERSITY AND BIODYNAMICS OF AGRICULTURAL SYSTEMS

Ansabayeva A.S\*. – PhD, Associate Professor of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Kostanay regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Issayeva Zh.B. – PhD, Associate Professor, Innovative University of Eurasia, Pavlodar, Republic of Kazakhstan.

Makhambetov M.Zh. – PhD, Associate Professor, K.Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Republic of Kazakhstan.

Peiling Zh. – PhD, Associate Professor, College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling, People's Republic of China.

Modern agricultural production is increasingly focused on enhancing soil fertility and improving the resilience of agroecosystems. Crop rotations involving legumes and cereals play a crucial role in this regard, contributing to improved soil structure, stimulation of soil biota development, and reduced dependence on chemical fertilizers. An assessment of the bioclimatic indicators of the study area revealed that the first half of the 2025 agricultural year was marked by uneven precipitation distribution during the growing season.

Calculations of the hydrothermal coefficient (HTC) based on temperature regimes and total precipitation during the vegetation period ( $HTC = 0.9$ ), characterize the meteorological conditions as slightly arid. The content of key soil nutrients at the experimental site was determined as follows: humus – 3.13%, available phosphorus ( $P_2O_5$ ) – 10.22–10.97 mg/kg, nitrate nitrogen ( $N-NO_3$ ) – 3.12–3.27 mg/kg, exchangeable potassium ( $K_2O$ ) – 523.1 mg/kg, soil pH – 7.35–7.47. Biometric parameters were analyzed: laboratory germination of chickpea seeds was 97.0%, germination energy – 75%, seed purity – 97.0%. Field germination rates of chickpea plants, depending on the experimental variant with the application of biological products, ranged from 73.3% to 84.2%, while the control variant showed a rate of 70.0%. Plant survival ranged from 72.7% to 84.7%, compared to 79.2% in the control. Chickpea yield was also determined: biological yield across treatment variants ranged from 8.2 to 17.2 c/ha (centners per hectare), actual grain yield varied from 7.79 to 16.3 c/ha, depending on the treatment applied.

**Key words:** biodiversity, soil biota, leguminous crops, cereal crops, agroecosystem resilience.

### БҰРШАҚ ТҰҚЫМДАС ЖӘНЕ ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ БИОӘРТҮРЛІЛІГІН МЕН БИОДИНАМИКАСЫН АРТТЫРУДАҒЫ РӨЛІ

Ансабаева А.С.\* – PhD докторы, агрономия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Исаева Ж. Б. – PhD докторы, қауымдастырылған профессоры, Инновациялық Еуразия университеті, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы.

Махамбетов М.Ж. – PhD докторы, экология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан Республикасы.

Peiling Zh. – PhD докторы, агрономия колледжының қауымдастырылған профессоры Солтүстік-Батыс орман және ауыл шаруашылығы университеті, Янлин қ., Қытай Халық Республикасы.

Қазіргі заманғы аграрлық өндіріс топырақтың құнарлылығын арттыруға және агрожүйелердің тұрақтылығына бағытталған. Бұршақ тұқымдас және дәнді дақылдармен ауыспалы егістердің құрылымын енгізу топырақ құрылымын жақсартуға, топырақ биотасының дамуына және химиялық тыңайтқыштарға тәуелділікті азайтуға ықпал ететін маңызды фактор болып табылады. Жергілікті жердің биоклиматтық көрсеткіштерін бағалау нәтижесінде 2025 ауыл шаруашылығы жылының бірінші жартыжылдығында вегетациялық кезең ішінде жауын-шашынның біркелкі түспегені анықталды. Қалыптасқан температуралық режим және вегетациялық кезеңдегі жауын-шашын мөлшері (ГТК-0,9) негізінде жүргізілген гидротермиялық коэффициенттің есептеулері метеорологиялық жағдайларды шамалы құрғақ деп сипаттайды; эксперименттік учаскенің топырағындағы қоректік заттардың мөлшері анықталды: гумустың мөлшері -3,13%,  $P_2O_5$ -10,22-10,97 мг / кг,  $N-NO_3$ -3,12-3,27 мг/кг,  $K_2O$  523,1 мг / кг,  $pH$ -7,35-7,47; биометриялық көрсеткіштерге талдау жүргізілді: ноқаттың зертханалық өнімділігі – 97,0%, өну энергиясы-75%, тұқым тазалығы-97,0%; ноқат өсімдіктерінің далалық өнгіштігі биологиялық препараттарды қолдану тәжірибесі бойынша 73,3% – дан 84,2,7%-ға дейін, бақылауда 70,0% – ға дейін, ал өсімдіктердің сақталуы 72,7%-дан 84,7%-ға дейін, бақылаумен салыстырғанда 79,2%-ға дейін өзгерді; ноқат өсімдіктерінің өнімділігі анықталды: тәжірибе нұсқаларына байланысты биологиялық өнім 8,2-17,2 ц/га, қолданылатын препараттарға байланысты астықтың нақты өнімділігі 7,79 ц/га-дан 16,3 ц / га-ға дейін өзгерді

**Түйінді сөздер:** биологиялық әртүрлілік; топырақ биотасы; бұршақ дақылдары; Дәнді дақылдар; агрожүйелердің тұрақтылығы.

### РОЛЬ БОБОВЫХ И ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР В ПОВЫШЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И БИОДИНАМИЧНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Ансабаева А.С.\* – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Исаева Ж.Б. – PhD, ассоциированный профессор, Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар, Республика Казахстан.

Махамбетов М.Ж. – PhD, ассоциированный профессор, Актыбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Актобе, Казахстан.

Peiling Zh. – PhD, ассоциированный профессор, Северо-западный университет лесного и сельского хозяйства, г. Янлин, Китайская Народная Республика.

Современное аграрное производство ориентировано на повышение плодородия почв и устойчивость агроэкосистем. Важной ролью в этом являются севообороты с бобовыми и злаковыми

культурами, способствующие улучшению структуры почвы, развитию почвенной биоты и снижению зависимости от химических удобрений. Оценка биоклиматических показателей местности показала, что 1 полугодие 2025 сельскохозяйственного года отличалось неравномерным распределением осадков в течение вегетационного периода. Расчёты гидротермического коэффициента, проведённого на основе сложившегося температурного режима и количества выпавших осадков за период вегетации (ГТК-0,9) характеризуют метеорологические условия как незначительно засушливые; определено содержание питательных элементов в почве экспериментального участка: содержание гумуса – 3,13 %,  $P_2O_5$  – 10,22-10,97 мг/кг,  $N-NO_3$  – 3,12-3,27 мг/кг,  $K_2O$  – 523,1 мг/кг, pH – 7,35-7,47; проведен анализ биометрических показателей: лабораторная всхожесть нута составила – 97,0%, энергия прорастания – 75%, чистота семян – 97,0%; полевая всхожесть растений нута по вариантам опыта с применением биопрепаратов варьировала от 73,3% до 84,2,7%, на контроле до 70,0%, а сохранность растений от 72,7 % до 84,7 %, в сравнении с контрольным – 79,2%; определена урожайность растений нута: биологический урожай в зависимости от вариантов опыта составлял от 8,2 до 17,2 ц/га, фактическая урожайность зерна варьировалась от 7,79 до 16,3 ц/га в зависимости от применяемых препаратов.

**Ключевые слова:** биологическое разнообразие; почвенная биота; бобовые культуры; злаковые культуры; устойчивость агроэкосистем.

### Introduction

One of the top priorities in modern agricultural production is the improvement of soil fertility and the resilience of agroecosystems. In this regard, increasing attention is being paid to the implementation of crop rotation systems that include legumes and cereals. These systems contribute to improved soil structure and function, enhance biological activity, and reduce dependence on synthetic fertilizers [1, p. 85]. The influence of legume – cereal rotations on soil biota and fertility has become a focus of intensive research. These studies have revealed the mechanisms through which such rotations enhance soil biodiversity, promote beneficial soil organism communities, and improve soil structure, while simultaneously reducing reliance on agrochemicals [2, p. 110]. The introduction of legume-based rotations leads to increased microbial activity, higher organic matter content, and better physical soil structure through the development of diverse root systems. These processes enhance the soil's inherent self-regulatory capacity and support the restoration of soil fertility. Recent research highlights the positive impact of legume crops – particularly chickpea – on soil biota. These crops stimulate the growth of beneficial microorganisms and improve nitrogen content in the soil due to symbiotic interactions with nitrogen-fixing bacteria. In Kazakhstan, cereal crops are cultivated on tens of millions of hectares, making the adoption of crop rotation systems crucial for maintaining soil productivity and sustainability. At the same time, the cultivation of leguminous crops such as chickpea, peas, and bean is rapidly expanding in the country. These crops are nutritionally valuable and contribute to reducing dependence on imported feed and food products [3, p. 253]. Chickpea cultivation, in particular, not only supports improved soil fertility but also contributes to the diversification of agricultural output, the improvement of environmental conditions, and the strengthening of national food security. Legume-based rotations help reduce the need for chemical fertilizers and pesticides, thereby decreasing environmental pressure and enhancing the ecological sustainability of farming systems. Studies show that such rotations improve soil structure through the formation of aggregates and pore spaces, increase humus content, and stimulate the activity of soil biota, including microorganisms, earthworms, and fungi. In addition, the integration of legumes into crop rotations aids in the restoration of soil microbiota, promoting greater biological activity and enhancing the soil's resistance to erosion and degradation [4, p. 521]. Importantly, these systems also improve fertilizer use efficiency, lower production costs, and reduce environmental risks. In summary, the adoption of crop rotation systems involving legumes and cereals represents a promising approach to improving soil fertility and the overall resilience of agricultural systems in Kazakhstan and other countries with developed agricultural sectors.

The relevance of this topic is underscored by the urgent need to identify ecologically sound methods for improving crop productivity and maintaining soil fertility under conditions of climate change and resource constraints. Research in this field contributes not only to the efficiency of agricultural production but also to long-term environmental sustainability and the resilience of the agricultural sector. Particular attention should be given to the study of structural and functional changes in soil under legume-based crop rotations, which will inform the development of optimized agronomic practices. Ultimately, such research plays a vital role in shaping ecologically sustainable, productive farming systems capable of ensuring food security and environmental stability.

**Research objective:** to implement sustainable agronomic practices for the cultivation of leguminous crops to enhance the biodynamic stability of agroecosystems and improve their ecological resilience.

**Research tasks:** to assess the productivity of chickpea plants under the meteorological conditions of the Kostanay region; to determine the content of essential nutrients in the soil of the experimental plot; to conduct an analysis of biometric parameters and evaluate the yield of chickpea plants.

### Materials and methods

The experimental research was conducted at the permanent research site of the Department of Agronomy in accordance with the field trial methodology developed by B.D. Dospekhov [12], as well as the official methodology for state variety testing of agricultural crops [13]. The object of the study was a chickpea cultivar (*Cicer arietinum* L.) approved for cultivation – Volgogradsky 10. This is an early-maturing variety with a vegetation period of 75 days, characterized by high resistance to diseases and adaptability to climatic conditions. The field trials were established for the period 2025 – 2027 and conducted with three replications. The total plot area was 120 m<sup>2</sup>, with an accounting area of 100 m<sup>2</sup>. Chickpea sowing was carried out in the second ten-day period of May, under conditions of physical soil maturity and within the agronomically recommended timeframes for the region. The preceding crop was the second crop (wheat) after clean fallow.

*Description of research methods:*

- site selection: experimental plots were selected based on soil maps, agrochemical cartograms, and field history records. Consultations with agronomic personnel were conducted to obtain information regarding previous crops, agronomic practices, and the application of organic and mineral fertilizers, as well as liming history;

- assessment of seed quality: the sowing qualities of chickpea seeds were evaluated under laboratory conditions in accordance with GOST standards 12036–85 to 12042–80. Germination energy (on days 7 and 14) and seed purity were determined [14]

- soil sampling and analysis: to study the moisture dynamics and nutrient content, soil samples were collected from 0–100 cm depth at 20 cm intervals. For evaluating the impact of treatments/fertilizers on soil fertility, additional samples were collected from all treatment plots at 0–20 cm and 20–40 cm depths from five sampling points per plot. The following parameters were analyzed: soil moisture content by gravimetric method, humus content by Tyurin's method (GOST 26213–91), soil pH (aqueous extract) by potentiometry using an I-160MI ionometer (GOST 26483–85), nitrate nitrogen using nitrate analyzer 150.1 MI (GOST 26951–86), available phosphorus and exchangeable potassium using Machigin's method (GOST 26205–91), exchangeable calcium (Ca<sup>2+</sup>) and magnesium (Mg<sup>2+</sup>) by trigonometric method (GOST 26428–85). During the growing season, plant samples (50 plants per plot) were collected diagonally across all treatments to determine dry matter accumulation and chemical composition. All laboratory analyses were performed in duplicate: soil nutrient analyses over crop rotation: humus content was assessed before trial establishment, at mid-point, and at the end of the crop rotation using Tyurin's method. Total nitrogen was measured by the Kjeldahl method (macro and micro variants). Total phosphorus content was determined using the Lebedyantsev method (colorimetric detection) in the plow layer. The fractional composition of phosphates was analyzed using the Chirikov method and the modified Chang–Jackson, Ginzburg, and Lebedeva methods at three points in the rotation (initial, mid, and final stages).

- phenological observations: Field germination and plant density were recorded across all replications by counting plants diagonally within 0.25 m<sup>2</sup> quadrats after full emergence and before harvest.

- aboveground biomass assessment: Plants were cut at the soil surface from all treatment plots every 10 days after the full emergence phase to measure aboveground biomass accumulation.

- weed survey: Weed infestation was assessed by quantitative-weight method during the branching, flowering, and maturation stages. A 1.0 m<sup>2</sup> frame was placed at four diagonal points within each plot, with four replications per treatment.

- plant height measurements: Plant height was recorded at key phenological stages: emergence, third leaf, inflorescence initiation, flowering, end of flowering, and physiological maturity.

*Agronomic practices used in the field trials*

Preparation of the experimental plots for sowing included early spring harrowing to retain soil moisture, using tooth harrows, and the mechanical destruction of early spring weeds at the “white thread” stage during the period of physical soil maturity (late March to early April). Pre-sowing cultivation was performed with simultaneous harrowing and rolling using mounted cultivators. Seed inoculation was carried out five hours prior to sowing using *Rhizobium* spp strains. For this purpose, a tarpaulin (4\*6 m) was used to prevent sunlight exposure. The inoculant Rizovit AKS is a biological product containing highly effective nodule-forming bacteria cultivated on a peat substrate enriched with carbohydrates, vitamins, and micronutrients. The applied dose was 400 g per seeding rate per hectare. Biological treatments during the vegetation period were applied using a knapsack sprayer. Baikal-M, a liquid biological formulation, was used for foliar application at a working solution rate of 250 L/ha.

*The reliability of field and laboratory results* was ensured through statistical processing and correlation analysis aimed at identifying the quantitative relationship between crop productivity and applied agronomic practices. Statistical analysis of the experimental data was conducted using Microsoft Excel 2021 (ANOVA), as well as specialized statistical software packages such as Sneedecor and/or STATISTICA. For laboratory measurements, a significance level of  $p < 0.05$  was used.

**Results**

The assessment of the thermal regime during the vegetation period revealed that average daily air temperatures throughout the study period exhibited only minor monthly deviations from long-term climatic norms. In 2022, the average daily temperature in the Kostanay district ranged from +12°C in May to +25°C in

July and August. Precipitation during this period totaled approximately 180 mm, which corresponds to a moderate level for the region. In 2023, the thermal regime was comparable, with temperatures ranging from +13°C in May to +26°C in July, and precipitation amounting to around 160 mm – slightly lower than the previous year, yet within the regional climatic range. In 2024, the values remained stable: the mean temperature in May reached +14°C, while the peak temperature of +27°C occurred in July and August. Precipitation during this period was approximately 170 mm, indicating a level typical for the area.

A comparative analysis over the three-year period suggests that the vegetation season in the Kostanay district was relatively stable in terms of both temperature and rainfall, providing favorable conditions for crop growth and development. However, early 2025 shows signs of climatic shifts. Preliminary forecasts indicate a trend toward higher average daily temperatures – by approximately 1-2°C compared to previous years. Precipitation in the first half of 2025 was recorded at 140-150 mm, which is 10-15% below the average of the past three years. These changes may negatively impact crop emergence and potentially reduce chickpea yields, as elevated temperatures combined with reduced precipitation could lead to accelerated soil drying and increased plant stress.

**Soil.** The experimental site is situated in the southern chernozem subzone, where soils have a relatively shallow profile, not exceeding 90–100 cm, and a humus horizon (A + B) measuring 45–47 cm. These soils are moderately humified, containing 3.13–3.24% humus in the A horizon with a light loamy texture. Carbonate accumulation is observed beginning at a depth of 28–30 cm. The bulk density is approximately 1.25 g/cm<sup>3</sup>. Agrochemical analysis of the topsoil revealed the following nutrient contents: humus – 3.13%, available phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 10.22–10.97 mg/kg, nitrate nitrogen (N-NO<sub>3</sub>) – 3.12–3.27 mg/kg, exchangeable potassium (K<sub>2</sub>O) – 523.1 mg/kg, and pH – 7.35–7.47.

Thus, the analysis of bioclimatic indicators in the study area demonstrated that the first half of the 2025 agricultural year was characterized by an uneven distribution of precipitation during the vegetation period. Calculations of the hydrothermal coefficient (HTC), based on the recorded temperature regime and total precipitation during the growing season, yielded a value of 0.9, indicating slightly arid meteorological conditions.

The quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds was evaluated according to GOST standards 12037–85 and 12038–84, assessing purity, germination energy (on days 3–4), and laboratory germination rate (on days 7–8). Laboratory germination reached 97.0%, germination energy was 75%, and seed purity was also 97.0%. Field emergence of chickpea plants in the experimental plots treated with biological products ranged from 73.3% to 84.2%, while in the control variant it did not exceed 70.0%. Plant survival rates ranged from 72.7% to 84.7%, compared to 79.2% in the control.

Weed infestation poses a considerable threat to chickpea cultivation, particularly during the early stages of growth, when the crop develops slowly and is easily suppressed by weed competition [9, p. 104].



Figure 1 – Conducting research at the experimental site

During the growing season, the predominant annual dicotyledonous weed species observed on the experimental plots included: *Amaranthus retroflexus* L. (redroot pigweed), *Chenopodium album* L. (common lambsquarters), and *Malva pusilla* (low mallow). Among annual monocotyledonous weeds, *Avena fatua* L. (wild oat) was most common. Perennial dicotyledonous weeds included *Convolvulus arvensis* L. (field bindweed), *Cirsium arvense* L. (Canada thistle), *Euphorbia virgata* L. (leafy spurge), and *Plantago lanceolata* (narrowleaf plantain). According to the weed infestation scale developed by V. Maltsev, the density of weeds was within the range of 1 point (no more than 5 plants per 1 m<sup>2</sup>), which is classified as a low level of infestation.

One of the key indicators used to evaluate the impact and effectiveness of biological or chemical treatments is crop yield. Yield represents the cumulative outcome of all yield structure components (Table 1) [5]. The number of chickpea plants at harvest varied across experimental treatments from 32.0 to 45.0 plants per square meter. The number of pods per plant ranged from 6.9 to 8.5, depending on the treatment. Grain weight per plant varied from 218.6 to 229.8 g. The biological yield of chickpea ranged from 8.2 to 17.2 centners per hectare (c/ha), while the actual grain yield varied between 7.79 and 16.3 c/ha across the experimental variants.

Table 1 – Yield structure components of chickpea under the influence of biological treatments

| Treatment variant  | Number of plants at harvest (plants/m <sup>2</sup> ) | Number of pods per plant | Number of seeds per pod | Seed weight per plant (g) | Biological yield (c/ha) |
|--------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Control            | 32                                                   | 6,9                      | 1,7                     | 218,6                     | 8,2                     |
| Baikal EM-1        | 45                                                   | 8,5                      | 4,2                     | 312,2                     | 17,2                    |
| Risovit AKS        | 39                                                   | 7,8                      | 2,1                     | 229,8                     | 14,5                    |
| HCP <sub>0,5</sub> | 0,25                                                 | 0,32                     | 0,14                    | 0,14                      | 0,12                    |

### Discussion

On the experimental site, the amount of precipitation was sufficient to ensure uniform chickpea emergence, and air temperature conditions were optimal for subsequent plant growth and vegetative development. The identification of weed species composition revealed the presence of both annual and biennial weed species. According to the scale developed by V. Maltsev, their impact on crop development was classified as very low.

In the field trials, a biological preparation was applied with the aim of accelerating the interphase development of chickpea plants and mitigating stress caused by abiotic factors. The application of the bioproduct Baikal-EM 1 had a positive effect on yield structure components, which ultimately led to a significant increase in chickpea yield. The yield increment compared to the control was +9.0 c/ha. Application of Rizovit AKS also contributed to yield improvement, resulting in an increase of +5.5 c/ha relative to the control.

### Conclusion

Experimental findings demonstrated that the meteorological conditions of the year had a positive effect on the productivity of chickpea plants. The assessment of the bioclimatic indicators of the study area showed that the first half of the 2025 agricultural year was characterized by uneven precipitation distribution during the vegetation period. The calculated hydrothermal coefficient (HTC = 0.9), based on temperature regimes and total rainfall during the growing season, indicates that the meteorological conditions can be classified as slightly arid.

- The nutrient content of the soil in the experimental plot was determined as follows: humus – 3.13%, available phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 10.22–10.97 mg/kg, nitrate nitrogen (N-NO<sub>3</sub>) – 3.12–3.27 mg/kg, exchangeable potassium (K<sub>2</sub>O) – 523.1 mg/kg, and pH – 7.35–7.47.

- Biometric characteristics of the seeds and plants were analyzed. Laboratory germination of chickpea seeds reached 97.0%, germination energy – 75%, and seed purity – 97.0%. Field germination of chickpea under different biological treatments ranged from 73.3% to 84.2%, while in the control variant it was up to 70.0%. Plant survival ranged from 72.7% to 84.7%, compared to 79.2% in the control.

- Chickpea yield was evaluated across treatment variants. The biological yield ranged from 8.2 to 17.2 c/ha, while actual grain yield varied from 7.79 to 16.3 c/ha, depending on the treatment applied.

**Funding information.** «This research was is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AR27509433) «Development and evaluation of sustainable crop rotation systems using legumes and cereals to increase the biodynamic efficiency of agroecosystems».

### REFERENCES

- 1 Grigoruk V.V., Klimov E.V. *Razvitie organicheskogo sel'skogo hozyajstva v mire i Kazahstane* [Development of organic agriculture in the world and Kazakhstan]. Ankara, 2016, 152 p. (In Russian).
- 2 Melnikova E.A., Ivanov S.P. *Metody' uluchsheniya kachestva pochvy' s ispol'zovaniem bobovo-zlakovy'h kul'tur* [Methods of improving soil quality using legume and cereal crops]. *Zhurnal agronomicheskikh issledovaniy*, 2021, no. 30 (2), pp.145–152. (In Russian).
- 3 Bennett E.M., Carpenter S.R., Caraco N.F. *Human Impact on the Nitrogen Cycle and the Consequences for Agriculture and the Environment*. *Environmental Science & Technology* 2023, vol. 52(12), pp. 6181–6193.

- 4 Sharma P., Kumar A. Legume-based Cropping Systems for Sustainable Soil Fertility Management. *International Journal of Agricultural Science*, 2020, vol. 24(1), pp.33–47.
- 5 Dospehov B.D. *Metodika opy'tnogo dela* [Experimental methodology]. Moscow, Agropromizdat, 1985, 350 p. (In Russian).
- 6 Yurina A.V. *Metodika gosudarstvennogo sortoispy'taniya sel'skohozyajstvenny'h kul'tur* [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Moscow, Izdatel'svo Kolos, 1970. (In Russian).
7. *Mezhgosudarstvenny'j standart 12036-85–12042-80 Semena sel'skohozyajstvenny'h kul'tur*, Moscow, 2011. (In Russian).
- 8 GOST 30178-96. Sy'r'e i produkty' pishhevy'e. Atomno-absorbcionny'j metod opredeleniya toksichny'h e'lementov [Raw materials and food products. Atomic absorption method for determining toxic elements]. 04.10.1996, Moscow, Standartinform. (In Russian).
- 9 GOST 20929-94 Sy'r'e i produkty' pishhevy'e. Podgotovka prob. Mineralizaciya dlya opredeleniya soderzhaniya toksichny'h e'lementov [Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization for determination of toxic element content]. 2010, Moscow, Standartinform. (In Russian).
- 10 Tyurin I.V., Kononova M.M. O novom metode opredeleniya potrebnosti pochvy' v azote [About a new method for determining the soil's need for nitrogen]. *Vestnik Agrohimicheskie i biohimicheskie issledovaniya*, 1935, vol. 10, vol. 4, pp. 49–56. (In Russian).
- 11 Kogut B.M., Milanovskij E.Yu., Hamaturov Sh.A. O metodah opredeleniya soderzhaniya organicheskogo ugleroda v pochvah [On methods for determining the content of organic carbon in soils]. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva*, 2023, iss. (114), pp. 5–28. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-114-5-28>. (In Russian).
- 12 Ansabayeva A. Cultivation of peas, *Pisum sativum* L. in organic farming. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 2023, vol. 21, no. 4, pp. 911–919.
- 13 Ansabayeva A., Akhmetbekova A. Biological products sway the yield and quality traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a continental climate. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 2024, vol. 56, no. 1, pp. 45–53.

#### Information about the authors:

Ansabayeva Assiya Simbayevna\* – PhD, Associate Professor of the Department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Regional University, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 Baitursynov Str., tel.: 87774907779, e-mail: [ansabaeva\\_asiya@mail.ru](mailto:ansabaeva_asiya@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2110-2650>.

Issayeva Zhanetta Batyrkhanovna – PhD, Associate Professor of the Department of Engineering and Industrial Technology, Innovative University of Eurasia, Republic of Kazakhstan, 140000, Pavlodar, 45 Lomov Str., tel.: 87070212963, e-mail: [zhanetta.aysha@mail.ru](mailto:zhanetta.aysha@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

Makhambetov Murat Zharakovich – PhD, Associate Professor, Department of Ecology, K.Zhubanov Aktobe Regional University, Republic of Kazakhstan, 030012, Aktobe, e-mail: [makhambetov.murat@gmail.com](mailto:makhambetov.murat@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8356-296X>.

Peiling Zhang – PhD, Associate Professor, College of Agronomy, Northwestern University of Forestry and Agriculture, Yangling, People's Republic of China, e-mail: [ansabaeva\\_asiya@mail.ru](mailto:ansabaeva_asiya@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

Ансабаева Асия Симбайқызы\* – PhD докторы, агрономия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ, Байтұрсынов көш., 47, тел.: 87774907779, e-mail: [ansabaeva\\_asiya@mail.ru](mailto:ansabaeva_asiya@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2110-2650>.

Исаева Жанетта Батырханқызы – PhD докторы, агрономия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Инновациялық Еуразия университеті, Қазақстан Республикасы, 140000, Павлодар қ., Ломов көш. 45; тел.: 87070212963, e-mail: [zhanetta.aysha@mail.ru](mailto:zhanetta.aysha@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

Махамбетов Мұрат Жарақұлы – PhD докторы, экология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы, 030012, Ақтөбе қ., [makhambetov.murat@gmail.com](mailto:makhambetov.murat@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8356-296X>.

Peiling Zhang – PhD докторы, агрономия колледжының қауымдастырылған профессоры Солтүстік-Батыс орман және ауыл шаруашылығы университеті, Қытай Халық Республикасы, Янлин қ., e-mail: [ansabaeva\\_asiya@mail.ru](mailto:ansabaeva_asiya@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

Ансабаева Асия Симбаевна\* – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры агрономии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынова 47, тел.: 87774907779, e-mail: [ansabaeva\\_asiya@mail.ru](mailto:ansabaeva_asiya@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-2110-2650>.

Исаева Жанетта Батырхановна – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры инженерии и промышленных технологий, Инновационный Евразийский университет, Республика

Казахстан, 140000, г. Павлодар, ул. Ломова 45, тел.: 87070212963, e-mail: zhanetta.aysha@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

Махамбетов Мурат Жаракович – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры экологии, Актыубинский региональный университет имени К.Жубанова, Республика Казахстан, 030012, г. Актобе, e-mail: makhambetov.murat@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8356-296X>.

Peiling Zhang – доктор PhD, ассоциированный профессор колледжа агрономии, Северо-западный университет лесного и сельского хозяйства, Китайская Народная Республика, 353000, г. Янлин, e-mail: ansabaeva\_asiya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>.

XFTAP 68.39.29

ӨОЖ 631.95:556.55

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531133>

## СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МАҢЫЗЫ БАР СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕРДЕГІ ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ҚҰРАМЫН БАҒАЛАУ

Ермолдина Г.Т. – техника ғылымдарының магистрі, ҚБ ҒЗИ ғылыми кеңесшісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Нурпеисов А.А.\* – техника ғылымдарының магистрі, ҚБ ҒЗ институтының молекулалық-генетикалық зерттеулер зертханасының ғылыми қызметкері, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Бектұрғанова А.Қ. – химия мамандығы бойынша жаратылыстану ғылымдарының магистрі, биология, экология және химия кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай, Қазақстан Республикасы.

Уксикбаева М.К. – «8D05101 Биология» докторантура білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Бұл мақалада Солтүстік Қазақстанда орналасқан Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймаларының жағалау аймағындағы түптік шөгінділеріндегі органикалық заттардың құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Дала жұмыстары қыс мезгілінде мұз қабаты астынан сынама алудың бейімделген әдістерін қолдану арқылы жүргізілді, бұл төмен температура жағдайында сенімді деректер алуға мүмкіндік берді. Зерттеу барысында шөгінді үлгілеріндегі органикалық заттардың сандық көрсеткіштері анықталып, олардың сапалық құрамы мен су ортасына ықтимал әсері бағаланды.

Алынған мәліметтер қоңыржай климаттық белдеудегі тұщы су қоймаларының түптік жүйелерінің экологиялық жай-күйін бағалау үшін анықтамалық материал ретінде қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, нәтижелер рентгенофлуоресценттік спектроскопия әдісімен қатты фазалы фракциялардың ұйтылығын бағалау мен экспресс-талдау жүргізуді қоса алғанда, кешенді мониторингті ұйымдастыру және жүргізу бойынша әдістемелік ұсынымдарды әзірлеу үшін маңызды практикалық мәнге ие. Аталған су қоймаларының су ресурстары ауыл шаруашылығында кеңінен пайдаланылатынын ескере отырып, зерттеу нәтижелері агроэкологиялық шараларды жоспарлауда және аймақта тұрақты жер пайдалануды қамтамасыз етуде де қолдануға болады. Сонымен қатар, түптік шөгінділерді органоинералды тыңайтқыш ретінде немесе бұзылған жерлерді қалпына келтіру мақсатында әлеуетті ресурс ретінде пайдалануға болады.

**Түйінді сөздер:** органикалық заттар, ауылшаруашылық мақсаты, су қоймасы, түптік шөгінділер, рентген-флуоресценттік спектрлік талдау, корреляциялық тәуелділік.

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННО ЗНАЧИМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Ермолдина Г.Т. – магистр технических наук, научный консультант НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Нурпеисов А.А.\* – магистр технических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований НИИ ПБ, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Бектұрғанова А.Қ. – магистр естественных наук по специальности химия, старший преподаватель кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Уксикбаева М.К. – докторант образовательной программы «8D05101 – Биология», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.