

Сәкен Сейфуллин атындағы
Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің
ҒЫЛЫМ ЖАРҒЫСЫ
(пәнаралық)

ВЕСТНИК НАУКИ
Казахского агротехнического исследовательского
университета имени Сакена Сейфуллина
(междисциплинарный)

№ 3 (122)

Астана 2024

РЕДАКЦИЈА ЛЫҚ АЛҚА

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Өсімдік шаруашылығы

Ғылыми редактор:

Байбусенов Курмет Серикович – PhD, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Джатаев Сатывалды Адиевич - биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Мал шаруашылығы

Шауенов Сауымбек Кауысович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Балық шаруашылығы

Аубакирова Гүлжан Аманжоловна – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Орман шаруашылығы

Курмангожинов Альжан Жанибекович – PhD, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Майсупова Багила Джылысбаевна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақ орман шаруашылығы және агроорман мелиорациясы ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан Республикасы, Щучинск

Жерге орналастыру

Озеранская Наталия Львовна – экономика ғылымдарының кандидаты, доцент, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

БИОЛОГИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Айдарханова Гүлнара Сабитовна – биология ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Конысбаева Дамиля Туремуратовна – биология ғылымдарының кандидаты, доцент С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ

Адуов Мубарак Адуович – ҚР АШҒА академигі, техника ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Тултабаева Тамара Чомановна – ҚР АШҒА академигі, техника ғылымдарының докторы, доцент, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ГУМАНИТАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Алмыспаева Галья Айтпаевна – тарих ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ЭКОНОМИКА ҒЫЛЫМДАРЫ

Кусайынов Талгат Аманжолович – экономика ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА МҮШЕЛЕРІНІҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚҰРАМЫ

Яцек Цеслик, (*Jacek Cieślik*) – PhD, АГН Краков университеті, Польша, Краков

Саид Лаарибиа (*Said Laaribya*) – PhD, Ибн Тофаил Университеті, Марокко, Рабат-Сале-Кенитра

Ху Инь Ган (*Hu Yingang*) – PhD, Солтүстік-Батыс ауыл шаруашылығы және орман шаруашылығы университеті, ҚХР, Янлин

Бюлент Тургут (*Bulent Turgut*) – қауымдастырылған профессор, Қарадениз техникалық университеті, Туркия, Трабзон

Шавруков Юрий Николаевич – Адъюнкт профессор, Флиндерс университеті, Ғылым және инженерия колледжі (Биология ғылымдары), Оңтүстік Австралия, Аделаида

Гончаров Николай Петрович – РФА академигі, профессор, Ресей Ғылым академиясының Сібір бөлімінің цитология және генетика институты, Ресей Федерациясы, Новосибирск
Анна Дюбель (*Anna Dubel*) - қауымдастырылған профессор, АГН Краков университеті, Польша, Краков

Бембенек Михал (*Bembenek Michal*) – профессор, АГН Краков университеті, Польша, Краков

Татаринцев Владимир Леонидович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Ұлттық зерттеу Томск мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы, Томск

Купидура Пшемислав (*Kupidura Przemyslaw*) – PhD, профессор, Варшава политехникалық университеті, Польша, Варшава

ISSN 2710-3757

ISSN 2079-939X

Басылым индексі – 75830






АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. - № 3 (122). - Р. 4-13. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3(122).1770

UDC 632.4.01/.08

Molecular identification and morphological characterisation of multiple fungal pathogens of triticale in Northern Kazakhstan

Oleg Y. Solovyov¹ , Vitalij V. Zaika¹ , Vladimir K. Shvidchenko¹ ,
Ainura M. Smagulova² , Ulbike I, Amanbayeva² , Vladimir S. Kiyan² ,
Ludovic Capo-Chichi³ 

¹North Kazakhstan Agricultural Experimental Station, Shagalaly, Kazakhstan,

²Laboratory of Biodiversity and Genetic Resources, National Center for Biotechnology,
Astana, Kazakhstan

³ Faculty of Agriculture, Life and Environmental Sciences, University of Alberta,
Edmonton AB T6G 2R3, Canada

Corresponding author: Ulbike I, Amanbayeva: amanbaeva.u@gmail.com

Co-authors: (1:OS) olegsolovyov14@gmail.com; (2:VZ) vital_1990@mail.ru;

(3:VS) shvidchenko50@mail.ru; (4:AS) smagulova0114@gmail.com;

(5:UA) amanbaeva.u@gmail.com; (6:VK) vskiyann@gmail.com; (7:LC) capochic@ualberta.ca

Received: 19-09-2024 **Accepted:** 25-09-2024 **Published online:** 30-09-2024

Abstract

Background and Aim. Triticale is classified as an amphidiploids and is the first grain crop created by humans, possessing high yield potential along with favorable biochemical and technological characteristics. For a long time, it was believed that triticale, during selection, inherited disease resistance from wheat and resistance to abiotic factors from rye. However, in recent years, there have been several reports that triticale is to fungal diseases, which reduces the quality of the harvested crop.

The aim of our study is to examine and characterize the fungal pathogens of triticale in Northern Kazakhstan, and conduct molecular-genetic identification of the main fungal pathogens.

Materials and Methods. The study was conducted of triticale from two varieties, Dauren and Rossika. Primary fungal isolation was carried out on agarized nutrient media, with preliminary identification using microscopy. Molecular-genetic analysis was performed to determine the species of fungi.

Results. During the study, we isolated five major fungal pathogens from different parts of the plant. Data on the percentage of infection by the main fungal pathogens were provided. Three of them are pathogens of alternariosis – *Alternaria alternata* (more common in grains 39%, in leaves and scales of seeds 19-21%), fusariosis – *Fusarium tricinctum* (occurrence: in roots 57%, in grains 17%, in leaves 10%) and helminthosporiosis – *Bipolaris sorokiniana* (occurrence in roots and leaves 0.83%) of grain crops, which can lead to a decrease and loss of yield due to their production of mycotoxins. A cultural and morphological description of the main fungal pathogens of grain crops was provided. Molecular-genetic identification was carried out using the ribosomal marker ITS (internal transcribed spacer).

Conclusion. According to result of our research, we characterized and molecular-genetically identified the most common fungi found on different parts of the triticale plant.

Keywords: triticale; fungal pathogens; alternariosis; fusariosis; helminthosporiosis; molecular-genetic identification.

Introduction

As the global population continues to grow each day, the demand for grain-derived products is also increasing. Agriculture plays a crucial role in the economic, social, and environmental development of Kazakhstan, and is also the largest grain producer in Central Asia [1]. Triticale selection has been carried out in Kazakhstan since 1970.

Currently, triticale selection is aimed at sampling high-yield varieties with resistance to fungal diseases [2]. However, crop yields are influenced by environmental conditions, climate change, herbivorous insects that damage plants, as well as fungal and viral diseases. In triticale cultivation, the prevalence of diseases caused by various pathogenic fungi is significant, and factors such as pathogen type, weather conditions, and humidity affect disease incidence [3].

Fungal diseases are an important factor limiting the yield of grain crops and have been identified in virtually all countries and regions of the world. Economically important diseases of cereals include diseases caused by the pathogens *Blumeria graminis*, *Puccinia recondita*, *Puccinia graminis*, *Puccinia striiformis*, *Septoria tritici*, *Septoria nodorum*, and *Fusarium* [4]. Common pathogens of triticale include species such as *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizopus*, and *Penicillium*. These fungi are the main causative agents of diseases such as root rot and black rot. One of the key factors significantly influencing the occurrence of fungal diseases is weather conditions that are beyond human control. Fungal diseases contribute both to reduced crop yields and to the deterioration in crop quality [5].

In Northern Kazakhstan, as well as in the western and eastern regions, the most common diseases are helminthosporous - fusarium root rot, leaf rust, stem rust, septoria leaf spot and yellow wheat spots. In recent years, fungal diseases of grain crops have appeared in many countries of the world and are considered one of the main factors affecting yield and quality of agricultural crops. Throughout the entire growing season, grain plants are affected by many pathogens. Limited crop rotation is considered to be the main cause of fungal diseases [6]. This situation necessitates protective measures throughout the growing season [7].

The most common method of controlling pathogens of grain crop are fungicides. However, it has been noted that certain species develop resistance to the active ingredients contained in plant protection products [8]. The use of chemical plant protection is also associated with environmental pollution due to the residual presence of active substances in soil and grain [9]. Therefore, the search is underway for alternative biological methods to combat pathogens by fungi. A relatively large number of fungal-resistant plant forms can be found within the biological diversity of wild wheat species and crops such as spring or winter triticale.

Triticale (\times Triticosecale Wittmack) is a synthetic hybrid obtained by crossing wheat (*Triticum sp.*) and rye (*Secale sp.*). The combination of qualities such as high productivity inherited from wheat and resistance to environmental factors acquired from rye in one hybrid allowed triticale to gain worldwide recognition [10]. Triticale combines the high yield potential and good grain quality of wheat with resistance to fungal diseases, including powdery mildew, leaf rust, yellow rust, and stem rust [11].

The aim of our work is to characterize and perform genetic identification of various fungal pathogens of triticale in Northern Kazakhstan, including *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizopus*, and various species of *Penicillium*.

Materials and Methods

The study was conducted on triticale samples grown in the North Kazakhstan and Akmola regions, including 15 samples of the Dauren variety and 15 samples of the Rossika variety.

The seed material fully complied with the requirements of GOST 12044-93, "Seeds of Agricultural Crops: Methods for Determining Disease Contamination".

The seeds of hybrid plant forms, spring soft wheat varieties, and spring triticale were first washed under running water for 1-2 hours. They were then disinfected with 96% alcohol for 1-2 minutes. After disinfection, the seeds were rinsed with sterile water and dried between layers of sterile filter paper. Ten seeds were placed in each Petri dish and incubated in a thermostat at 25-27 °C for germination, a process that typically lasted from 7 to 10 days. To examine the seeds for the presence of pathogens, a small portion of the growing colony was observed in a drop of water under a Zeiss AxioScope A1 microscope.

Genomic DNA was extracted from fungal strain using liquid nitrogen and phenol-chloroform extraction method, and the genomic DNA was analyzed by electrophoresis on 1% agarose gel. The ITS

region on rDNA was amplified by using specific primers ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') and ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3') (Integrated DNA Technologies, Inc., USA). The PCR reaction was done in a SimpliAmp thermal cycler (Applied biosystems) under the following conditions: an initial denaturation set up at 94 °C for 5 min was followed by 35 cycles of denaturation at 95 °C for 30 sec, annealing at 52 °C for 40 sec and extension at 72 °C for 50 sec, with a final extension step of 72 °C for 7 min.

PCR samples were purified from oligonucleotide residues by dephosphorylation using alkaline phosphatase (SAP - shrimp alkaline phosphatase) and endonuclease. A mixture was prepared in a total volume of 10 µl for each sample - dH₂O - 7.25 µL, 10× PCR Buffer - 1.0 µl, MgCl₂ - 1.0 µl, SAP (5 mM) - 2.5 µl, Exonuclease I (5 units/µL) - 0.125 µl. The resulting mixture was added to each PCR product, placed in a thermal cycler under the following conditions: 37 °C - 30 min, 85 °C - 15 min, 4 °C - ∞. Sample preparation for sequencing carried out by precipitation with an alcohol-acetate mixture.

The components of a standard set of reagents for the sequencing reaction were prepared in a 0.2-ml thin-walled thermocycler tube. A standard set of reagents for cyclic sequencing using CEQ WellRED terminator dyes (partially mixed). The following thermal cycle program was chosen: 96 °C - 20 sec, 50 °C - 20 sec, 60 °C - 4 min for 30 cycles and followed by aging at 4 °C. The sequencing was done by using BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems), and the sequence was deposited in GenBank. These sequences were compared with other sequences in the GenBank by using the BLAST analysis.

Results

As part of the study to identify phytopathogenic fungi on triticale, the entire plant was examined, from the root to the spike (Figure 1).

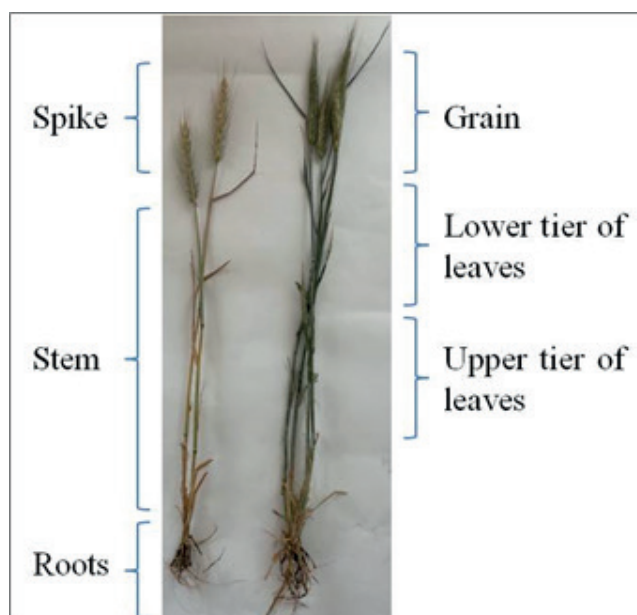


Figure 1 – Triticale with highlighted study areas

In Figure 1, the scheme shows the triticale areas selected for investigation to identify phytopathogenic fungi.

After separating the selected areas, the samples were sterilized according to GOST 12044-93, "Seeds of Agricultural Crops: Methods for Determining Disease Contamination". The cultures were sown on Potato-Glucose Agar medium. Incubation was conducted at 25-27 °C in an incubator for 5-10 days. Images of the primary sowing of triticale parts are presented in Figure 2.

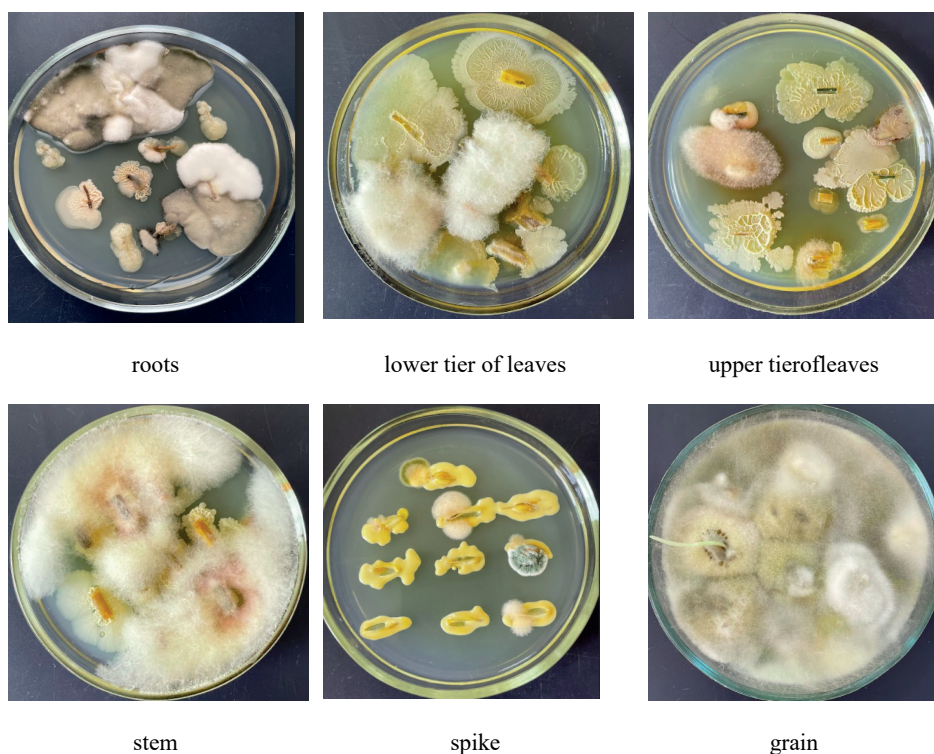


Figure 2 – Primary sowing by sites of whole triticale plant

As shown in Figure 2, a variety of phytopathogenic fungi grew after the primary sowing.

Based on the initial phytosanitary analysis, we compared the percentage of pathogenic fungi detected in the Dauren and Rossika varieties. In Rossika roots, the occurrence of *Fusarium* spp. was 12.8%, while in Dauren it was 12%, and *Bipolaris* spp. was 1%. Leaves were affected by *Alternaria* spp.: with 11% in Dauren and 9.2% in Rossika. The occurrence of *Alternaria* spp. in grains was the same for both varieties at 12%, while *Fusarium* spp. occurred at 10.71% in Rossika and 5% in Dauren. Saprophytic fungi were found in Rossika at 8.5%, and in Dauren at 1%.

Based on this comparison, it can be concluded that the Dauren variety is more resistant to fungal diseases of grain crops than the Rossika variety.

We also conducted a statistical analysis of the percentage of major fungal infections detected in different parts of the plants (Figure 3).

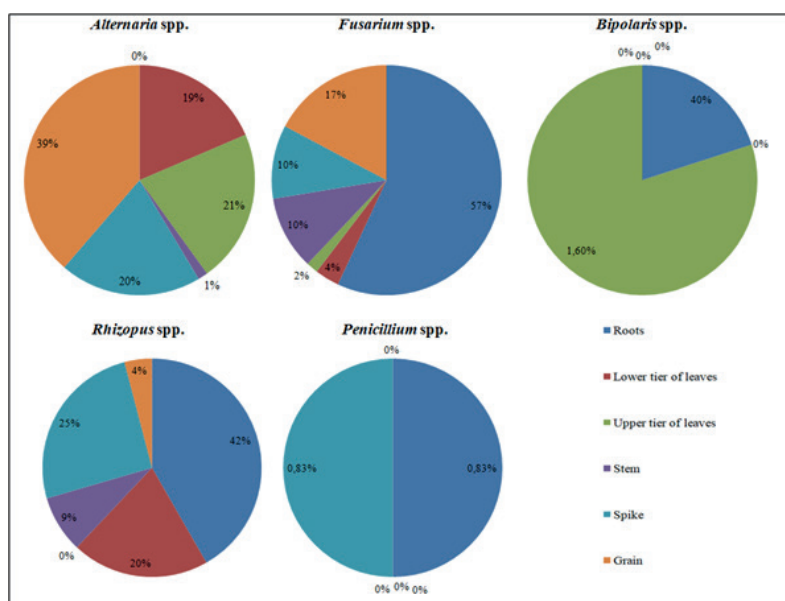
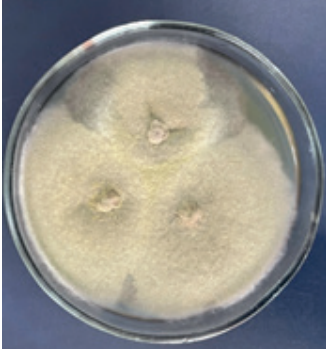


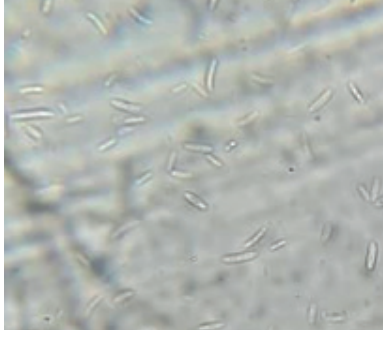
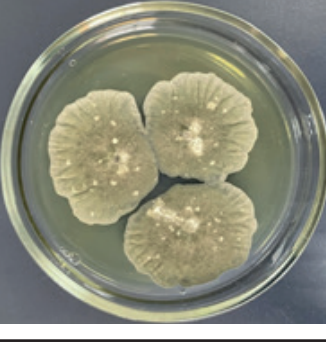
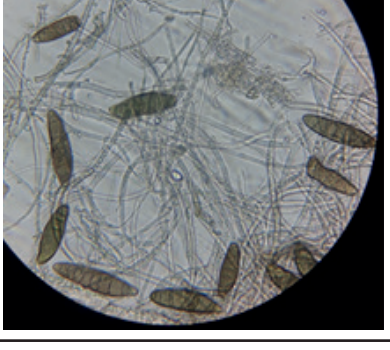

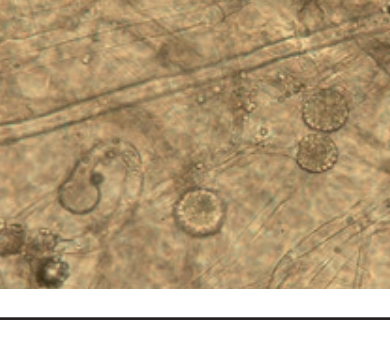


Figure 3 – Diagrams on the percentage of fungal infections

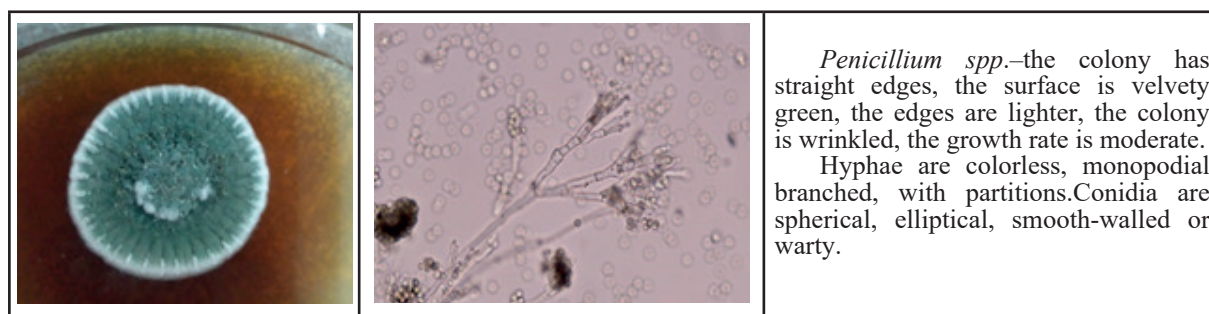
Figure 3 presents pie charts showing the percentage of infection by major fungal pathogens. For example, *Alternaria spp.* predominantly affects the grains at 39%, while it is less common in the lower and upper tiers of leaves and on the spike, at 19-21%, accordingly it is practically not found in the roots and stems of the plant. *Fusarium spp.* is most commonly found in the roots of the plant at 57%, less frequently in the grains at 17%, and in the spike and stems at 10% each. *Bipolaris spp.*, the causative agent of helminthosporiosis, is most found in the roots and upper tiers of leaves. *Rhizopus spp.* and *Penicillium spp.*, being saprophytic pathogens, can be localized on all parts of the plant.

The prevailing isolates reseeded to isolate pure cultures (Table 1).

Table 1 – Pure cultures of the main pathogens of triticale phytopathogens and their microscopy

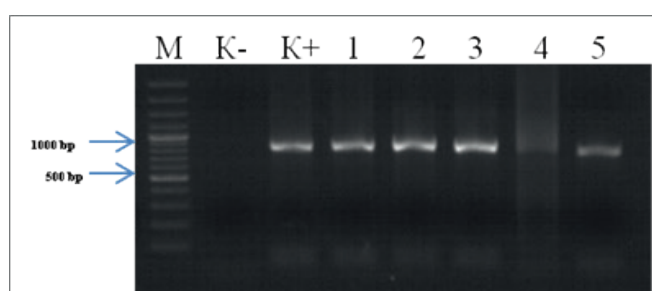
Pure culture	Microscopy	Primary identification
		<p><i>Alternaria spp.</i> – colony with straight edges, a velvety flake-like surface of gray-olive color, moderate growth rate.</p> <p>The hyphae are septic, from olive to dark brown in color. Conidia are club-shaped, pear-shaped, ovoid with a short conical spout, with 6-12 transverse and 1-5 longitudinal partitions, smooth-walled or warty.</p>
		<p><i>Fusarium spp.</i> – colony with straight edges, with a cotton-wool air mycelium, the surface is whitish to yellow moderate growth rate.</p> <p>The hyphae are septic, colorless. The macroconidia are sickle-shaped, with 3-5 partitions, slightly curved. Microconidia and blastoconidia are fusiform, with 2-4 partitions.</p>
		<p><i>Bipolaris spp.</i> – the colony has rough edges, velvety and woolly, the surface is gray to olive green in color, the colony is wrinkled, the growth rate is moderate.</p> <p>The hyphae are septic, brown. Conidia are club-shaped, slightly curved with 2-14 (usually more than 6) transverse partitions, germinate bipolar.</p>
		<p><i>Rhizopus spp.</i> – colonies with straight edges, the surface is loose, with a tight cotton coating, from white to brownish-gray in color, the growth rate is moderate.</p> <p>The rhizoids are branched, dark brown. 2-4, rarely 5 sporangiophores with sporangia depart from the neck of the rhizoid. Sporangia are formed on mycelium hyphae. Each forms from 2 to 11 sporangia. Sporangia are colorless, spherical. They are light brown, striated up to 5-9 microns long.</p>

Continuation of Table 1



According to Table 1, there are presented frequently encountered phytopathogens of grain crops and their microscopy, which makes it possible to identify isolates before generic affiliation.

Molecular genetic analysis allows to identify isolated phytopathogenic fungi to the species. The results of the electrophoregram are shown in Figure 4.



M – DNA ladder (100 bp); K- – negative control; K+ – positive control; 1-5 – DNA
Figure 4 – Electrophoregram results of phytopathogenic fungies

The obtained PCR products were sequenced by Sanger. The obtained nucleotide sequences were tested on the platform of the NCBI international database: 1 – *Alternaria alternata*, 2 – *Fusarium tricinctum*, 3 – *Bipolaris sorokiniana*, 4 – *Rhizopus arrhizus*, 5 – *Penicillium chrysogenum*.

A bioinformatic analysis was performed with the obtained nucleotide sequences with the construction of a phylogenetic tree (Figure 5).

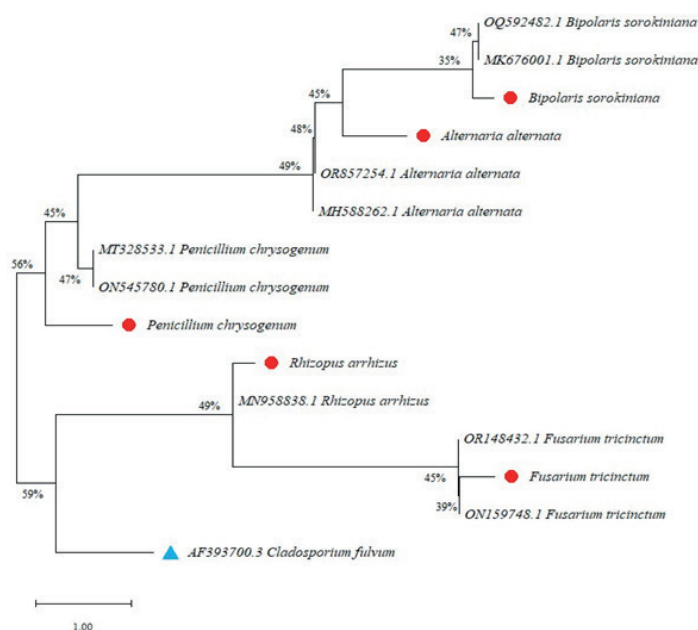


Figure – 5 Phylogenetic tree of nucleotide sequences of the obtained pathogenic triticale fungies

The evolutionary history was inferred by using the Maximum Likelihood method and Tamura-Nei model [12]. Initial tree(s) for the heuristic search were obtained automatically by applying Neighbor-Join and BioNJ algorithms to a matrix of pairwise distances estimated using the Tamura-Nei model, and then selecting the topology with superior log likelihood value. The tree is drawn to scale, with branch lengths measured in the number of substitutions per site. The proportion of sites where at least 1 unambiguous base is present in at least 1 sequence for each descendent clade is shown next to each internal node in the tree. This analysis involved 15 nucleotide sequences. Codon positions included were 1st+2nd+3rd+Noncoding. There were a total of 1144 positions in the final dataset. Evolutionary analyses were conducted in MEGA11 [13].

Thus, we examined triticale samples for phytopathogenic fungi. Frequently occurring fungi in triticale have been characterized and genetically identified up to the species composition, and bioinformatic analysis has been carried out with the construction of a phylogenetic tree.

Discussion and Conclusion

Fungal diseases affecting grain crops, including triticale, can attack plants during the growing season, harvesting, as well as in case of violation of the seed storage regime. In our study were found *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizopus* and *Penicillium*. These fungi are the main causative agents of diseases such as root rot and black rot.

As a result of our studies between samples of Dauren and Rossika varieties, we compared the percentage of detection of pathogenic fungi in two varieties. In the Rossika variety, the occurrence of phytopathogenic fungi in the roots of *Fusarium spp.* 12.8%, in the Dauren variety *Fusarium spp.* 12%, *Bipolaris spp.* 1%. The leaves are exposed to *Alternaria spp.*: Dauren 11%, Rossika 9.2%. Occurrence in grains of *Alternaria spp.* the two varieties have the same 12%, *Fusarium spp.* The Rossika have 10.71%, Dauren 5%. Saprophytic fungi affect the plant in the Rossika 8.5%, and in the Dauren 1%.

Studies in India and Brazil have shown that fungal diseases of grain cultures are usually favored by warm weather [14]. In addition, high humidity is an important factor in increasing the development of symptoms [15].

It is well known that fungal diseases contribute to both a decrease in yield and a deterioration in crop quality.

In the research of scientists Motzo et al. [16] emphasised that the yield of the variety depends on environmental conditions at various phases of the growing season of the variety, which is consistent with our research.

According to the results of our research, it was revealed that the Dauren variety is more resistant to fungal diseases of grain cultures than the Rossika variety.

As a result of the study, pathogenic fungi were identified that are pathogens of such grain diseases as alternariosis – *Alternaria alternata*, fusariosis – *Fusarium tricinctum* and helminthosporiosis – *Bipolaris sorokiniana*. Fungal diseases lead to high yield losses because they reduce the assimilating area of leaves and spikes, which leads to poor grain formation and a decrease the number of grains in the spikes. Mycotoxins are secondary fungal metabolites with low molecular weight produced by fungi of the genera: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* and *Alternaria*, which can potentially produce various mycotoxins in the field or during storage of cereals due to poor storage conditions. It is recommended to conduct additional research to reduce the dangerous effects on animal and human health, caused by pollution with fungal pathogens. Currently, fungicides are the most common method of combating pathogens of fungal diseases in grain cultures.

Authors' Contributions

AS, UI, VS, VK: Concept development, design and planning of the study, data collection and analysis, critical review of the article and final approval, research, statistical analysis. OY and LC: Conducted the final revision and proof reading of the manuscript. VS and VV: Conducted a comprehensive literature search and conducting research. All the authors have read, reviewed and approved the final version of the manuscript.

Information on funding

This work was conducted as part of the Scientific and Technical Program of the Scientific Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, BR21882327 "Development of New Technologies for Organic Production and Processing of Agricultural Products".

References

- 1 Казахстан – коммерческий путеводитель по стране, [Электронный ресурс].
- 2 Абуова, АБ, Умиралиева, ЛБ, Исабекова, МС. (2022). Технологические свойства зерна тритикале Казахстанской селекции продовольственного назначения. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 1, 74-85. DOI: 10.36107/spfp.2022.282.
- 3 Ammar, K., Mergoum, M., Rajaram, S. (2004). The history and evolution of triticale. In *Triticale Improvement and Production*; Mergoum, M., Gómez – Macpherson, H., Eds.; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Roma, Italy, 1–10.
- 4 Narkiewicz-Jodko, M., Gil, Z., Urban, M. (2005). Stem base rot of winter wheat by *Fusarium* spp.-causes and effects.
- 5 Tekiela, A. (2008). Occurrence of diseases and colonization of winter wheat grain by pathogenic fungi in organic farms in the Podlasie region. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 53, 120-122.
- 6 Trawal, A., Walczak, F. (2012). Occurrence of more important diseases on winter wheat in Poland 2006–2010. *Annals Universitatis Mariae Curie Sklodowska, Sectio E*, 67(2), 28-41. DOI: 10.24326/as.2012.2.4.
- 7 Szwejkowski, Z., Kurowski, TP. (2009). Research on the influence of weather factors on the degree of invasiveness of fungal pathogens in the environment on the example of winter wheat. *Przeg. Nauk. Inz. Kszt. Sr.*, 26, 102-108.
- 8 Fisher, MC, Hawkins, NJ, Sanglard, D., Gurr, SJ. (2018). Worldwide emergence of resistance to antifungal drugs challenges human health and food security. *Science*, 360(6390), 739-742. DOI: 10.1126/science.aap7999.
- 9 Spence, N., Hill, L., Morris, J. (2020). How the global threat of pests and diseases impacts plants, people, and the planet. *Plants, People, Planet*, 2(1), 5-13. DOI: 10.1002/ppp3.10088.
- 10 Glazebrook, J. (2005). Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 43, 205-227. DOI: 10.1146/annurev.phyto.43.040204.135923.
- 11 Wójcik-Gront, E., Studnicki, M. (2021). Long-term yield variability of triticale (× *Triticosecale* Wittmack) tested using a cart model. *Agriculture*, 11(2), 92. DOI: 10.3390/agriculture11020092.
- 12 Tamura, K., Nei, M. (1993). Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular biology and evolution*, 10(3), 512-526. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040023.
- 13 Tamura, K., Stecher, G., Kumar, S. (2021). MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Molecular biology and evolution*, 38(7), 3022-3027. DOI: 10.1093/molbev/msab120.
- 14 Singh, DP. (2017). Host resistance to spot blotch (*Bipolaris sorokiniana*) in wheat and barley. In *Management of Wheat and Barley Diseases*, 327-339. DOI: 10.1201/9781315207537.
- 15 Viani, A., Sinha, P., Sharma, T., Bhar, LM. (2017). A model for forecasting spot blotch disease in wheat. *Australasian Plant Pathology*, 46, 601-609. DOI: 10.1007/s13313-017-0514-z.
- 16 Motzo, R., Giunta, F., Deidda, M. (2001). Factors affecting the genotype × environment interaction in spring triticale grown in a Mediterranean environment. *Euphytica*, 121(3), 317-324. DOI: 10.1023/A:1012077701206.

References

- 1 Казахстан – коммерческий путеводитель по стране, [Электронный ресурс]. [In Russ].
- 2 Абуова, АБ, Умиралиева, ЛБ, Исабекова, МС. (2022). Технологические свойства зерна тритикале Казахстанской селекции продовольственного назначения. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 1, 74-85. DOI: 10.36107/spfp.2022.282.
- 3 Ammar, K., Mergoum, M., Rajaram, S. (2004). The history and evolution of triticale. In *Triticale Improvement and Production*; Mergoum, M., Gómez–Macpherson, H., Eds.; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Roma, Italy, 1–10.
- 4 Narkiewicz-Jodko, M., Gil, Z., Urban, M. (2005). Stem base rot of winter wheat by *Fusarium* spp.-causes and effects.

- 5 Tekiel, A. (2008). Occurrence of diseases and colonization of winter wheat grain by pathogenic fungi in organic farms in the Podlasie region. *J Res Appl Agric. Eng*, 53, 120-122.
- 6 Trawal, A., Walczak, F. (2012). Occurrence of more important diseases on winter wheat in Poland 2006–2010. *Annals Universitatis Mariae Curie Sklodowska, Sectio E*, 67(2), 28-41. DOI: 10.24326/as.2012.2.4.
- 7 Szwejkowski, Z., Kurowski, TP. (2009). Research on the influence of weather factors on the degree of invasiveness of fungal pathogens in the environment on the example of winter wheat. *Przeg. Nauk. Inz. Kszt. Sr*, 26, 102-108.
- 8 Fisher, MC, Hawkins, NJ, Sanglard, D., Gurr, SJ. (2018). Worldwide emergence of resistance to antifungal drugs challenges human health and food security. *Science*, 360(6390), 739-742. DOI: 10.1126/science.aap7999.
- 9 Spence, N., Hill, L., Morris, J. (2020). How the global threat of pests and diseases impacts plants, people, and the planet. *Plants, People, Planet*, 2(1), 5-13. DOI: 10.1002/ppp3.10088.
- 10 Glazebrook, J. (2005). Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 43, 205-227. DOI: 10.1146/annurev.phyto.43.040204.135923.
- 11 Wójcik-Gront, E., Studnicki, M. (2021). Long-term yield variability of triticale (\times Triticosecale Wittmack) tested using a cart model. *Agriculture*, 11(2), 92. DOI: 10.3390/agriculture11020092.
- 12 Tamura, K., Nei, M. (1993). Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular biology and evolution*, 10(3), 512-526. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040023.
- 13 Tamura, K., Stecher, G., Kumar, S. (2021). MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Molecular biology and evolution*, 38(7), 3022-3027. DOI: 10.1093/molbev/msab120.
- 14 Singh, DP. (2017). Host resistance to spot blotch (*Bipolaris sorokiniana*) in wheat and barley. *In Management of Wheat and Barley Diseases*, 327-339. DOI: 10.1201/9781315207537.
- 15 Viani, A., Sinha, P., Sharma, T., Bhar, LM. (2017). A model for forecasting spot blotch disease in wheat. *Australasian Plant Pathology*, 46, 601-609. DOI: 10.1007/s13313-017-0514-z.
- 16 Motzo, R., Giunta, F., Deidda, M. (2001). Factors affecting the genotype \times environment interaction in spring triticale grown in a Mediterranean environment. *Euphytica*, 121(3), 317-324. DOI: 10.1023/A:1012077701206.

Солтүстік Қазақстандағы тритикале саңырауқұлақ патогендерінің әртүрлі түрлерінің сипаттамасы және генетикалық идентификациясы

Соловьёв О.Ю., Заика В.В., Швидченко В.К., Смагулова А.М.,
Аманбаева У.И., Киян В.С., Ludovic Capo-Chichi

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Тритикале амфидиплоидтарға жатады және қолайлы биохимиялық және технологиялық сипаттамалары бар жоғары өнімділікке ие адам жасаған алғашқы дәнді дақыл. Ұзақ уақыт бойы тритикале селекция барысында бидайдан дәнді дақылдардың әртүрлі ауруларына, ал кара бидайдан абиотикалық факторларға төзімділікке ие болды деп есептелді. Соңғы жылдары тритикаленің саңырауқұлақ ауруларына бейімділігі нәтижесінде алынған өнімнің сапасын төмендететіні туралы бірқатар мәліметтер бар.

Біздің жұмысымыздың мақсаты Солтүстік Қазақстандағы тритикале саңырауқұлақ патогендерінің қоздырғыштарын зерттеу және сипаттау, сондай-ақ саңырауқұлақ патогендерінің негізгі қоздырғыштарын молекулалық-генетикалық идентификациялау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу Даурен және Россика екі сортының тритикале үлгісінде жүргізілді. Саңырауқұлақтарды бірінші рет бөліп алу микроскопия көмегімен алдын ала идентификациялау арқылы агар қоректік орталарында жүргізілді. Саңырауқұлақтардың түр сәйкестігін анықтау үшін молекулалық-генетикалық талдау жүргізілді.

Нәтижелер. Зерттеу барысында біз өсімдіктің әртүрлі бөліктерінен бес негізгі саңырауқұлақ қоздырғыштарын анықтадық. Мәліметтер негізгі саңырауқұлақ инфекцияларынан туындаған

зиянның пайызы туралы берілген. Оның үшеуі – *Alternaria* – *Alternaria alternata* (көбінесе дәнде 39%, жапырақтарда және тұқым қабыршақтарында 19-21%), *Fusarium* – *Fusarium tricinctum* (кездесу: тамырда 57%, дәнде 17%, жапырақта 10) қоздырғыштары %) және гельминтоспориоз – *Bipolaris sorokiniana* (тамыр мен жапырақта 0,83%) дәнді дақылдарда кездеседі, бұл микотоксиндердің өндірілуіне байланысты өнімділіктің төмендеуіне және жоғалуына әкелуі мүмкін. Дәнді дақылдардың саңырауқұлақ ауруларының негізгі қоздырғыштарына культуралды-морфологиялық сипаттама берілген. ITS (internal transcribed spacer) рибосомалық маркер аймағы бойынша молекулалық-генетикалық идентификация жүргізілді.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде біз барлық тритикале өсімдігінің әртүрлі аймақтарында жиі кездесетін саңырауқұлақтарды сипаттадық және молекулалық-генетикалық түрде анықтадық.

Кілт сөздер: тритикале; саңырауқұлақ патогендері; альтернариоз; фузариоз; гельминтоспориоз; молекулалық-генетикалық идентификация.

Характеристика и генетическая идентификация различных видов грибных патогенов тритикале Северного Казахстана

Соловьёв О.Ю., Зайка В.В., Швидченко В.К., Смагулова А.М.,
Аманбаева У.И., Киян В.С., Ludovic Capo-Chichi

Аннотация

Предпосылки и цель. Тритикале относится к амфидиплоидам и является первой зерновой культурой, созданной человеком, которая обладает высоким потенциалом урожайности с благоприятными биохимическими и технологическими характеристиками. Долгое время считалось, что тритикале в ходе селекции получила от пшеницы устойчивость к различным болезням зерновых культур, а от ржи – устойчивость к абиотическим факторам. В последние годы, имеется ряд сообщений о том, что тритикале подвергается грибным болезням, что снижает качество полученной продукции.

Целью нашей работы является изучить и дать характеристику возбудителям грибных патогенов тритикале Северного Казахстана, а также провести молекулярно-генетическую идентификацию основных возбудителей грибных патогенов.

Материалы и методы. Исследования проводили на образцах тритикале по двум сортам Даурен и Россияка. Первичное выделение грибов проводили на агаризованных питательных средах с предварительной идентификацией, с помощью микроскопирования. Для установления видовой принадлежности грибов проводили молекулярно-генетический анализ.

Результаты. В ходе исследования нами было выделено пять основных грибных патогенов с разных участков растения. Приведены данные по проценту поражения основными грибными инфекциями. Три из них являются возбудителями альтернариоза - *Alternaria alternata* (чаще встречается в зернах 39%, в листьях и чешуйках семян 19-21%), фузариоза – *Fusarium tricinctum* (встречаемость: корни 57%, в зерне 17%, в листьях 10%) и гельминтоспориоз – *Bipolaris sorokiniana* (встречаемость в корнях и листьях 0,83%) зерновых культур, которые могут привести к снижению и потере урожайности за счет продуцирования ими микотоксинов. Дана культурально-морфологическая характеристика основных возбудителей грибных заболеваний злаковых культур. Проведена молекулярно-генетическая идентификация по рибосомальному маркерному участку ITS (internal transcribed spacer).

Закключение. В результате проведенных исследований, нами охарактеризованы и молекулярно-генетически идентифицированы наиболее часто встречаемые грибы на разных участках целого растения тритикале.

Ключевые слова: тритикале; грибные патогены; альтернариоз; фузариоз; гельминтоспориоз; молекулярно-генетическая идентификация.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 3 (122). - С.14-24. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3(122).1724
УДК 634.31/.34

Основные вредители citrusовых растений в условиях закрытого грунта Главного Ботанического сада города Алматы

Масалимова Ш.К.¹ , Әбдүкерім Р.Ж.² , Қонысбаева Д.Т.¹ ,
Горбуля В.С.¹ , Джетигенова У.К.³ 

¹Қазақхский агротехнический исследовательский университет
им. С.Сейфуллина, Астана, Қазақстан

²Қазақхский национальный университет имени аль -Фараби, г. Алматы, Қазақстан

³Институт ботаники и фитинтродукции, Алматы, Қазақстан

Автор-корреспондент: Шолпан К. Масалимова, sholpan-kazflor@mail.ru
Со-авторы: (1: РӘ) rauza91@mail.ru; (2: ДҚ) damilya_konysbaeva@mail.ru
(3: ВГ) vs_4@mail.ru; (4: УД) udzhetigenova@mail.ru
Получено: 06-07-2024 **Принято:** 19-09-2024 **Опубликовано:** 30-09-2024

Аннотация

Предпосылка и цель. В 2021 году при лаборатории тропических и субтропических растений Главного Ботанического сада г. Алматы был создан Цитрусарий, в котором собраны лимоны, апельсины, мандарины и другие представители растений рода *Citrus L.*, основной задачей которого является пополнение и сохранение биоразнообразия citrusовых растений в условиях защищенного грунта. Но, как известно, интродукция растений всегда сопровождается расширением видового состава фитофагов, которые появляются вместе с посадочным материалом, поэтому фитосанитарная обстановка в закрытом грунте сложнее, чем в открытом. В закрытом грунте создаются оптимальные условия для круглогодичного развития и распространения вредителей, что приводит к ухудшению состояния растений. Определение видового состава основных вредителей citrusовых растений играют важную роль в разработке научно-обоснованной технологии защитных мероприятий. Поэтому, целью данной работы является выявление основных вредителей citrusовых в условиях закрытого грунта Главного Ботанического сада г. Алматы.

Материалы и методы. Учет численности вредителей проводился согласно методике учета численности вредителей. Для оценки состояния citrusовых растений проводили маршрутные обследования и тщательно осматривали стволы, ветки и листья растений.

Результаты. В результате мониторинга в период 2022-2023 гг. на citrusовых растениях были обнаружены citrusовый мучнистый червец и красный citrusовый клещ. Степень повреждения на растениях отличалась друг от друга. Также на этих растениях встречались муравьи, так как сладкая медвяная роса выделяемая мучнистом червцом привлекает к себе муравьев, которые в свою очередь отпугивают от них естественных врагов. Следовательно их взаимоотношения можно считать комменсализмом. На этих же деревьях отмечаются сажистые грибы, так как растения ослаблены от жизнедеятельности вредителей.

Заклучение. В результате фитосанитарного мониторинга можно сделать вывод, что в условиях закрытого грунта citrusовые растения повреждаются комплексом вредителей. Среди них доминирующим видом является citrusовый мучнистый червец. Его распространение превышает 70%. Наиболее чувствительными к нему оказались сорта *Citrus × limon «Pavlov»* и *Citrus × limon «Novogruginski»*, степень повреждения составила 4 и 3 балла соответственно. В меньшей степени был обнаружен красный citrusовый клещ, но от этого степень их вредоносности не ниже.

Ключевые слова: вредитель; закрытый грунт; красный citrusовый клещ; лимон; citrusовый мучнистый червец.

Введение

Цитрусовые растения занимают третье место во всем мире по распространению среди плодовых культур и являются одной из древнейших культур [1]. Произрастают цитрусовые культуры в основном в тропических и субтропических регионах мира. Поэтому производством цитрусовых в основном занимаются страны Средиземноморья, Южной Африки, юга Северной Америки, Южной Америки, Центральной и Южной Азии [2]. По мнению ученых, страны Центральной и Южной Азии считаются родиной цитрусовых растений. То есть согласно одной теории центром происхождения цитрусовых растений являются Индийские земли (Индия, Непал, Бангладеш, Бирма). Ученые предполагают, что в этих районах возникли почти все виды цитрусовых растений. Согласно другой теории, центром происхождения цитрусовых растений являются Индокитайские земли, а именно такие страны как Вьетнам, Малайзия, Бирма, Лаос, Южная Бирма, Таиланд, острова Индонезии, Филиппины, Новая Гвинея, Кампучия и Бангладеш. Но есть еще одна теория, по которой цитрусовые изначально произошли в Южно-Китайских землях, где они культивируются более 4000 лет. Это некоторые провинции центрального Китая, Вьетнам и Северный Лаос [3-6].

Род *Citrus* (*Sapindales: Rutaceae*) включает в себя восемь цветущих кустарниковых и древесных пород с многочисленными плодоносящими сортами (апельсин, лайм, лимон, мандарин, кумкват, грейпфрут и другие) [7, 8]. Среди них лимон (*Citrus limon L.*) – самый ценный представитель и возделывается в более чем 70 странах мира, так как о его диетических и лечебных свойствах стало известно еще в XIII веке в арабских странах. Растение ремонтантное и в течение года не прекращает рост. Из лепестков, кожуры плодов и листьев лимона добывают эфирное масло, которое используется в парфюмерии, пищевом производстве, кондитерском производстве и в медицине. Кроме того, по содержанию витамина «С» лимону нет равных среди цитрусовых. Оно активно используется в лечении многих заболеваний. Лимон традиционно выращивается в тропиках и субтропиках Азии, Африки Австралии.

В настоящее время в Казахстане активно развивается декоративное растениеводство в открытом и закрытом грунте. В стране отмечаются тенденции расширения ассортимента плодово-декоративных культур, используемых в озеленении. Растения рода *Citrus* разнообразны и многофункциональны. Виды данного рода отличаются яркими декоративными признаками, выделяют значительное количество фитонцидов и являются перспективными культурами как для субтропического плодового хозяйства, так и для декоративного растениеводства. В Казахстане цитрусоводство не развито, поэтому в страну импортируется большое количество цитрусовых. Выращивание лимонов в Казахстане в открытом грунте невозможно из-за климата, так как из всех цитрусовых растений лимоны наиболее чувствительны к морозу. В связи с этим выращивание лимонов в условиях закрытого грунта имеет огромный потенциал для импортозамещения и развития цитрусоводства в Казахстане [9].

Интродукционные испытания по выращиванию растений рода Цитрус были начаты в 1970 году в период формирования коллекции субтропических растений. Первые цитрусовые растения были привезены из ботанических садов Сухуми и Тбилиси [10, 11]. В 2021 году при лаборатории тропических и субтропических растений Главного Ботанического сада г. Алматы был создан Цитрусарий, в котором собраны лимоны, апельсины, мандарины и другие представители растений рода *Citrus L.*, основной задачей которого является пополнение и сохранение биоразнообразия цитрусовых растений в условиях защищенного грунта. Процесс интродукции растений осложняется из-за ввоза новых видов фитофагов с посадочным материалом, что приводит к ухудшению фитосанитарной обстановки. В закрытом грунте создаются благоприятные условия для быстрого размножения и развития новых вредителей. В связи с чем в дальнейшем полностью уничтожить вредителей становится невозможным [12-14].

Цитрусовые повреждаются комплексом многоядных вредителей, которые насчитывают более 30 видов членистоногих вредителей. Наиболее опасными являются щитовки, червецы, тли, белокрылки, клещи, клопы, цикадки, различные виды жуков и другие. Ежегодные потери цитрусовых культур от этих вредителей во всем мире достигают 10% [15].

В результате многолетних исследований растения рода *Citrus* можно сказать, что они регулярно повреждаются следующими вредителями: *Planococcus citri* Risso, *Panonychus citri*, *Trialeurodes vaporariorum* Westw, *Aphidoidea*, *Diaspididae*.

Цитрусовый мучнистый червец (*Planococcus citri* Risso) – один из опасных вредителей цитрусовых растений. На деревьях они поселяются обычно на надземных частях, то есть на стволах и ветках, нарушая тем самым сокодвижение в растениях. Следовательно, происходит уменьшение роста, усыхание и растрескивание стеблей и ветвей, отмирание коры, опадение листьев и плодов. На сладкой медвяной росе, которую они обильно выделяют, поселяются сажистые грибы, что приводит к нарушению фотосинтеза и портит декоративный вид растений. К тому же медвяная роса привлекает к себе муравьев, которые для того, чтобы питаться сладкой медвяной росой не редко отпугивают энтомофагов тем самым защищая мучнистых червецов. Червецы, как малоподвижные насекомые особенно опасны тем, что остаются незамеченными и могут переноситься с посадочным материалом на большие расстояния [16-20].

Клещи так же, как и другие многоядные вредители, часто поражают цитрусовые сады по всему миру. Ученые в своих трудах указывают, что больше 100 видов клещей наносят вред растениям, но среди них лишь несколько видов считаются особо опасными и требует проведения защитных мероприятий. В цитрусовых садах в основном встречаются следующие виды: восточный красный клещ *Eutetranychus orientalis*, техасский цитрусовый клещ *Eutetranychus banksi*, цитрусовый клещ *Schizotetranychus hindustanicus*, красный цитрусовый клещ *Panonychus citri*, двухпятнистый паутинный клещ *Tetranychus urticae* и другие [21, 22].

Следующий значимый фитофаг – цитрусовая минирующая моль *Phyllocnistis citrell*. Она повреждает не только лимон, но и мандарин, апельсин, грейпфрут и другие цитрусовые растения. Вредитель встречается почти во всех регионах, где занимаются цитрусоводством.

Оранжерейная или тепличная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* Westw происходит из тропических регионов Америки. В защищенном грунте встречается почти повсеместно. Распространяется в основном с посадочным материалом [23].

На цитрусовых культурах также часто встречаются различные виды щитовки. Например, японская палочковидная щитовка *Lopholeucaspis japonica*, коричневая щитовка *Chrysomphalus dictyospermi*, желтая померанцевая щитовка *Aonidiella citrina*, японская восковая ложнощитовка *Ceroplastes japonicus*, мягкая ложнощитовка *Coccus hesperidum*, японская цикадка *Ricania japonica*, персиковая ложнощитовка *Parthenolecanium persicae* и другие [24].

Благодаря выявлению видового состава вредителей можно составить эффективную научно-обоснованную технологию защиты. В связи с чем, цель данной работы определение основных видов вредителей цитрусовых растений в условиях закрытого грунта Главного Ботанического сада г. Алматы.

Материалы и методы

Объектом исследования являются цитрусовые растения оранжерейно-тепличного комплекса Главного Ботанического сада г. Алматы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Цитрусарий Главного Ботанического сада г. Алматы

В оранжерейно-тепличном комплексе Главного Ботанического сада г. Алматы произрастают в грунте – 86 цитрусовых растений, в контейнерах – 426 цитрусовых, из них привитые для быстрого плодоношения - 27 шт. в 2021 г. и 57 шт. в 2023 г. В этом комплексе выращиваются следующие сорта и виды цитрусовых растений: Павловский лимон, лимон Мейера, лимон Кабо, лимон Кузнера, лимон Новогрузинский, лимон Бесколочий, лимон Дженоа, лимон Лунарио, Понцирус трехлисточковый, лимон Мир, лимон Ударник, лимон Вулкан, лимон Гезенко, Лисбон

лимон, лимон Монакелло, цитрон пальчатый, помело Шеддок, кинкан, мандарин Уншиу, апельсин Вашингтон Невэл (рисунок 2). Посадка цитрусовых проводилась в здании цитрусария Главного Ботанического сада г.Алматы, который представляет собой стеклянную по периметру теплицу с крышей из полигаля, системой затенения на весенне-летний период, с регулируемым температурным режимом в зимний период и автоматизированным поливом, и увлажнением (капельный полив и туманообразование) площадью 1030 квадратных метров. Температура в зимний период выдерживается ночью 10-15 °С, днем 16-20 °С, влажность 60-80%, температура в летний период ночью составляет 14-18 °С, днем 18-38 °С, влажность 70-80%. При создании Цитрусария использовались общепринятые технологии выращивания цитрусовых культур. Посадка цитрусовых проводилась строго по утвержденной схеме с расстоянием между деревьями 2 метра и междурядьем в 1,5 метра в составную почвосмесь с предварительно установленной дренажной системой на глубине 80 см от поверхности.



Лимон Диоскурия



Лимон Мейера



Лимон Кабо



Новогрузинский лимон



Лимон Кузнера



Лимон Бесколочий



Лимон Дженоа



Лимон Лунарио



Лимон Мир

Рисунок 2 – Сорты цитрусовых растений, выращиваемых в закрытом грунте
Главного Ботанического сада г. Алматы

Учет численности вредителей проводился согласно методике учета численности вредителей [25-27]. Для оценки состояния цитрусовых растений проводили маршрутные обследования и тщательно осматривали стволы, ветки и листья растений. Степень повреждения растений

оценивали по 5-балльной шкале: 0 – заселение отсутствует; 1 балл – вредитель заселяет растение до 5%; 2 балла – вредитель заселяет растение от 5 до 25%; 3 балла – вредитель заселяет растение от 25 до 50%; 4 балла – вредитель заселяет растение от 50 до 75%; 5 баллов – вредитель заселяет растение свыше 75%. Учет численности, вредоносности мучнистого червеца проводился на трех растениях каждого сорта.

Для видовой идентификации мучнистого червеца использовали молекулярно-генетический метод. Геномная ДНК была выделена методом СТАВ. Оценка качества выделенной ДНК была произведена с помощью гель-электрофореза в 1,5% агарозном геле.

Для проведения ПЦР была приготовлена реактивная смесь из 2 мкл ДНК, 2,5 мкл Taq Buffer (New England Biolabs), 0,5 мкл dNTP, 0,5 мкл праймеров и 0,5 мкл Taq полимеразы (New England Biolabs). Для амплификации были использованы универсальные праймеры на Cyt-b. Программа ПЦР состояла из следующих этапов: денатурация при 96 °С 5 мин, 40 циклов денатурация при 95 °С 45 секунд, отжиг при 53 °С 1 мин 30 сек, элонгация при 72 °С 1 мин, финальная элонгация 10 мин при 72 °С. Продукты амплификации были разделены в 1,5% ТАЕ агарозном геле. Реакцию секвенирования проводили в 10 мкл смеси, содержащей 30 нг продукта ПЦР, 3,2 мм прямого или обратного праймера, 1 мкл реакционной смеси BigDye Terminator и 1,5 мкл буфера для секвенирования BigDye Terminator. Условия ПЦР составляли 96 °С в течение 1 мин, за которыми следовали 25 циклов по 10 сек при 96 °С, 5 с при 50 °С и 4 мин при 60 °С. Секвенирование проводили на генетическом анализаторе 3500 (Applied Biosystems, Калифорния, США) с использованием режима запуска секвенирования StdSeq50_POP7.

Полученные в результате секвенирования последовательности изолятов червеца были использованы для построения филогенетического дерева с помощью инструментов Национального центра биотехнологической информации (NCBI) с использованием метода Neighbor Joining.

Результаты и обсуждение

Фитосанитарный мониторинг проводился круглый год и охватывал все фазы развития растений (фазы развития настоящих листьев, цветения, завязи плодов, в фазу товарной спелости). В результате мониторинга в период 2022-2023 гг. на цитрусовых растениях были обнаружены мучнистый червец и красный цитрусовый клещ. Степень повреждения на растениях отличалась друг от друга (таблица 1).

Таблица 1 – Основной видовой состав вредной энтомофауны цитрусовых растений в закрытом грунте Главного Ботанического сада г. Алматы

№	Название вредителей	Сорт цитрусовых (степень повреждения, балл)						
		<i>Citrus limon</i> «Pavlov»	<i>Citrus limon</i> (L) Osb	<i>Citrus limon</i> «Novogrinski»	<i>Citrus japonica</i> Thunb	<i>Citrus aurantium</i> L. (<i>Citrus reticulata</i> «Clementine»)	<i>Citrus aurantium</i> L. (<i>Citrus reticulata</i> «Cinshiu»)	<i>Citrus aurantium</i> L. (<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Цитрусовый мучнистый червец (<i>Planococcus citri</i>)	4	2	3	1	1	1	2
2	Красный цитрусовый клещ (<i>Panonychus citri</i>)	3	1	2	-	-	1	1
3	Муравьи (<i>Formicida</i>)	1	1	1	1	1	1	1

Как видно из таблицы 1, цитрусовые растения в подавляющем большинстве повреждаются цитрусовым мучнистым червецом (рисунок 3). В меньшей степени выявлены муравьи (Formicida), которые отпугивают от червцов естественных врагов. Следовательно их взаимоотношения можно считать комменсализмом.

В период 2022-2023 гг. периодически возникали вспышки развития мучнистого червеца в условиях теплицы. Согласно проведенным исследованиям, наиболее чувствительными к мучнистому червецу оказались сорта цитрусовых *Citrus × limon* «Pavlov» и *Citrus × limon* «Novogrusinski», степень повреждения составила 4 и 3 балла соответственно.



Рисунок 3 – Цитрусовый мучнистый червец и результат его жизнедеятельности

Популяция цитрусового мучнистого червеца оставалась на одном уровне в течение всего года и незначительно сокращалась в зимние и ранневесенние периоды.

Видовую идентификацию мучнистого червеца проводили с использованием молекулярно-генетического метода. В результате секвенирования были получены нуклеотидные последовательности изолятов червеца. Было проведено сравнение нуклеотидных последовательностей изолятов червеца, полученных в результате секвенирования, в NCBI с известными последовательностями червеца (Рисунок 4).

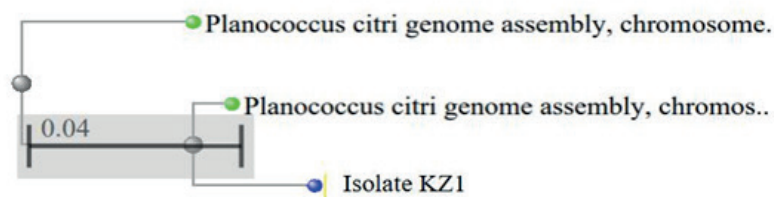


Рисунок 4 - Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей червеца в сравнении с известными изолятами. Филогенетическое дерево было построено с помощью метода Neighbor Joining в NCBI

На основе проведенного анализа был определен вид – цитрусовый мучнистый червец (*Planococcus citri*).

Помимо мучнистого червеца цитрусовым растениям вред наносит клещ (рисунок 5), который по внешним признакам был определен как красный цитрусовый клещ (*Panonychus citri*). К нему также оказались чувствительными сорта цитрусовых *Citrus × limon* «Pavlov» и *Citrus × limon* «Novogrusinski», степень повреждения составила 3 и 2 балла соответственно. Они также высасывает сок из растений, после чего листья цитрусовых желтеют и опадают, что приводит к ухудшению состояния растений.



Рисунок 5 – Красный цитрусовый клещ

В результате мониторинга на одном листе можно заметить наличие цитрусового мучнистого червеца и красного паутинного клеща. Их взаимоотношения нейтральные.

Заключение

В результате фитосанитарного мониторинга можно сделать вывод, что в условиях закрытого грунта цитрусовые растения повреждаются комплексом вредителей. Среди них доминирующим видом является мучнистый червец. Благодаря использованию молекулярно-генетического метода вид червеца определен как цитрусовый мучнистый червец (*Planococcus citri*). Его распространение превышает 70%. Наиболее чувствительными к нему оказались сорта *Citrus × limon* «Pavlov» и *Citrus × limon* «Novogrusinski», степень повреждения составила 4 и 3 балла соответственно. Помимо цитрусового мучнистого червеца в условиях закрытого грунта выявлен красный цитрусовый клещ и муравьи. Некоторые растения были заселены цитрусовым мучнистым червцом и красным цитрусовым клещом одновременно. Их взаимоотношения нейтральные.

Пищевая специализация данных вредителей показывает, что среди цитрусовых растений они предпочитают лимоны. Для выбора эффективного метода борьбы нужны дальнейшие исследования биологии и экологии данных вредителей.

Вклад авторов

МШ: проведение экспериментальной части и обработка теоретической и практической части исследований, РА, УД: редактирование статьи и оформление, ДК, ВГ, ШМ, РА: разработка теоретической, методической части и закладка эксперимента.

Список литературы

- 1 FAO Citrus Fruit Production (2009). Food and Agriculture Organization (FAO) Of the United Nations. Rome, 180.
- 2 Levi-Zada, A. (2023). Pheromones and semiochemicals with potential use in management of citrus pests. *Entomologia Generalis*, 43, 4:733-749.
- 3 Decandolle, AP. (1883). *Origine des plantes cultivees*. Paris, 139-140.
- 4 Айба, ЛЯ, Губаз, ЭШ. (2017). Перспективные субтропические культуры в Абхазии. Сухум, 246.
- 5 Вавилов, НИ. (1926). Центры происхождения культурных растений. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 16: 2, 248.
- 6 Tanaka, TA. (1927). Ecological and deographical view of citrus culture in the Pacific region. Mem. Tanaka Citrus Exp. Sta. 1:1,37-49.
- 7 Bermudez, EC, Martinez, NV, Graziano, JV, Bernal, HCA, Paniagua, AH. (2004). Phyllocnistis citrella (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in citrus in Ecuador. *Florida Entomologist*, 87(1), 10-17.
- 8 Калиакпарова, ГШ, Гриднева, ЕЕ. (2021). Тенденции развития цитрусоводства в Республике Казахстан. *Проблемы агрорынка*, 4(4), 136-142.
- 9 Составители: коллектив авторов. (2017). Очерки истории развития ботаники в Казахстане (1932-2017 гг). Алматы, 160.
- 10 Мурзова, ТВ, Даулбаева, ГС, Садыкова, ДД. (2012). Путеводитель по экспозиционной оранжерее Главного ботанического сада Алматы. Алматы, 51.
- 11 Составители: коллектив авторов. (2007). Институт ботаники и фитоинтродукции. Алматы, 132.
- 12 Валиева, БГ. (2020). Инвазивные виды вредителей и болезней на юго-востоке Казахстана. *Вестник КазНУ*, 80(3), 138-147.
- 13 Валиева, БГ, Нашенова, ГЗ, Танабаева, СА, Жумагалиева, АЖ. (2017). Практические рекомендации по борьбе с вредителями и болезнями в ботанических садах Казахстана. Рекомендации: РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК, Алматы, 32.
- 14 Эбдукерім, РЖ, Масалимова, ШК. (2022). Фитосанитарная оценка состояния тропических и субтропических растений в условиях закрытого грунта. *Вестник КазНУ*, 91(2), 4-17.
- 15 Min-Goo, P., Byung-Ho, L., Jeong-Oh, Y., Bong-Soo, K., Gwang Hyun, R., Paul, EK, Dong, HCh. (2021). Ethyl Formate as a Methyl Bromide Alternative for Fumigation of Citrus: Efficacy, Fruit Quality, and Workplace Safety. *Journal of Economic Entomology*, 114:6, 2290-2296.
- 16 Modafferi, A., Ricupero, M., Mostacchio, G., Latella, I., Zappalà, L., Palmeri, V., Garzoli, S., Giunti, G., Campolo, O. (2024). Bioactivity of Allium sativum essential oil-based nano-emulsion against *Planococcus citri* and its predator *Cryptolaemus montrouzieri*. *Industrial Crops and Products*, 208, 117837.
- 17 Carvalho, MMP, Corrêa Reis, LA, Pinheiro, MLC, Moreira, MM, Vieira, DA, Souza, B. (2023). Is a diet of *Planococcus citri* nymphs and adults suitable for *Chrysoperla externa* for use in biological control? *Rev Bras entomol* [Internet]. 67(1), e20220010.
- 18 Cloyd, RA, Herrick, NJ. (2023). Are Entomopathogenic Fungal-based Insecticides and Insect Growth Regulator Mixtures Effective Against the Citrus Mealybug, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae), Feeding on *Coleus*, *Solenostemon scutellarioides*, Plants under Greenhouse Conditions? *HortScience*, 58.10, 1225-1229.
- 19 Farag, EM, Sahar, AA, Nosa, SAE, Saad, ESH. (2023). Palm oil formulation as 34 % mayonnaise and evaluation of its biological efficacy against citrus mealybug, *Planococcus citri* under laboratory and field conditions. *Journal of Applied and Natural Science*, 15(2), 783-792.
- 20 Golsteyn, L., Mertens, H., Audenaert, J., Verhoeven, R., Gobin, B., De Clercq, P. (2021). Intraguild Interactions between the Mealybug Predators *Cryptolaemus montrouzieri* and *Chrysoperla carnea*. *Insects*, 12: 655, 1-10.
- 21 Ferragut, F., Navia, D., Ochoa, R. (2013). New mite invasions in citrus in the early years of the 21st century. *Exp Appl Acarol*. 59, 145-164.

22 Bobot, T. da E., Franklin, E., Navia, D., Gasnier, TRJ, Lofego, AC, Oliveira, BM de. (2011). Mites (Arachnida, Acari) on Citrus sinensis L. Osbeck orange trees in the state of Amazonas, Northern Brazil. *Acta Amazonica*, 41(4), 557-566.

23 Abad-Moyano, R., Pina, T., Dembilio, O., Ferragut, F., Urbaneja, A. (2009). Survey of natural enemies of spider mites (Acari: Tetranychidae) in citrus orchards in eastern Spain. *Exp Appl Acarol*, 47, 49-61.

24 Айба, ЛЯ, Карпун, НН, Игнатова, ЕА, Шинкуба, МШ, Кулян, РВ, Акаба, ЮГ, Проценко, ВЕ. (2018). Атлас вредителей и болезней цитрусовых культур на Черноморском побережье Кавказа. Сухум-Сочи, 128.

25 Методические указания по учету и выявлению опасных вредных организмов сельскохозяйственных угодий. Рекомендации: коллектив авторов. (2003). Алматы: «Бастау». 47.

26 Яцюк, СВ. (2018). Диагностика карантинных организмов и меры борьбы с ними. Учебное пособие. Издательство КазАТУ им.С.Сейфуллина, Астана: 164.

27 Кузнецова, НП, Нужных, СА. (2015). Вредители растений закрытого грунта. Учебное пособие. Издательский дом Томского государственного университета, Томск: 40.

References

1 FAO Citrus Fruit Production (2009). Food and Agriculture Organization (FAO) Of the United Nations. Rome, 180.

2 Levi-Zada, A. (2023). Pheromones and semiochemicals with potential use in management of citrus pests. *Entomologia Generalis*, 43, 4:733-749.

3 Decandolle, AP. (1883). *Origine des plantes cultivees*. Paris, 139-140.

4 Ajba, LYA, Gubaz, ESH. (2017). Perspektivnye subtropicheskie kul'tury v Abhazii. *Suhum*, 246.

5 Vavilov, NI. (1926). Centry proiskhozhdeniya kul'turnyh rastenij. Tr. po prikl. bot., gen. i sel. 16: 2, 248.

6 Tanaka, TA. (1927). Ecological and deographical view of citrus culture in the Pacific region. Mem. Tanaka Citrus Exp. Sta. 1:1,37-49.

7 Bermudez, EC, Martinez, NV, Graziano, JV, Bernal, HCA, Paniagua, AH. (2004). Phyllocnistis citrella (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in citrus in Ecuador. *Florida Entomologist*. 87(1), 10-17.

8 Kaliakparova, GSH, Gridneva, EE. (2021). Tendencii razvitiya citrusovodstva v Respublike Kazakhstan. *Problemy agrorynka*, 4(4), 136-142.

9 Sostaviteli:kollektiv avtorov. (2017). Ocherki istorii razvitiya botaniki v Kazahstane (1932-2017 gg). *Almaty*, 160.

10 Murzova, TV, Daulbaeva, GS, Sadykova, DD. (2012). Putevoditel' po ekspozicionnoj oranzheree Glavnogo botanicheskogo sada *Almaty*. *Almaty*, 51.

11 Sostaviteli: kollektiv avtorov. (2007). Institut botaniki i fitointrodukcii. *Almaty*, 132.

12 Valieva, BG. (2020). Invazivnye vidy vreditel' i boleznei na yugo-vostoke Kazahstana. *Vestnik KazNU*, 80(3), 138-147.

13 Valieva, BG, Nashenova, GZ, Tanabaeva, SA, ZHumagalieva, AZH. (2017). Prakticheskie rekomendacii po bor'be s vreditel'nyami i boleznyami v botanicheskikh sadah Kazahstana. Rekomendacii: RGP na PHV «Institut botaniki i fitointrodukcii» KN MON RK, *Almaty*, 32.

14 Əbdukerim, RZH, Masalimova, SHK. (2022). Fitosanitarnaya ocenka sostoyaniya tropicheskikh i subtropicheskikh rastenij v usloviyah zakrytogo grunta. *Vestnik KazNU*, 91(2), 4-17.

15 Min-Goo, P., Byung-Ho, L., Jeong-Oh, Y., Bong-Soo, K., Gwang Hyun, R., Paul E, K., Dong H. Ch. (2021). Ethyl Formate as a Methyl Bromide Alternative for Fumigation of Citrus: Efficacy, Fruit Quality, and Workplace Safety. *Journal of Economic Entomology*, 114:6, 2290-2296.

16 Modafferi, A., Ricupero, M., Mostacchio, G., Latella, I., Zappalà, L., Palmeri, V., Garzoli, S., Giunti, G., Campolo, O. (2024). Bioactivity of Allium sativum essential oil-based nano-emulsion against Planococcus citri and its predator Cryptolaemus montrouzieri. *Industrial Crops and Products*, 208, 117837.

17 Carvalho, MMP, Corrêa Reis, LA, Pinheiro, MLC, Moreira, MM, Vieira, DA, Souza, B. (2023). Is a diet of *Planococcus citri* nymphs and adults suitable for *Chrysoperla externa* for use in biological control? *Rev Bras entomol* [Internet]. 67(1), e20220010.

18 Cloyd, RA, Herrick, NJ. (2023). Are Entomopathogenic Fungal-based Insecticides and Insect Growth Regulator Mixtures Effective Against the Citrus Mealybug, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae), Feeding on *Coleus*, *Solenostemon scutellarioides*, Plants under Greenhouse Conditions? *HortScience*, 58.10, 1225-1229.

19 Farag, EM, Sahar, AA, Nosa, SAE, Saad, ESH. (2023). Palm oil formulation as 34 % mayonnaise and evaluation of its biological efficacy against citrus mealybug, *Planococcus citri* under laboratory and field conditions. *Journal of Applied and Natural Science*, 15(2), 783-792.

20 Golsteyn, L., Mertens, H., Audenaert, J., Verhoeven, R., Gobin, B., De Clercq, P. (2021). Intraguild Interactions between the Mealybug Predators *Cryptolaemus montrouzieri* and *Chrysoperla carnea*. *Insects*, 12: 655, 1-10.

21 Ferragut, F., Navia, D., Ochoa, R. (2013). New mite invasions in citrus in the early years of the 21st century. *Exp Appl Acarol.*, 59, 145-164.

22 Bobot, T. da E., Franklin, E., Navia, D., Gasnier, TRJ, Lofego, AC, Oliveira, BM. de. (2011). Mites (Arachnida, Acari) on *Citrus sinensis* L. Osbeck orange trees in the state of Amazonas, Northern Brazil. *Acta Amazonica*, 41(4), 557-566.

23 Abad-Moyano, R., Pina, T., Dembilio, O., Ferragut, F., Urbaneja, A. (2009). Survey of natural enemies of spider mites (Acari: Tetranychidae) in citrus orchards in eastern Spain. *Exp Appl Acarol*, 47, 49-61.

24 Ajba, LYA, Karpun, NN, Ignatova, EA, SHinkuba, MSH, Kulyan, RV, Akaba, YUG, Prochenko, VE. (2018). Atlas вредителей и болезней citrusовых культур на Черноморском побережье Кавказа. *Suhum-Sochi*, 128.

25 Metodicheskie ukazaniya po uchetu i vyyavleniyu opasnyh vrednyh organizmov sel'skohozyajstvennyh ugodij. Rekomendacii: kollektiv avtorov. (2003). Almaty: «Bastau». 47.

26 YAcyuk, SV. (2018). Diagnostika karantinnyh organizmov i mery bor'by s nimi. Uchebnoe posobie. Izdatel'stvo KazATU im. S.Seifullina, Astana: 164.

27 Kuznecova, NP, Nuzhnyh, SA. (2015). Vrediteli rastenij zakrytogo grunta. Uchebnoe posobie. Izdatel'skij dom Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, Tomsk: 40.

Алматы қаласының Бас ботаникалық бағының жабық топырақ жағдайында цитрус өсімдіктерінің негізгі зиянкестері

Масалимова Ш.К., Әбдүкерім Р.Ж., Конысбаева Д.Т., Горбуля В.С.,
Джетигенова У.К.

Түйін

Негізі және мақсаты. 2021 жылы Алматы қаласындағы Бас ботаникалық бақтың тропикалық және субтропикалық өсімдіктер зертханасында цитрусарий құрылды, онда лимон, апельсин, мандарин және *Citrus L.* тұқымдас өсімдіктерінің басқа өкілдері де жиналған. Оның негізгі міндеті жабық топырақ жағдайында цитрус өсімдіктерінің биоәртүрлілігін толықтыру және сақтау болып табылады. Бірақ, жаңа өсімдіктерді енгізу әрдайым отырғызу материалымен бірге пайда болатын фитофагтардың түрлік құрамының кеңеюімен бірге жүреді, сондықтан жабық жердегі фитосанитарлық жағдай ашық жерге қарағанда қиынырақ. Жабық жерде зиянкестердің жыл бойына дамуы мен таралуы үшін оңтайлы жағдайлар жасалады, бұл өсімдіктердің жағдайының нашарлауына әкеледі. Цитрус өсімдіктерінің негізгі зиянкестерінің түрлік құрамын анықтау қорғау шараларының ғылыми негізделген технологиясын жасауда маңызды рөл атқарады. Сондықтан, бұл жұмыстың мақсаты Алматы қаласындағы Бас ботаникалық бақтың жабық топырағында цитрус өсімдіктерінің негізгі зиянкестерін анықтау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Зиянкестер санын есепке алу зиянкестер санын есепке алу әдістемесіне сәйкес жүргізілді. Цитрус өсімдіктерінің жағдайын бағалау үшін маршруттық зерттеулер жүргізіліп, өсімдіктердің діндері, бұтақтары мен жапырақтары мұқият тексерілді.

Нәтиже. 2022-2023 жылдардағы бақылау нәтижесінде цитрус өсімдіктерінде цитрус ұнды сымыры мен қызыл цитрус кенесі табылды. Өсімдіктердегі зақымдану дәрежесі бір-бірінен ерекшеленді. Сондай-ақ, бұл өсімдіктерде құмырсқалар пайда болды, өйткені цитрус ұнды сымыры шығаратын тәтті бал құмырсқаларды өзіне тартады, бұл өз кезегінде оларды табиғи жаулардан қорғайды. Сондықтан олардың қарым-қатынасын комменсализм деп санауға болады. Сол ағаштарда күйе саңырауқұлақтар байқалады, өйткені өсімдіктер зиянкестердің тіршілік әрекетінен әлсірейді.

Қорытынды. Фитосанитариялық мониторинг нәтижесінде жабық топырақ жағдайында цитрус өсімдіктері зиянкестер кешенімен зақымдалады деген қорытынды жасауға болады. Олардың ішінде цитрус ұнды сымыры басым түр болып табылады. Оның таралуы 70% - дан асады. Оған ең сезімтал *Citrus × limon «Pavlov»* және *Citrus × limon «Novogrusinski»* сорттары болды, зақымдану дәрежесі сәйкесінше 4 және 3 балл болды. Аз дәрежеде қызыл цитрус кенесі табылды. Бірақ, олардың зияндылық дәрежесі төмен емес.

Кілт сөздер: зиянкес; жабық топырақ; қызыл цитрус кенесі; лимон; цитрус ұнды сымыры.

The main pests of citrus plants in the conditions of the closed ground of the Main Botanical Garden of the city of Almaty

Sholpan K. Masalimova, Roza Zh. Әbdukerim, Damilya T. Konysbaeva
Viktoriya S. Gorbulja, Ulday.K. Dzhetigenova

Abstract

Background and purpose. In 2021, a Citrusarium was created at the Laboratory of tropical and subtropical plants of the Main Botanical Garden of Almaty, which contains lemons, oranges, tangerines and other representatives of plants of the genus *Citrus L.*, the main task of which is to replenish and preserve the biodiversity of citrus plants in protected soil conditions. But, as is known, the introduction of plants is always accompanied by an expansion of the species composition of phytophages that appear together with planting material, therefore, the phytosanitary situation in the closed ground is more difficult than in the open. In the closed ground, optimal conditions are created for the year-round development and spread of pests, which leads to a deterioration in the condition of plants. The determination of the species composition of the main pests of citrus plants plays an important role in the development of a scientifically based technology of protective measures. Therefore, the purpose of this work is to identify the main pests of citrus fruits in the conditions of the closed ground of the Main Botanical Garden of Almaty.

Materials and methods. Pest population accounting was carried out according to the pest population accounting methodology. To assess the condition of citrus plants, route surveys were carried out and the trunks, branches and leaves of plants were carefully examined.

Results. As a result of monitoring in the period 2022-2023, citrus mealybug and red citrus mite were found on citrus plants. The degree of damage on the plants differed from each other. Also, ants were found on these plants, as the sweet honeydew secreted by the mealybug attracts ants, which in turn scare away their natural enemies. Therefore, their relationship can be considered a commensalism. In the same trees, sooty fungi are noted, since the plants are weakened by the vital activity of pests.

Conclusion. As a result of phytosanitary monitoring, it can be concluded that citrus plants are damaged by a pest complex in closed ground conditions. Among them, the dominant species is the citrus mealybug. Its distribution exceeds 70%. *Citrus × limon «Pavlov»* and *Citrus × limon «Novogrusinski»* varieties turned out to be the most sensitive to it, the degree of damage was 4 and 3 points, respectively. To a lesser extent, a red citrus mite was found. But, from this, the degree of their harmfulness is not lower.



Keywords: pest; closed ground; red citrus mite; lemon; citrus mealybug.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 3 (122). - С. 25-36. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3\(122\).1731](https://doi.org/10.51452/kazatu.2024.3(122).1731)

УДК 633.35.528.88.631.527.

Оценка урожайности крупносеменных образцов чечевицы на основе вегетационных индексов

Жанзаков Б.Ж. , Кулынтай Ф.К. , Шупанова И.В. , Ошергина И.П. , Тен Е.А. 

Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева,
Ақмолинская область, Шортанды, Казахстан

Автор-корреспондент: Жанзаков Б.Ж: baha_zhan93@mail.ru

Соавторы: (1: ФК) koshzhanova_f@mail.ru; (2: ИШ) ira_irinka_irishka@bk.ru

(3: ИО) egoriha76@mail.ru; (4: ЕТ) jekon_t87.07@mail.ru

Получено: 16-07-2024 **Принято:** 12-09-2024 **Опубликовано:** 30-09-2024

Аннотация

Предпосылка и цель. Использование Геоинформационных систем (ГИС) и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) стало обыденностью. Однако, не во всех отраслях сельского хозяйства они активно применяются. Так, в силу специфики, селекционная работа более скрупулозна, что в большей степени связано с большим количеством исследуемого материала и маленькими масштабами опытных участков недоступных для ДЗЗ.

Но, совершенствование беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА) и навесного оборудования позволяет проводить наземный мониторинг на малых высотах и вести исследование в селекционных питомниках. В связи с этим, была поставлена цель – изучить возможность использования данных ДЗЗ, а именно вегетационных индексов (NDVI, GNDVI, OSAVI, NDRE), для оценки перспективных образцов и линий, на примере чечевицы.

Материалы и методы. Исследования проводились в сухо-степной зоне Северного Казахстана, на южных, карбонатных черноземах. Объекты исследования 10 образцов и стандартный сорт крупносеменной чечевицы Шырайлы.

Наблюдения проводилась дистанционно с помощью аэрофотосъемки, интервалом 1 раз в неделю, с высоты 50 м при скорости полета дрона 1,5-2 м/с и перекрестным перекрытием снимков 70 × 70% с помощью БПЛА Phantom 4 Multispectral, оборудованного 5 канальной мультиспектральной 2 Мп камерой. Обработка аэрофотоснимков и создание ортофотопланов опытного участка осуществлялась в лицензированных программах Agisoft Metashape Professional, DJI Terra и QGIS 3.26.

Результаты. Была установлена высокая эффективность использования вегетационных индексов, как дополнительный инструмент оценки, при анализе селекционных посевов. Установлена взаимосвязь между урожайностью и показателями индексов вегетации. Определен период, когда значения вегетационных индексов наиболее объективно отражают формирующуюся урожайность.

Закключение. Установлено, что индексы вегетации и NDVI, в частности, возможно использовать лишь как дополнительный инструмент наравне с другими традиционными методами оценки сортовых признаков сортообразцов.

В сложившихся климатических условиях отличия между сортообразцами начали более четко проявляться с периода формирования бобов у чечевицы.

Основываясь на показателях индекса NDVI и других индексов вегетации, образцы «Е-149», «Анфия», «Веховская» рекомендуются для вовлечения в селекционный процесс в качестве родительских пар для увеличения урожайности.

Ключевые слова: дистанционное зондирование; индексы вегетации; коэффициент корреляции; урожайность.

Введение

Селекция – трудоемкий, скрупулезный и продолжительный по времени выполнения процесс. Для получения желаемых результатов требуется от нескольких до десятка лет исследований. В этой связи, оптимизация данного процесса за счет зимнего тепличного выращивания и определения генетических маркеров, отвечающих за те или иные показатели в значительной степени сокращают время выведения новых сортов. Но, селекционная работа все также требует много времени.

Фенологические наблюдения за растениями и замеры структурных показателей неизменно присутствуют в работе селекционера. Чтобы уменьшить трудозатраты и снизить вероятность человеческой ошибки, тем самым увеличить достоверность получаемых данных и оптимизировать время выбраковки линии в коллекционном питомнике, возникает необходимость внедрения дистанционных методов зондирования и ГИС – технологии в селекционный процесс, а именно использование вегетационных индексов.

Существует более 200 различных видов вегетационных индексов, например, NDVI, GNDVI, SAVI, NDRE, EVI, RVI, LCI и т.д. [1-7].

Обширные исследования проведены по определению связи показателей индексов вегетации с урожайностью сельскохозяйственных культур и различными фенологическими показателями. Установлены взаимосвязь между урожайностью разных культур с индексами вегетации в определенные фенологические стадии развития растений [8, 9, 10, 11].

Так, Комаровым А.А., Мунтяным А.Н., Сухановым П.А. (2018) установлено наличие статистически значимой связи урожайности зерновых культур, многолетних трав с индексами вегетации Difference Vegetation Index (DVI), Green Difference Vegetation Index (GDVI), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI), Leaf Area Index (LAI), Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) [12, 13]

Генином В.А., Клебановичем Н.В. (2018), установлено, что урожайность кукурузы имеет высокую степень связи с индексом вегетации в фазе 15-ого листа. Также было обнаружено, что для сои уровень связи значительно ниже, чем для кукурузы.

Исследования по использованию индексов вегетации в селекции незначительны [14, 15]. Однако, зарубежные ученые, Yang G., Liu J., Zhao C., Li Z., Huang Y., Yu H., Yang, H. (2017) с 2015-2017 годов начали оценивать признаки растений и анализировать данные селекционных экспериментов [16].

Lammerts van Bueren E.T., Struik P.C. (2017) отмечают, что в будущем косвенная оценки физиологических признаков сельскохозяйственных культур определенная на основе разнообразных спектральных данных в гибридном рабочем процессе может стать краеугольным камнем точного земледелия и важным элементом для разработки новых селекционных стратегий [17].

Методы дистанционного зондирования и индексы вегетации обширно применяются в оценке здоровья и темпов роста растений сельскохозяйственных культур. Однако, фундаментальных исследований по использованию индексов вегетации в селекционном процессе должным образом не проводилось. В связи с чем, была поставлена цель разработать современные методы оценки сортообразцов и линии в коллекционном питомнике на основе вегетационных индексов – NDVI, GNDVI, OSAVI, NDRE.

Материалы и методы

Исследования проводились в селекционном питомнике зернобобовых культур ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» (далее НПЦЗХ им. А.И. Бараева) в 2023 году.

Объектом исследования послужили 11 образцов и линий чечевицы. Сравнение велось с принятым в регионе стандартным сортом крупносеменной чечевицы Шырайлы.

Территория землепользования представлена южными, карбонатными, легкоглинистыми черноземами с содержанием гумуса 3,94%, N-NO₃ – 22,0 мг/кг в слое 0-40 см, P₂O₅ – 13,2 мг/кг в слое 0-20 см, S – 3,2 мг/кг, Ca+Mg – 29,5 мг экв на 100 г почвы, pH – 8,44. В целом почва опытного участка однородная и плодородная. Однако, почва имела низкую обеспеченность подвижным фосфором и неудачное соотношение азота с фосфором.

Опыты закладывались согласно рекомендациям, разработанным в Всероссийском институте генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) [18] и НПЦЗХ им. А.И. Бараева [19].

Посев чечевицы проводился в оптимальные для зоны сроки – 17 мая из расчета 130 шт/м², на глубину 5-6 см, селекционной навесной сеялкой точного высева ССФК-7. Сразу после посева было проведено прикатывание кольчато-шпоровыми катками.

Опытные участки были размаркированы на ширину захвата сеялки – 1,0 м с длиной ярусов 50 м и длиной делянки 2 м², учетная площадь которой составила 1,8 м². Опыты закладывались в 4-х кратной повторности. Предшественник – пар.

Обработка данных

Для изучения способов дистанционного определения перспективных линий и образцов, динамики роста и развития чечевицы проводилась аэрофотосъемка, интервалом 1 раз в неделю, с высоты 50 м при скорости полета дрона 1,5-2 м/с и перекрестным перекрытием снимков 70 × 70% с помощью БПЛА Phantom 4 Multispectral, оборудованного 5 канальной мультиспектральной 2 Мп камерой. Обработка аэрофотоснимков и создание ортофотопланов опытного участка (коллекционного питомника) осуществлялась в лицензированных программах Agisoft Metashape Professional, DJI Terra и QGIS 3.26, рис. 1.

Первичная обработка снимков проводилась в программе DJI Terra в автоматическом режиме. Снимки (250 шт за один облет) уже имели GPS привязку и сшивались в один массив. Высокий процент перекрытия (70%) снимков исключало появление необработанных участков. Дальнейшая обработка готового ортофотоплана проводилась в QGIS 3.26. На основе дешифрирования ортофотоплана и точного определения координат исследуемых делянок в проекции WGS 84 / UTM zone 42N, создавалась сетка опыта, в границах которой определялось значение индексов вегетации (NDVI, OSAVI, GNDVI, NDRE) с помощью анализа данных (зональной статистики). Тем самым были получены средние значения индексов вегетации по каждой делянке.

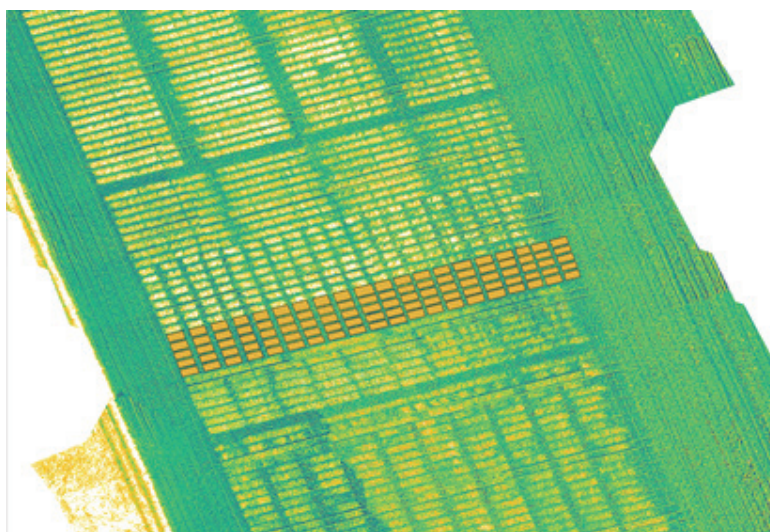


Рисунок 1 – Ортофотоплан опытного участка с выделенными делянками коллекционного питомника чечевицы

NDVI – индекс нормализованной дифференциальной растительности, используемый для мониторинга и прогнозирования сельскохозяйственного производства, оказания помощи в прогнозировании опасных зон пожаротушения и картирования [20]. Показатели индекса формируются за счет поглощения электромагнитных волн в видимом красном диапазоне и их отражения в ближнем инфракрасном цвете растительностью. На красную зону спектра (0,62 - 0,75 мкм) приходится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а на ближнюю инфракрасную зону (0,75 - 1,3 мкм) максимальное отражение энергии клеточной структурой листа. То есть высокая фотосинтетическая активность ведет к более низким значениям коэффициентов отражения в красной зоне спектра и большим значениям в ближней инфракрасной. Отношение

этих показателей друг к другу позволяет четко отделять растительность от прочих природных объектов [21]. Формула расчета NDVI основана на соотношении спектральных кривых и выглядит следующим образом:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED), \quad (1)$$

где: NIR – отражение в ближнем инфракрасном диапазоне спектра,

RED – отражение в красном диапазоне спектра [20].

GNDVI – является модификацией NDVI. В нем также используется инфракрасный диапазон спектра, но видимый красный заменяется видимым зеленым сектором (540 до 570 нм). Т.е.:

$$GNDVI = (NIR - GREEN) / (NIR + GREEN) \quad (2)$$

Ключевой особенностью является то, что GNDVI измеряет содержание хлорофилла в растениях точнее, чем NDVI. Более предпочтителен к использованию для обнаружения увядших или дозревающих культур при отсутствии крайнего красного канала и для мониторинга вегетации с высокой плотностью покрова или на стадии созревания культур [20].

OSAVI (Оптимизированный Почвенный Вегетационный Индекс) – основан на отражательной способности растений в ближнем красном и видимом красном диапазонах спектра и содержит стандартный поправочный коэффициент, учитывающий влияние вегетации (0,16):

$$OSAVI = (NIR - RED) / (NIR + RED + 0,16) \quad (3)$$

Поправочный коэффициент в OSAVI позволяет лучше учитывать вариабельность почвы для мониторинга участков с низкой плотностью вегетационного покрова, с просматриваемой сквозь вегетацию почвой [20].

NDRE (Нормализованный Дифференциальный Red Edge Индекс) – создается комбинацией спектральных каналов ближнего инфракрасного диапазона и специального канала для узкого участка спектра – перехода от видимого красного к ближнему инфракрасному (так называемая область красного края):

$$NDRE = (NIR - RED\ EDGE) / (NIR + RED\ EDGE) \quad (4)$$

Данный вегетационный индекс растительности применяют для мониторинга участков с высокой плотностью вегетационного покрова и на стадии созревания урожая [20].

Фенологические наблюдения и учет фаз развития растений проведены по общепринятым методикам государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [22-26].

Перед уборкой урожая отбирались пробные снопы, по 25 растений в каждом, для структурного анализа урожая. Уборка опытных делянок проведена селекционным комбайном Wintersteiger Classic, при достижении образцов чечевицы физиологической спелости и влажности зерна не более 15%.

Математическая обработка данных

Математическая обработка данных изучаемых образцов проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием программного обеспечения MS Excel и пакета анализа данных [27]. Наличие 4-х кратной (биологической) повторности сортообразцов и линий позволило рассчитать НСР по каждой дате съемки, был проведен парный корреляционный анализ значений индексов вегетации с урожайностью.

Условия проведения опыта

По температурному режиму и количеству выпавших за вегетационный период осадков, 2023 год характеризовался как острозасушливый ($ГТК \leq 0,13$). За вегетационный период выпало 35,2 мм осадков, против среднемноголетнего значения 168,7 мм, недобор влаги составил 133,5 мм. В мае количество осадков составило 2,5 мм, что на 29,9 мм ниже среднего многолетнего значения. В июне выпало 13,2 мм (при среднемноголетнем значении - 39,5 мм).

Июль также характеризовался, как острозасушливый месяц – 6,8 мм, что на 50,2 мм ниже нормы. В августе количество осадков было ниже нормы на 27,1 мм.

Температурный фон в период вегетации был повышенным. Среднемесячная температура мая превысила многолетнюю норму на 2,8 °С, в июне превышение составило 1,7 °С, в июле 4,5 °С, а в августе 1,6 °С. Сложившийся гидротермический режим негативно повлиял на рост и развитие растений чечевицы.

На развитие растений чечевицы в первой половине вегетации положительно сказался хороший запас продуктивной влаги, сформированный за счет зимних и апрельских осадков – 120

мм. Однако, в период всходов содержание запасов продуктивной влаги значительно снизилось, особенно, в слое 0-40 см – 22,6 мм (13.06.23 г), к фазе начало цветения (05.07.23 г) до 10,4 мм в слое 0-40 см, т.е. доступной влаги для растений почти не осталось. В фазе спелости запасы продуктивной влаги в слое 0-40 см полностью отсутствовали.

Результаты и обсуждение

Вышеописанные почвенно-климатические условия сказались на росте и развитии растений и формировавшейся урожайности, что наблюдалось дистанционным мониторингом с использованием индексов вегетации – NDVI, OSAVI, GNDVI, NDRE.

По мере роста и развития растений шел постепенный рост значений NDVI. В фазе появления всходов значения были в диапазоне 0,120-0,148 у образцов, а к началу ветвления значения NDVI увеличились до 0,159-0,206. В фазе ветвления значения NDVI достигли 0,230-0,270.

В межфазный период ветвления-цветения шло более активное развитие, что отображено в значениях NDVI, которое увеличилось в два раза до 0,442 по опыту. При этом увеличилась и разница между образцами, достигнув максимальной разницы значений в 0,112 или 22,5%.

Максимальное значение NDVI образцов чечевицы пришлось на межфазный период цветения - формирования бобов – 0,484 (среднее по опыту). В межфазный период формирования бобов - молочной спелости, началось постепенное снижение NDVI по всем сортообразцам, более резкое снижение выражено в фазе восковой спелости и далее до полной спелости, таблица 1.

Таблица 1 – Значения индекса NDVI сортообразцов крупносеменной чечевицы в период вегетации в 2023 году

Образцы	Даты							
	02.06.	13.06.	22.06.	05.07.	17.07.	01.08.	08.08.	21.08.
Шырайлы, st.	0,148	0,237	0,245	0,457	0,467	0,392	0,340	0,306
Е-149	0,139	0,206	0,251	0,459	0,500	0,463	0,390	0,331
2850, Веховская 1	0,129	0,194	0,262	0,438	0,474	0,415	0,351	0,291
Красноградская 5	0,134	0,185	0,229	0,387	0,467	0,420	0,359	0,288
Петровская Юбилейная	0,130	0,184	0,251	0,449	0,497	0,499	0,451	0,356
2884, Луганчанка	0,122	0,164	0,253	0,477	0,502	0,451	0,373	0,296
Веховская	0,128	0,171	0,272	0,499	0,519	0,462	0,401	0,335
2867, Пауза	0,120	0,160	0,241	0,445	0,499	0,452	0,389	0,323
Анфия	0,126	0,173	0,233	0,412	0,473	0,466	0,434	0,376
Красноградс.100	0,121	0,159	0,236	0,423	0,464	0,432	0,364	0,303
2846 Roze	0,124	0,164	0,241	0,415	0,463	0,444	0,392	0,326
среднее	0,129	0,182	0,247	0,442	0,484	0,445	0,386	0,321
НСР _{0,05}	0,016	0,040	0,035	0,051	0,045	0,018	0,029	0,029

Среди образцов по значениям NDVI выделялись: «Е-149» – 0,500, «Веховская 1» – 0,474, «Петровская Юбилейная» – 0,499, «Луганчанка» – 0,502, «Веховская» – 0,499 и «Анфия» – 0,466. Данные образцы имели самые высокие значения NDVI. Более продолжительное время высокие значения наблюдались у образцов: «Петровская Юбилейная» и «Анфия».

Значения NDVI напрямую отражали ход накопления биомассы, что подтверждается корреляционным анализом ($r=0,85$). Из этого следует, что, используя значения NDVI возможно оценить сортообразцы по накоплению биомассы, которая напрямую отражает формирующуюся урожайность. При этом различия между образцами по значениям NDVI достоверно отмечаются с фазы молочной спелости (НСР=0,018), что позволяет отобрать более перспективные образцы, которые имеют более высокую урожайность.

Анализ данных, полученных с помощью других индексов вегетации GNDVI, NDRE, OSAVI показали дублирование результатов и динамики с NDVI, при разных диапазонах измерений, рисунок 2. Возможно, это связано с острозасушливыми условиями вегетационного периода.

Поэтому, в данной статье более детальный сравнительный анализ по другим индексам не приведен. Для этого необходимы результаты полученные в разных условиях увлажнения.

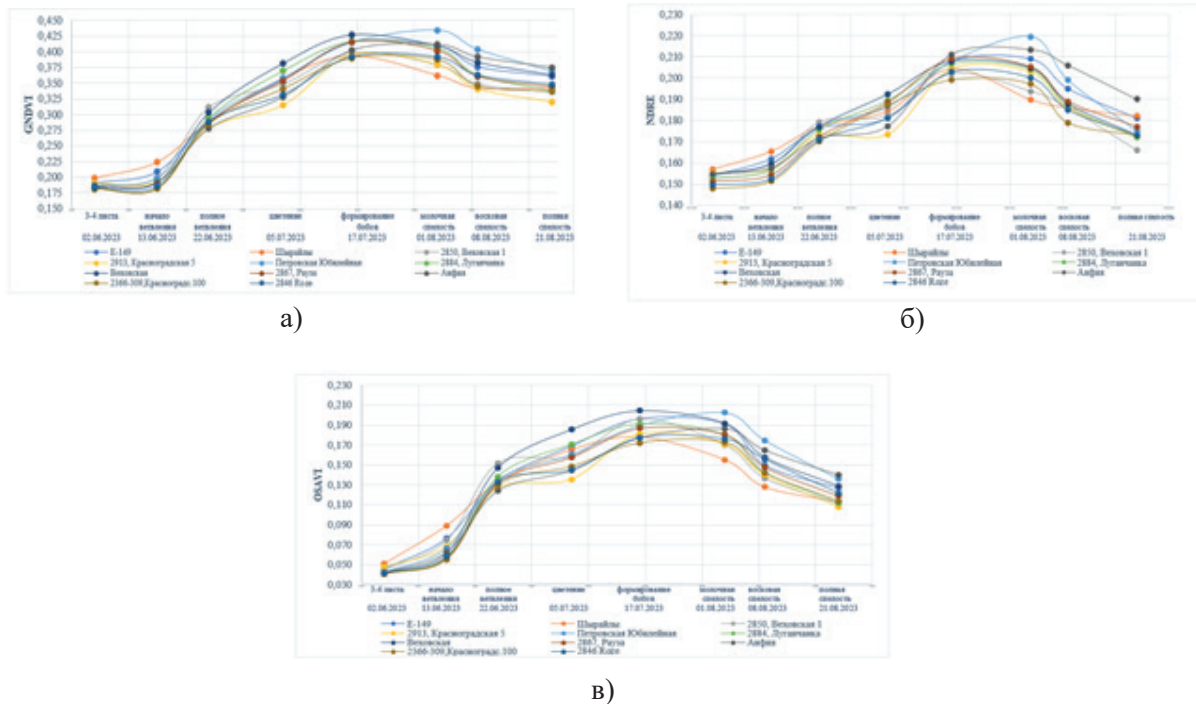


Рисунок 2 – Динамика индексов вегетации а) GNDVI, б) NDRE, в) OSAVI у крупносеменных сортообразцов чечевицы в период вегетации

Образцы, имевшие более высокие значения NDVI в период с начала формирования бобов до полной спелости, формировали более высокую урожайность.

Стандартный сорт «Шырайлы» с урожайностью 139,6 г/м² уступал образцам «Е-149» на 41,8 г/м², «Анфия» на 59,4 г/м², «Веховская» на 19,0 г/м², «Красноградская 100» на 23,5 г/м². Меньшее превосходство над стандартным сортом «Шырайлы» имели образцы «Роуза» на 9,8 г/м², «Красноградская 5» на 13,7 г/м² и «Веховская 1» на 3,3 г/м², таблица 2.

Таблица 2 – Урожайность сортообразцов чечевицы, 2023 год

Сорта	Урожайность, г/м ²		Сорта	Урожайность, г/м ²	
	всего	откл. от st, +/-		всего	откл. от st, +/-
Шырайлы, St	139,6	0,0	Роуза	149,4	9,8
Е149	181,4	41,8	Лугончанка	122,7	-16,9
Петровская-Юбилейная	134,4	-5,2	Красноградская 5	153,3	13,7
Веховская	158,6	19,0	Веховская 1	142,9	3,3
Анфия	199,0	59,4	НСР05	11,54	
Roze	125,3	-14,3	СА и ОС, М ± m	151,8±4,0	
Красноградская 100	163,1	23,5	Коэффициент вариации, %	15,26	

Образцы «Roze», «Луганчанка», «Петровская Юбилейная» уступали стандартному сорту в урожайности, хотя имели большую биомассу и лучшие значения индексов вегетации. Это связано с худшим соотношением листьев к стеблям в общей биомассе, т.е. меньшей площади фотосинтетической поверхности у «Roze», «Луганчанка». Образец «Петровская Юбилейная», имея большую вегетативную массу формировал меньше бобов и семян, что и сказалось на урожайности. Противоположная ситуация сложилась с сортом «Красноградская 100», который

не выделялся на фоне других сортов, но сформировал хорошую урожайность и имел лучшее соотношение зерна к соломе.

По полученным результатам можно сделать вывод, что наиболее продуктивными в острозасушливых условиях 2023 года оказались образцы «Е-149», «Анфия», «Веховская», которые имели достоверные превосходство над остальными образцами по NDVI со второй половины вегетации.

Также корреляционно-регрессионный анализ показал, отсутствие существенной парной связи между значениями индекса NDVI в начальном периоде вегетации и урожайностью чечевицы ($r=0,04-0,24$). Низкая связь наблюдалась между значениями индексов вегетации в период формирования бобов и урожайностью ($r=0,27$), и умеренная в период спелости ($r=0,49$), таблица 3.

Таблица 3 – Парные корреляции между индексами вегетации (ИВ) и урожайностью сортообразцов чечевицы

Индексы вегетации (ИВ)	Парные коэффициенты корреляции между ИВ и урожайностью чечевицы							
	3-4 листа 02.06.23 (x ₁)	начало ветвления 13.06.23 (x ₂)	полное ветвление 22.06.23 (x ₃)	цветение 05.07.23 (x ₄)	формирование бобов 17.07.23 (x ₅)	молочная спелость 01.08.23 (x ₆)	восковая спелость 08.08.23 (x ₇)	полная спелость 21.08.23 (x ₈)
NDVI	0,088	0,036	0,238	0,191	0,002	0,187	0,273	0,491
GNDVI	0,198	0,241	0,453	0,481	0,648	0,693	0,675	0,949
NDRE	0,170	0,162	-0,242	-0,353	0,356	0,296	0,521	0,651
OSAVI	-0,011	0,041	-0,367	-0,150	-0,060	0,231	0,210	0,481

Корреляционные зависимости GNDVI, NDRE, OSAVI с урожайностью чечевицы имели схожую динамику нарастания (от всходов до полной спелости) с NDVI. Т.е. аналогично NDVI и по другим индексам (GNDVI, NDRE, OSAVI) парная связь с урожайностью в начальном периоде развития растений слабая или отсутствует и по мере развития усиливается.

Наличие отрицательной и низкой парной связи в начальные периоды вегетации связана с наличием большого количества сопутствующих, не учтенных в этой статье факторов, влияющих на конечную урожайность. По мере роста и развития растений количество факторов, влияющих на урожайность, снижается в связи с чем, связь между урожайностью и индексами увеличивалась. Из чего следует, что на данный момент индексы вегетации применимы в качестве мониторингового инструмента для оценки состояния растений в период вегетации и лишь косвенно способны оценивать формирующуюся урожайность.

Также на результаты напрямую воздействовали сложившиеся острозасушливые условия вегетационного периода, которые не позволили проявиться всему потенциалу сортообразцов и сузили их вариабельность.

Данная статья написана по результатам одного года исследований, в связи с чем окончательные выводы о целесообразности использования индексов вегетации по оценке урожайности сортообразцов и линий будут сделаны на основе результатов последующих исследований.

Заключение

Таким образом, установлено, что индексы вегетации и NDVI, в частности, возможно использовать лишь как дополнительный инструмент наравне с другими традиционными методами оценки сортовых признаков сортообразцов и линий в селекции.

В сложившихся почвенно-климатических условиях отличия между сортообразцами начали более четко проявляться с периода формирования бобов у чечевицы.

Так, согласно проведенному анализу данных, основываясь на показателях индекса NDVI образцы «Е-149», «Анфия», «Веховская» рекомендуются для вовлечения в селекционный процесс в качестве родительских пар для увеличения урожайности.

Вклад авторов

БЖ: Общее руководство написанием статьи, редакция. Концептуализирование и выбор направления исследований, анализ полученных данных. ФК, ИШ, ИО, ЕТ: проведение полевых и лабораторных исследований, обработка данных. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Данная статья опубликована в рамках ПЦФ МСХ РК: BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» на 2024-2026 гг.

Список литературы

- 1 de Beurs, KM., Townsend, PA. (2008). Estimating the effect of gypsy moth defoliation using MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 112, 10: 3983-3990.
- 2 Jordan, CF. (1963). Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. *Ecology*, 50, 663-666.
- 3 Rouse, JW, Haas, RH, Schell, JA, Deering, DW. (1973). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. Third ERTS Symposium, 1, 309-317.
- 4 Junges, AH, Bremm, C., Fontana, DC, de Oliveira, CO, Schaparini, LP, de Faccio Carvalho, PC. (2016). Temporal profiles of vegetation indices for characterizing grazing intensity on natural grasslands in Pampa biome. *Sci. Agric*, 73, 4:332-337.
- 5 Fernandes, JL, Rocha, JV, Lamparelli, RAC. (2011). Sugarcane yield estimates using time series analysis of spot vegetation images. *Scientia Agricola*, 68, 139-146.
- 6 Jiang, Z., Huete, A., Didan, K., Miura, T. (2008). Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. *Remote Sensing of Environment*, 112(10), 3833-3845. DOI:10.1016/j.rse.2008.06.006.
- 7 Miura, T., Yoshioka, H., Fujiwara, K., Yamamoto, H. (2008). Inter-Comparison of ASTER and MODIS Surface Reflectance and Vegetation Index Products for Synergistic Applications to Natural Resource Monitoring. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 8(4),2480-2499. DOI:10.3390/s8042480
- 8 Генин, ВА, Клебанович, НВ. (2018). Моделирование урожайности кукурузы и сои по данным дистанционного зондирования земли. *Вестник БГСХА*, 4, 100-104.
- 9 Yang, C., Anderson, GL. (2000). Mapping Grain Sorghum Yield Variability Using Airborne Digital Videograph. *Precision Agriculture*, 2, 1: 7-23.
- 10 Fernandez, Y., Soria-Ruiz, J. (2017). Maize crop yield estimation with remote sensing and empirical models. Conference: IGARSS 2017, USA, 493-511.
- 11 Сторчак, ИГ, Ерошенко, ФВ, Шестакова, ЕО. (2019). Особенности динамики вегетационного индекса NDVI в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края. *Аграрный вестник Урала*, 9(188), 12-18.
- 12 Комаров, АА, Мунтян, АН, Суханов, ПА. (2018). Выбор информативных показателей дистанционного зондирования состояния растительного покрова. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*, 3(52), 64-70.
- 13 Комаров, АА, Кирсанов, АД, Малашин, СН. (2021). Сравнительная характеристика различных вегетационных индексов при оценке состояния растительного покрова кормовых трав. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*, 2(63), 18-29. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-2-18-29.

14 Вилунов, СД, Зотиков, ВИ, Сидоренко, ВС, Старикова, ЖВ, Мальцев, АА. (2022). Применение вегетационных индексов в селекции озимой мягкой пшеницы. *Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры»*, 3(43), 73-83. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-3-73- 83.

15 Ыдырыс, АА, Сарбаев, АТ, Есимбекова, МА, Дубекова, СБ. (2022). Продуктивность сортообразцов яровой пшеницы, отобранных с использованием RGB изображений. *Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный)*, 1(112), 153-163.

16 Yang, G., Liu, J., Zhao, C., Li Z., Huang, Y., Yu, H., Yang, H. (2017). Unmanned aerial vehicle remote sensing for field-based crop phenotyping: current status and perspectives. *Frontiers in plant science*, 8, 1111-1125.

17 Lammerts van Bueren, ET, Struik, PC. (2017). Diverse concepts of breeding for nitrogen use efficiency. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37, 1-24.

18 Вишнякова, МА, Сеферова, ИВ, Буравцева, ТВ, Бурляева, МО, Семёнова, ЕВ, Филипенко, ГИ, Александрова, ТГ, Егорова, ГП, Янькова, ИИ, Булынец, СВ, Герасимова, ТВ, Другова, ЕВ. (2017). Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: метод. указания под науч. ред. М.А. Вишняковой, 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург: ВИР, 143.

19 Канафин, БК, Заболотских, ВВ, Акшалов, КА, Скобликов, ВФ, Кияс, АА, Вернер, А.В, Кочоров, АС, Кунаббаев, КК, Бабкенов, АТ, Бабкенова, СА, Филиппова, НИ, Коберницкий, ВИ, Ошергина, ИП, Слепкова, НН, Тен, ЕА, Филонов, ВМ, Юрченко, ВА. (2023). Особенности проведения весенне-полевых работ в Акмолинской области в 2023 году. Практические рекомендации, Шортанды: НПЦ зернового хозяйства им. А. И. Бараева, 60.

20 Вегетационные индексы в ПО для сельского хозяйства. - URL: <https://eos.com/ru/blog/vegetacionnye-indeksy/>

21 Вегетационные индексы NDVI, EVI, GNDVI, CVI, True color. - URL: <https://www.soft.farm/ru/blog/vegetacionnye-indeksy-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color-140>

22 Скокбаева, СО. (2002). Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Под.ред. Алматы, 378.

23 ГОСТ – 12038-18. Методы определения всхожести с.-х. культур.

24 Гребенюк, ГН, Кузнецов, ВП. (2012). Современная динамика климата и фенологическая изменчивость северных территорий. *Фундаментальные исследования*, 11(5), 1063-1077.

25 Минин, АА. (2002). Перспективы фенологического экомониторинга. СПб.: Гидрометеиздат, Т.ХVIII, 158-166.

26 Семенов, СМ, Ясюкевич, ВВ. (2006). Выявление климатогенных изменений. М.: Метеорология и гидрология, 324.

27 Доспехов, БА. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 351.

References

1 de Beurs, KM, Townsend, PA. (2008). Estimating the effect of gypsy moth defoliation using MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 112, 10:3983-3990.

2 Jordan, CF. (1963). Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. *Ecology*, 50, 663-666.

3 Rouse, JW, Haas, RH, Schell, JA, Deering, DW. (1973). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. Third ERTS Symposium, 1, 309-317.

4 Junges, AH, Bremm, C., Fontana, DC, de Oliveira, CO, Schaparini, LP, de Faccio Carvalho, PC. (2016). Temporal profiles of vegetation indices for characterizing grazing intensity on natural grasslands in Pampa biome. *Sci. Agric*, 73, 4: 332-337.

5 Fernandes, J.L., Rocha, J.V., Lamparelli, R.A.C. (2011). Sugarcane yield estimates using time series analysis of spot vegetation images. *Scientia Agricola*, 68, 139-146.

- 6 Jiang, Z., Huete, A., Didan, K., Miura, T. (2008). Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. *Remote Sensing of Environment*, 112(10), 3833-3845. DOI:10.1016/j.rse.2008.06.006.
- 7 Miura, T., Yoshioka, H., Fujiwara, K., Yamamoto, H. (2008). Inter-Comparison of ASTER and MODIS Surface Reflectance and Vegetation Index Products for Synergistic Applications to Natural Resource Monitoring. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 8(4),2480-2499. DOI:10.3390/s8042480
- 8 Genin, VA, Klebanovich, NV. (2018). Modelirovanie urozhajnosti kukuruzy i soi po dannym distancionnogo zondirovaniya zemli. *Vestnik BGSKHA*, 4, 100-104. [In Russ].
- 9 Yang, C., Anderson, GL. (2000). Mapping Grain Sorghum Yield Variability Using Airborne Digital Videograph. *Precision Agriculture*, 2, 1:7-23.
- 10 Fernandez, Y., Soria-Ruiz, J. (2017). Maize crop yield estimation with remote sensing and empirical models. Conference: IGARSS 2017, USA, 493-511.
- 11 Storchak, IG, Eroshenko, FV, SHestakova, EO. (2019). Osobennosti dinamiki vegetacionnogo indeksa NDVI v razlichnyh pochvenno-klimaticheskikh zonah Stavropol'skogo kraja. *Agrarnyj vestnik Urala*, 9(188), 12-18. [In Russ].
- 12 Komarov, AA, Muntyan, AN, Suhanov, PA. (2018). Vybor informativnyh pokazatelej distancionnogo zondirovaniya sostoyaniya rastitel'nogo pokrova. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 3(52), 64-70. [In Russ].
- 13 Komarov, AA, Kirsanov, AD, Malashin, SN. (2021). Sravnitel'naya karakteristika razlichnyh vegetacionnyh indeksov pri ocenke sostoyaniya rastitel'nogo pokrova kormovyh trav. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2(63), 18-29. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-2-18-29. [In Russ].
- 14 Vilyunov, SD, Zotikov, VI, Sidorenko, VS, Starikova, ZhV, Mal'cev, AA. (2022). Primenenie vegetacionnyh indeksov v selekcii ozimoy myagkoj pshenicy. *Nauchno-proizvodstvennyj zhurnal «Zernobovyye i krupyanye kul'tury»*, 3(43), 73-83. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-3-73- 83. [In Russ].
- 15 Ydyrys, AA, Sarbaev, AT, Esimbekova, MA, Dubekova, SB. (2022). Produktivnost' sortoobrazcov yarovoj pshenicy, obohrannyh s ispol'zovaniem RGB izobrazhenii. *Vestnik nauki Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S.Sejfullina (mezhdisciplinarnyj)*, 1(112), 153-163. [In Russ].
- 16 Yang, G., Liu, J., Zhao, C., Li Z., Huang, Y., Yu H., Yang, H. (2017). Unmanned aerial vehicle remote sensing for field-based crop phenotyping: current status and perspectives. *Frontiers in plant science*, 8, 1111-1125.
- 17 Lammerts van Bueren, ET, Struik, PC. (2017). Diverse concepts of breeding for nitrogen use efficiency. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37, 1-24.
- 18 Vishnyakova MA, Seferova IV, Buravceva TV, Burlyaeva MO, Semyonova EV, Filipenko GI, Aleksandrova TG, Egorova GP, YAn'kova II, Bulynceva SV, Gerasimova TV, Drugova EV. (2017). Kollekcija mirovyh geneticheskikh resursov zernovyh bobovyh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie: metod. ukazaniya pod nauch. red. M.A. Vishnyakovoj 2-e izd., pererab. i dop. Sankt-Peterburg: VIR, 143. [In Russ].
- 19 Kanafin, BK, Zabolotskih, VV, Akshalov, KA, Skoblikov, VF, Kiyas, AA, Verner, AV, Kochorov, AS, Kunanbaev, KK, Babkenov, AT, Babkenova, SA, Filippova, NI, Kobernickij, VI, Oshergina, IP, Slepikova, NN, Ten, EA, Filonov, VM, YUchenko, VA. (2023). Osobennosti provedeniya vesenne-polevyh rabot v Akmolinskoj oblasti v 2023 godu. Prakticheskie rekomendacii, SHortandy: NPC zernovogo hozyajstva im. A. I. Baraeva, 60. [In Russ].
- 20 Vegetacionnye indeksy v PO dlya sel'skogo hozyajstva. - URL: <https://eos.com/ru/blog/vegetacionnye-indeksy/>
- 21 Vegetacionnye indeksy NDVI, EVI, GNDVI, CVI, True color. - URL: <https://www.soft.farm/ru/blog/vegetacionnye-indeksy-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color-140>
- 22 Skokbaeva, SO. (2002). Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Pod.red. Almaty, 378. [In Russ].
- 23 GOST - 12038-18. Metody opredeleniya vskhozhesti s.-h. kul'tur, [In Russ].
- 24 Grebenyuk, GN, Kuznecova, VP. (2012). Sovremennaya dinamika klimata i fenologicheskaya izmenchivost' severnyh territorij. *Fundamental'nye issledovaniya*, 11(5), 1063-1077. [In Russ].

25 Minin, AA. (2002). Perspektivy fenologicheskogo ekomonitoringa. SP.: Gidrometeoizdat, T.XVIII, 158-166. [In Russ].

26 Semenov, SM, YAsyukevich, VV. (2006). Vyyavlenie klimatogennyh izmenenij. M.: Meteorologiya i gidrologiya, 324. [In Russ].

27 Dospikhov, BA. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Agropromizdat, 351. [In Russ].

Вегетациялық индекстердің негізінде ірі тұқымды жасымық үлгілерінің өнімділігін бағалау

Б.Ж. Жанзаков, Ф.К. Кулынтай, И.В. Шупанова, И.П. Ошергина, Е.А. Тен

Түйін

Негізі және мақсаты. Геоақпараттық жүйелерді (ГАЗ) және Жерді қашықтықтан зондтау деректерін (ЖҚЗ) пайдалану әдеттегідей болды. Алайда, ауыл шаруашылығының барлық салаларында олар белсенді қолданылмайды. Мәселен, ерекшелігіне байланысты селекциялық жұмыс анағұрлым мұқият, бұл зерттелетін материалдың көптігімен және ЖҚЗ үшін қол жетімді емес тәжірибелік учаскелердің аздығымен байланысты.

Бірақ, ұшқышсыз ұшу аппараттарын (ҰҰА) және қондырмалы жабдықтарды жетілдіру төмен биіктікте жерүсті мониторингін жүргізуге және селекциялық питомниктерде зерттеу жүргізуге мүмкіндік береді. Осыған байланысты жасымық мысалында перспективалы үлгілер мен сызықтарды бағалау үшін ЖҚЗ деректерін, атап айтқанда вегетациялық индекстерді (NDVI, GNDVI, OSAVI, NDRE) пайдалану мүмкіндігін зерттеу мақсаты қойылды.

Материалдар мен әдістер. Зерттеулер Солтүстік Қазақстанның құрғақ дала аймағында, Оңтүстік, карбонатты қара топырақтарда жүргізілді. Зерттеу нысандары 10 үлгі және ірі тұқымды жасымықтың стандартты сорты Шырайлы. Бақылау қашықтықтан аэрофототүсірілім көмегімен, аптасына 1 рет аралықпен, 50 м биіктіктен 1,5-2 м/с жылдамдығымен және 5 арналы мультиспектралды 2 Мп камерамен жабдықталған Phantom 4 multispectral ұшқышсыз ұшу аппаратының көмегімен 70 × 70% суреттердің айқас қабаттасуымен жүргізілді. Аэрофотосуреттерді өңдеу және тәжірибелік танаптың ортофотопландарын жасау лицензияланған Agisoft Metashape Professional, DJI Terra және QGIS 3.26 бағдарламаларында жүзеге асырылды.

Нәтиже. Селекциялық үлгілерді талдау кезінде қосымша бағалау құралы ретінде вегетациялық индекстерді пайдаланудың жоғары тиімділігі анықталды. Өнімділік пен вегетациялық индекстердің көрсеткіштері арасында байланыс орнатылды. Вегетациялық индекстердің мәндері қалыптасқан өнімділікті объективті түрде көрсететін кезең анықталады. Қорытынды. Вегетациялық индекстер мен атап айтқанда NDVI, үлгілерінің сорттық белгілерін бағалаудың басқа дәстүрлі әдістерімен қатар қосымша құрал ретінде ғана пайдалануға болатындығы анықталды. Қалыптасқан ауа-райы жағдайларында жасымық үлгілерінің арасындағы айырмашылықтар бұршақ пайда болған кезеңнен бастап айқын көріне бастады. NDVI индексінің және басқа вегетациялық индекстердің көрсеткіштеріне сүйене отырып, «Е-149», «Анфия», «Веховская» үлгілері өнімділікті арттыру үшін ата-аналық жұп ретінде селекциялық процеске тарту үшін ұсынылады.

Кілт сөздер: қашықтықтан зондтау; вегетациялық индекстер; корреляция коэффициенті; өнімділік.

Yield assessment of large-seeded lentil samples based on vegetation indices

Bakhtiyar Zh. Zhanzakov, Fariza K. Kulyntay, Irina V. Shupanova, Irina P. Oshergina, Evgeny A. Ten

Abstract

Background and Aim. The use of Geographic information systems (GIS) and remote sensing data has become commonplace. However, they are not actively used in all sectors of agriculture. So, due to the specifics, the breeding work is more scrupulous, which is largely due to the large amount of material

under study and the small scale of experimental sites inaccessible to remote sensing. However, the improvement of unmanned aerial vehicles (UAVs) and attachments makes it possible to conduct ground monitoring at low altitudes and conduct research in breeding nurseries. In this regard, the goal was set to explore the possibility of using remote sensing data, namely vegetation indices (NDVI, GNDVI, OSAVI, NDRE), to evaluate promising samples and lines, using the example of lentils.

Materials and methods. The research was carried out in the dry steppe zone of Northern Kazakhstan, on southern, carbonate chernozems. The objects of the study are 10 samples and a standard variety of large-seeded lentils Shyrayly. The observations were carried out remotely using aerial photography, at an interval of 1 time per week, from a height of 50 m at a drone flight speed of 1.5-2 m/s and a 70 × 70% cross-overlap of images using a Phantom 4 Multispectral UAV equipped with a 5-channel multispectral 2 MP camera. The processing of aerial photographs and the creation of orthophotoplanes of the experimental site was carried out in licensed programs Agisoft Metashape Professional, DJI Terra and QGIS 3.26.

Results. The high efficiency of using vegetation indices as an additional assessment tool in the analysis of breeding crops was established. The relationship between yield and indicators of vegetation indices has been established. The period has been determined when the values of vegetation indices most objectively reflect the emerging yield.

Conclusion. It has been established that vegetation indices and NDVI, in particular, can only be used as an additional tool on a par with other traditional methods for evaluating varietal characteristics of cultivars. Under the prevailing climatic conditions, the differences between varieties began to manifest themselves more clearly from the period of bean formation in lentils. Based on the indicators of the NDVI index and other vegetation indices, the samples "E-149", "Anfiya", "Vekhovskaya" are recommended for involvement in the breeding process as parent pairs to increase yields.

Keywords: remote sensing; vegetation indices; correlation coefficient; yield.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 3 (122). - С.37-45. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3\(122\).1726](https://doi.org/10.51452/kazatu.2024.3(122).1726)

УДК 639.3

Оценка морфологических признаков сибирского осетра на ранних этапах онтогенеза

Ситахметова Г.Қ. 

Алтайский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»
Усть-Каменогорск, Казахстан

Автор-корреспондент: Г.Қ. Ситахметова: tarina@fishrpc.kz

Получено: 11-07-2024 Принято: 12-08-2024 Опубликовано: 30-09-2024

Аннотация

Предпосылка и цель. Оценка морфологических признаков производится с целью определения изменчивости особей. Целью настоящего исследования было рассмотрение развития морфологических признаков сибирского осетра на ранних стадиях онтогенеза.

Материалы и методы. Для оценки морфологических признаков были использованы предличинки и личинки сибирского осетра, полученных от производителей, которые содержатся в условиях установок замкнутого водоснабжения на рыбноводном хозяйстве ТОО «OstFish». В ходе исследования определялись вес тела, общая длина тела, процентное соотношение к общей длине тела таких показателей, как длина тела до конца средних лучей, длина туловища, длина хвостового стебля, максимальная и минимальная высота тела, а также измерения головы и желточного мешка.

Результаты. Анализ результата проведенных нами исследований показал, что на основе закономерностей в изменчивости морфологических признаков на ранних стадиях развития сибирского осетра можно выделить три группы признаков. Группы, индексы которых в процессе развития имеют тенденцию к увеличению или уменьшению, и третья группа признаков с возрастом стабилизируется или отличается незначительно. Выделение данных групп на ранней стадии онтогенеза позволит использовать результаты работы в целях совершенствования технологии получения качественного рыбопосадочного материала (молоди) в индустриальных условиях.

Закключение. Полученные данные позволяют говорить о ценности и диагностической значимости выделяемых групп изменчивости морфологических признаков, которые могут характеризовать видовые, возможно популяционные, различия и позволяют выделять гибридные формы осетровых рыб в процессе развития на ранних стадиях онтогенеза.

Ключевые слова: сибирский осетр; морфологический признак; морфологическая характеристика вида; онтогенез; предличинка; личинка.

Введение

Сибирский осетр (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) – относится к семейству осетровых. Самый крупный представитель осетровых рыб, в пределах Казахстана обитает в бассейне реки Ертис. Жилая форма осетра в настоящее время практически исчезла в водохранилищах бассейна. Сибирский осетр включен в Красную Книгу Республики Казахстан по II категории, как вид, численность которого в Казахстане резко сократилась и продолжает уменьшаться [1].

Сибирский осетр в Верхнем Ертисе до недавнего времени являлся широко распространенным видом. По реке он встречался повсеместно до государственной границы. Проходил осетр в верховья Черного Ертиса, протекающего в пределах Китая. Наиболее многочисленным в верхнем

течении Ертиса был полупроходной осетр, который поднимался для размножения в Ертис и в его притоки.

В связи с постройкой на реке Ертис трех плотин гидроэлектростанций проходной обский осетр оказался изолированным почти от всех своих нерестилищ. Г.М. Дукравец подчеркивал, что в Бухтарминском, Усть-Каменогорском и других водохранилищах Верхнего Ертиса естественное воспроизводство осетра будет крайне ограниченным. В связи с этим возникла необходимость искусственного разведения. Кроме того, следует обеспечить охрану от хищнического истребления молоди осетровых на местах нагула, охрану производителей на зимовках, миграционных путях и нерестилищах. Без этого все мероприятия по восстановлению запасов сибирского осетра в бассейне Верхнего Ертиса окажутся малоэффективными [2].

На озере Жайсан сибирский осетр утратил свое промысловое значение еще в 40-х годах прошлого столетия при среднем вылове 0,7 тонн в год. Проходной осетр, ранее обитавший на всем протяжении реки Ертис, сейчас единично встречается ниже Шульбинской гидроэлектростанции.

По сведениям В.В. Тябугина, сибирский осетр достигает максимального размера 2 м при массе тела около 200 кг. Растет медленно, половозрелым становится в возрасте: самки - 11-12 лет, самцы обычно созревают на 1-2 года раньше самок [2]. Плодовитость колеблется в пределах от 5 до 30 тыс. икринок на 1 кг живого веса.

Запасы сибирского осетра в нашей стране сократилась и на сегодняшний день стоит угроза полного исчезновения – в реке Ертис в настоящее время катастрофически снижены в результате антропогенного воздействия на ихтиофауну Ертисского бассейна.

В настоящее время на осетровом хозяйстве ТОО «OstFish» (ВКО, Уланский район, с. Саратовка) разработаны основные технологические параметры по формированию ремонтно-маточных стад осетровых видов рыб (в основном сибирского осетра) и их эксплуатации, выращиванию молоди сибирского осетра для его интродукции в естественные водоемы Ертисского бассейна, а также товарной рыбы в бассейнах индустриального хозяйства.

Наличие в ТОО «OstFish» сибирского осетра, выращиваемого в условиях УЗВ, позволяет нам изучить их морфологические признаки, особенно на ранних этапах онтогенеза, что позволит нам различать их от гибридных форм, часто выращиваемых на осетровых хозяйствах. В работе впервые отражены результаты наблюдения за морфологическими признаками сибирского осетра на ранних стадиях развития в условиях установок замкнутого водоснабжения.

Материалы и методы

Для оценки морфологических признаков были использованы предличинки и личинки сибирского осетра, полученных на базе ТОО «OstFish», которые содержатся в условиях установок замкнутого водоснабжения.

Наблюдения за морфологическими признаками производили ежедневно. Морфологические параметры измеряли у предличинок на стадии выклева, перед переходом на активное питание (стадия желточной пробки), в возрасте 11 суток, начало перехода на активное питание 16 суток. Для установления скорости роста предличинок, личинок и колебаний ее размеров на каждом этапе, учитывая разведение в искусственных условиях, промеряли 20-30 экземпляров.

На рисунке 1 представлены рекомендуемые измерения зародышей, личинок и мальков рыб [1], по которым производились измерения в ходе проведения исследования.

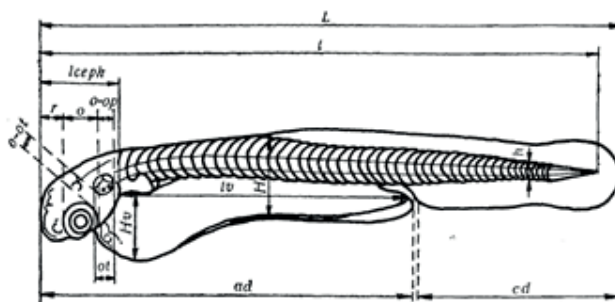


Рисунок 1 – Рекомендуемые измерения зародышей, личинок и мальков рыб

- L* - Общая длина тела;
Od - Длина туловища;
CD - Длина хвостового стебля;
H/h - Максимальная/Минимальная высота тела;
HC - Наибольшая высота головы;
C - Длина головы;
R - Длина рыла;
O - Диаметр глаза;
Iv - Длина желточного мешка;
Hv - Высота желточного мешка; (все измерения берутся в мм.)

Температура воды во время всего периода исследования колебалась в пределах 13-14 °С. Длительность этапов развития устанавливалась прямым наблюдением. Измерения проводили под биноклем по методике, разработанной для осетровых личинок [3]. Индексы морфологических признаков рассчитывали в процентах от общей длины тела. Полученные результаты подвергались статистической обработке [4]. Необходимые вычисления выполнены на компьютере. Применяли статистические методы с использованием Excel.

Результаты и обсуждение

Морфология осетровых на ранней стадии онтогенеза является одним из важных критериев оценки эффективности искусственного воспроизводства. Показателей морфологических признаков в период раннего развития представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика морфологических признаков сибирского осетра в раннем онтогенезе

Признаки	Сибирский осетр		
	0 сут.	11 сут.	16 сут.
Масса рыбы, мг (P)	$10,7 \pm 0,18$ 7,8	$26,2 \pm 0,36$ 4,9	$29,5 \pm 1,2$ 1,37
Общая длина тела, мм (L)	$10,5 \pm 0,08$ 3,0	$17,0 \pm 0,12$ 2,99	$18,7 \pm 0,17$ 3,1
В процентах от длины тела			
Длина тела до конца средних лучей (C, II)	$97,8 \pm 0,07$ 0,3	$94,1 \pm 0,24$ 1,24	$89,2 \pm 0,26$ 1,6
Длина туловища (Od)	$65,9 \pm 0,38$ 2,3	$57,8 \pm 0,51$ 3,1	$55,4 \pm 0,71$ 4,2
Длина хвостового стебля (CD)	$33,2 \pm 0,15$ 4,1	$44,1 \pm 0,41$ 4,4	$44,7 \pm 0,22$ 5,5
Максимальная высота тела (H)	$27,6 \pm 0,7$ 11,3	$15,1 \pm 0,09$ 5,0	$13,9 \pm 0,12$ 6,1

Продолжение таблицы 1

Минимальная высота тела (h)	$9,95 \pm 0,19$ 3,2	$6,8 \pm 0,28$ 10,0	$6,1 \pm 0,27$ 8,0
Наибольшая высота головы (НС)	$12,3 \pm 0,51$ 15,2	$17,1 \pm 10$ 4,6	$16,7 \pm 0,17$ 6,2
Длина головы (С)	$9,2 \pm 0,20$ 8,0	$21,8 \pm 0,37$ 4,8	$22,7 \pm 0,39$ 5,0
Длина рыла (R)	$3,5 \pm 0,15$ 17,5	$7,2 \pm 0,24$ 13,1	$7,8 \pm 0,13$ 6,6
Диаметр глаза (О)	$1,91 \pm 0,04$ 3,1	$2,93 \pm 0,04$ 3,0	$3,1 \pm 0,05$ 6,1
Длина желточного мешка (Iv)	$33,94 \pm 0,41$ 4,4	$13,5 \pm 0,25$ 10,1	0
Высота желточного мешка (Hv)	$22,3 \pm 0,40$ 8,3	$9,7 \pm 0,22$ 21,8	0

Анализ индексов морфологических признаков в период раннего развития показывает, что целесообразно выделить три основные группы индексов: первая группа – группа, где индексы морфологических признаков имеют тенденцию к увеличению, вторая группа – группа, где индексы морфологических признаков имеют тенденцию к уменьшению и третья группа – группа, где индексы морфологических признаков более или менее стабильны со временем или практически не отличаются.

Нулевые сутки – день выклева, стадия предличинки, масса составила $10,7 \pm 0,18$ мг, при длине тела $10,5 \pm 0,08$ мм. Тело удлиненное, хвост короче туловища - процентное отношение хвостового стебля и длины туловища к длине тела $33,2 \pm 0,15$ и $65,9 \pm 0,38$ соответственно. Желточный мешок большой, при процентном отношении длины желточного мешка $33,94 \pm 0,41$ к длине тела и при отношении $22,3 \pm 0,40$ высоты желточного мешка к длине тела. Имеет яйцевидную форму (рисунок 2). Голова изогнута к желточному мешку, отношение диаметра глаза к длине тела составила $1,91 \pm 0,04$. Рыло короткое, тупое, на нижней поверхности заметны зачатки усиков в виде бугорков. Активно делают «свечи».



Рисунок 2 – Предличинка в день выклева

По мере роста предличинок желточный мешок рассасывается, рыло постепенно вытягивается (рисунок 3). На 6-9 сутки были замечены усики, появился пигмент в глазах.



Рисунок 3 – Стадия рассасывания желточного мешка

11 сутки жизни предличинок. Началось роение. Желточный мешок заметно рассосался, так процентное отношение длины и высоты желточного мешка к длине тела составили $13,5 \pm 0,25$ и $9,7 \pm 0,22$ соответственно. В спинной части плавниковой каймы различается выступ спинного плавника и появляются зачатки лучей. Спинной плавник расположен позади анального отверстия, грудной плавник имеет форму полулунных или треугольных лопастей. Тело хорошо пигментировано. Больше всего пигмента на спинной части тела и хвосте. Общая длина тела предличинок на 11 сутки жизни составила $17,0 \pm 0,12$ мм, при массе $26,2 \pm 0,36$. На 14-15 сутки (рисунок 4) начали массово отходить пробки, желточный мешок полностью рассосался.



Рисунок 4 – Предличинка на 14 сутки жизни

16 сутки жизни – ранняя личинка. Общая длина тела составила $18,7 \pm 0,17$ мм, при массе $29,5 \pm 1,2$ мг (рисунок 5). Хвост короче туловища, но туловище заметно подросло. Голова большая, процентное отношение длины головы к общей длине тела составила $22,7 \pm 0,39$. Рыло вытянутое (процентное отношение длины рыла к общей длине тела - $7,8 \pm 0,13$), принимает форму типичную для осетровых. Рот нижний, перед ним 4 усика. Плавниковая кайма на месте непарных плавников обособляется. Хвостовой плавник большой, хорошо различимы лучи. Вдоль спинного края плавниковой складки начинают появляться зачатки жучек, но еще не вышли на пределы плавниковой складки.



Рисунок 5 – Ранняя личинка, перешедшая на внешнее питание

Так, нами у сибирского осетра выделены три группы морфологических признаков. Первая группа морфологических признаков, индексы, которые с возрастом увеличиваются. К данной группе индексов относятся: общая длина тела, так в 0-ой день данный показатель если был $10,5 \pm 0,8$ мм, то на 11 и 16 сутки данный показатель увеличился до $17,0 \pm 0,12$ мм и $18,7 \pm 0,17$ мм соответственно; длина головы: 0 сутки - $9,2 \pm 0,20\%$ от общей длины тела, 11 сутки - $21,8 \pm 0,37\%$ от общей длины тела, 16 сутки - $22,7 \pm 0,39\%$ от общей длины тела; длина рыла: 0 сутки - $3,5 \pm 0,15\%$ от общей длины тела, 11 сутки - $7,2 \pm 0,24\%$ от общей длины тела, 16 сутки - $7,8 \pm 0,13\%$ от общей длины тела; диаметр глаз: 0 сутки - $1,91 \pm 0,04\%$ от общей длины тела, 11 сутки - $2,93 \pm 0,04\%$ от общей длины тела, 16 сутки жизни - $3,1 \pm 0,05\%$ от общей длины тела.

Вторая группа морфологических признаков индексы которых имеют тенденцию к уменьшению. К данной группе индексов относятся такие показатели как: длина тела до конца средних лучей которые на 0 сутки жизни составляли $97,8 \pm 0,07\%$ от общей длины тела, на 11 сутки жизни данный показатель составил $94,1 \pm 0,24\%$ от общей длины тела, на 16 сутки жизни данный показатель уменьшился до $89,2 \pm 0,26\%$ от общей длины тела; показатели длины туловища на 0, 11 и 16 сутки жизни с $65,9 \pm 0,38\%$ от общей длины тела уменьшился до $57,8 \pm 0,51$ и $55,4 \pm 0,71\%$ от общей длины тела соответственно; показатели максимальной высоты тела с 0, 11 по 16 сутки уменьшились с $9,95 \pm 0,19\%$ от общей длины тела до $17,1 \pm 10\%$ от общей длины тела и $16,7 \pm 0,17\%$ от общей длины тела соответственно. Еще один показатель который имеет тенденцию к уменьшению это высота желточного мешка, который у всех видов рыб рассасывается с возрастом, так у сибирского осетра на ранней стадии онтогенеза этот показатель с 0 по 11 и 16 сутки жизни уменьшился с $22,3 \pm 0,40\%$ от общей длины тела до $9,7 \pm 0,22\%$ от общей длины тела, а на 16 сутки полностью рассосался, соответственно был равен 0% от общей длины тела.

В третьей группе морфологических признаков индексы колеблются в ту или иную сторону, т.е. вначале увеличиваются или уменьшаются, а к возрасту 11 и 16 суток различаются незначительно. К этой группе индексов относятся такие показатели, как минимальная высота тела, которая составляла $9,95 \pm 0,19\%$ от общей длины тела в 0-ой сутки жизни, а на 11 и 16 сутки данный показатель составил $6,8 \pm 0,28$ и $6,1 \pm 0,27\%$ от общей длины тела соответственно; показатель наибольшей высоты головы на 0 сутки жизни составлял $12,3 \pm 0,51\%$ от общей длины тела, который на 11 и 16 сутки составляли $17,1 \pm 10$ и $16,7 \pm 0,17\%$ от общей длины тела.

Заключение

Таким образом, при проведении научно-исследовательских работ по оценке морфологических признаков сибирского осетра на ранних этапах онтогенеза (предличинки, личинки, перешедшие на внешнее питание) нами были рассмотрены такие показатели: вес и общая длина тела, а также процентное соотношение к общей длине тела таких показателей, как длина тела до конца средних лучей, длина туловища, длина хвостового стебля: максимальная и минимальная высота тела, наибольшая высота и длина головы, длина и высота желточного мешка.

При рассмотрении данных показателей и их индексов, нами установлено, что можно выделить три группы морфологических признаков:

Первая группа признаков (тенденция к увеличению индексов морфологических признаков), относятся: общая длина тела, длина головы и рыла, диаметр глаз.

Вторая группа признаков, относятся: длина тела до конца средних лучей, длина туловища, максимальная высота тела, длина и высота желточного мешка, т.е. наблюдается уменьшение индексов морфологических признаков.

Третья группа индексов морфологических признаков у сибирского осетра, можно отнести минимальную высоту тела и наибольшую высоту головы.

Обнаруженные во время научно-исследовательских работ закономерности в изменчивости морфологических признаков на ранних стадиях развития можно с уверенностью использовать при запуске или проведении исследований рыбопосадочного материала сибирского осетра, с целью недопущения зарыбления гибридами, которые все чаще встречаются на рыбоводных хозяйствах.

На основании полученных данных можно сделать вывод о значимости диагностики некоторых морфологических признаков с выделением определенных групп. Выделенные в ходе исследования группы могут показать различия между видами, возможно и популяциями, позволяя выявить гибриды осетровых на ранней стадии онтогенеза. Результаты работы могут служить основой для совершенствования технологии получения качественной молоди сибирского осетра, выращиваемых в индустриальных условиях.

Информация о финансировании

Данная статья была написана в рамках НТП «Разработка и внедрение инновационных технологий и новых объектов аквакультуры, экономически эффективных в природно-климатических условиях различных регионов Казахстана» (Грант BR23591065).

Список литературы

- 1 Кириченко, ОИ, Куликов, ЕВ. (2011). Ценные редкие рыбы водоемов Верхнего Иртыша и проблема сохранения и восстановления численности. *Вестник КАСУ*, 6.
- 2 Тарина, ГК, Кушникова, ЛБ, Базаров, СЕ. (2023). Биологическая и хозяйственная целесообразность реинтродукции сибирского осетра в Ертисском бассейне. *Международный научный журнал АКАДЕМИК*, 1, 229: 23-27.
- 3 Ланге, НО, Дмитриева, ЕН. (1974). Методика исследований морфо-экологических особенностей развития рыб в зародышевый, личиночный и мальковый периоды. Типовые методики. Вильнюс, 1, 56-71.
- 4 Лакин, Г.М. (1968). Биометрия. М.: Высшая школа, 287.
- 5 Детлаф, ТА, Гинзбург, АС, Шмальгаузен, ОН. (1981). Развитие осетровых рыб. М.: Наука, 224.
- 6 Hoseinifar, SH, Ringø, E., Masouleh, AS, Esteban, MÁ. (2016). Probiotic, prebiotic and synbiotic supplements in sturgeon aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 89-102.
- 7 Lu, X., Rasco, BA. (2014). Sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sexual maturation and caviar quality. *Reviews in Aquaculture*, 89-99.
- 8 Chandra, G., Fopp-Bayat, D. (2020). Trends in aquaculture and conservation of sturgeons: a review of molecular and cytogenetic tools. *Reviews in Aquaculture*, 13:1, 119-137.
- 9 Лукьяненко, ВИ, Распопов, ВМ, Шиленко, НИ. (1971). Видовые особенности морфофизиологических параметров осетровых. Материалы к объедин. науч. сес. ЦНИОРХ и АзНИИРХ. Астрахань, 65-67.
- 10 Коблицкая, АФ. (1981). Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая пром. 208.

References

- 1 Kirichenko, OI, Kulikov, EV. (2011). Cennye redkie ryby vodoemov Verhneno Irtysha i problema sohraneniya i vosstanovleniya chislennosti. *Vestnik KASU*, 6. [In Russ].
- 2 Tarina, GK, Kushnikova, LB, Bazarov, SE. (2023). Biologicheskaya i hozyajstvennaya celesoobraznost' rentrodukcii sibirskogo osetra v Ertisskom bassejne. *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal AKADEMIK*, 1,229: 23-27. [In Russ].
- 3 Lang, NO, Dmitrieva, EN. (1974). Metodika issledovaniy morfo-ekologicheskikh osobennostej razvitiya ryb v zarodyshevyy, lichinochnyy i mal'kovyy periody. Tipovye metodiki, CH.1. Vil'nyus, 56-71. [In Russ].
- 4 Lakin, GM. (1968). Biometriya. M.: Vysshaya shkola, 287. [In Russ].
- 5 Detlaf, TA., Ginzburg, AS, SHmal'gauzen, ON. (1981). Razvitie osetrovyyh ryb. M.: Nauka, 224. [In Russ].
- 6 Hoseinifar, SH, Ringø, E., Masouleh, AS, Esteban, MÁ. (2016). Probiotic, prebiotic and synbiotic supplements in sturgeon aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 89-102.
- 7 Lu, X., Rasco, BA. (2014). Sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sexual maturation and caviar quality. *Reviews in Aquaculture*, 89-99.
- 8 Chandra, G., Fopp-Bayat, D. (2020). Trends in aquaculture and conservation of sturgeons: a review of molecular and cytogenetic tools. *Reviews in Aquaculture*, 13:1, 119-137.
- 9 Luk'yanenko, VI, Raspopov, VM, SHilenko, NI. (1971). Vidovye osobennosti morfofiziologicheskikh parametrov osetrovyyh. Materialy k ob"ed. nauch. ses. CNIORH i AzNIIRH. Astrahan', 65-67. [In Russ].
- 10 Koblicskaya, AF. (1981). Opredelitel' molodi presnovodnyh ryb. M.: Legkaya i pishchevaya prom., 208. [In Russ].

Онтогенездің алғашқы кезеңдерінде сібір бекіресінің морфологиялық белгілерін бағалау

Ситахметова Г.К.

Түйін

Негізі және мақсаты. Морфологиялық белгілерді бағалау балықтардың өзгергіштігін анықтау мақсатында жүргізіледі. Бұл зерттеудің мақсаты онтогенездің алғашқы кезеңдерінде Сібір бекіресінің морфологиялық белгілерінің дамуын қарастыру болды.

Материалдар мен әдістер. Морфологиялық белгілерді бағалау үшін «OstFish» ЖШС балық өсіру шаруашылығында тұйық сумен жабдықтау қондырғылары жағдайында ұсталатын өндірушілерден алынған сібір бекіресінің личинка алындығылары мен личинкалары пайдаланылды. Зерттеу дене салмағын, дененің жалпы ұзындығын, дененің жалпы ұзындығына келесі көрсеткіштердің пайыздық қатынасын анықтады: дененің орташа сәулелердің соңына дейінгі ұзындығы, магистральдың ұзындығы, каудальды сабақтың ұзындығы, дененің максималды және минималды биіктігі, бас пен сарыуыз қапшығының өлшемдері.

Нәтиже. Біз жүргізген зерттеулердің нәтижесін талдау сібір бекіресінің дамуының алғашқы кезеңдеріндегі морфологиялық белгілердің өзгергіштігінің заңдылықтарына сүйене отырып, белгілердің үш тобын ажыратуға болатындығын көрсетті. Даму процесінде индекстері жоғарылауға немесе төмендеуге бейім топтар және белгілердің үшінші тобы жасына қарай тұрақтанады немесе аздап ерекшеленеді. Онтогенездің ерте сатысында осы топтарды бөліп көрсету өндірістік жағдайларда сапалы балық отырғызу материалын (балық шабақтарын) алу технологиясын жетілдіру мақсатында жұмыс нәтижелерін пайдалануға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Алынған мәліметтер түрлерді, мүмкін популяцияны, айырмашылықтарды сипаттай алатын және онтогенездің бастапқы кезеңдерінде даму кезінде бекіре тұқымдас балықтардың будандастыру формаларын анықтауға мүмкіндік беретін морфологиялық белгілердің анықталған өзгергіштік топтарының диагностикалық маңызы туралы айтуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: сібір бекіресі; морфологиялық белгі; түрдің морфологиялық сипаттамасы; онтогенезі; личинка алды; личинка.

Assessment of morphological features of the Siberian sturgeon in the early stages of ontogenesis

Gulim K. Sitakhmetova

Abstract

Background and Aim. Morphological features are evaluated in order to determine the variability of individuals. The purpose of this study was to examine the development of morphological features of the Siberian sturgeon in the early stages of ontogenesis.

Materials and Methods. To assess the morphological features, the pre-larvae and larvae of the Siberian sturgeon were used, obtained from producers who are kept in conditions of closed water supply installations at the fish farm of «OstFish» LLP. During the study, body weight, total body length, percentage ratio to total body length of such indicators as: body length to the end of the middle rays, trunk length, length of the caudal stem, maximum and minimum body height, as well as measurements of the head and yolk sac were determined.

Results. The analysis of the results of our research has shown that based on the patterns in the variability of morphological features in the early stages of development of the Siberian sturgeon, three groups of features can be distinguished. Groups whose indices tend to increase or decrease during development, and the third group of signs stabilizes or differs slightly with age. The identification of these groups at an early stage of ontogenesis will allow using the results of the work in order to improve the technology for obtaining high-quality fish planting material (juveniles) in industrial conditions.

Conclusion. The data obtained allow us to speak about the value of the diagnostic significance of the identified groups of variability of morphological features, which can characterize species, possibly population, differences and allow us to identify hybrid forms of sturgeon in the process of development at the early stages of ontogenesis.








Keywords: siberian sturgeon; morphological feature; morphological characteristic of the speci; ontogenesis; pre-larvae; larvae.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 3 (122). - С. 46-54. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3(122).1749

УДК 639.512

Влияние кормления различными видами кормов при выращивании пресноводной креветки розенберга (*Macrobrachium rosenbergii*) в установке замкнутого водоснабжения

Куанчалеев Ж.Б.¹ , Сыздыков К.Н.¹ , Андрущак А.Г.¹ , Мусин С.Е.¹ ,
Мусина А.Д.² , Kučera V.³ , Бадрызлова Н.С.⁴ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби

³University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

⁴ТОО "Научно-производственный центр рыбного хозяйства"

Автор-корреспондент: Ж.Б. Куанчалеев: ihtiojax@mail.ru

Соавторы: (1: КС) k_syzdykov@mail.ru; (2: АА) sanek_666a@mail.ru

(3:СМ) kz_forward@list.ru; (4:АМ) ms.ikrambaeva@mail.ru

(5:VC) kucerv11@frov.jcu.cz; (6: НБ) ns_nina@mail.ru

Получено: 07-08-2024 **Принято:** 23-08-2024 **Опубликовано:** 30-09-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. В Юго-Восточной Азии гигантская креветка давно стала важным объектом аквакультуры, изначально выращиваемым традиционными неэффективными технологиями. За последние полвека проведено много научных изысканий по выращиванию и разведению пресноводных креветок. Производство креветок существенно усовершенствовалось благодаря внедрению современных интенсивных методов и инновационных технологий. В связи с чем, разработка отечественных методик кормления молоди креветки Розенберга для снижения зависимости от импорта посадочного материала и для расширения производства отечественных производителей имеет большое значение.

Материалы и методы. Научная работа проводилась в Казахстанско-Чешском международном научном центре аквакультуры НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина» (КАТИУ им.С.Сейфуллина) по кормлению пресноводной креветки Розенберга (*Macrobrachium rosenbergii*). Для содержания креветки использовалась установка замкнутого водоснабжения (УЗВ), для проведения гидрохимических исследований использовались термооксиметр и pH метр. Для расчета линейных и весовых показателей использовались общепринятые методики для аквакультуры.

Результаты. Выявлена эффективность комбинированного метода кормления, в котором абсолютный прирост у молоди креветки за период выращивания составил 458 мг, а относительный прирост 347%. Практически одинаковые результаты показали остальные группы с абсолютным приростом 363 мг и 396 мг, и относительным приростом 231% и 228% соответственно.

Заключение. На основании проведенных исследований разработаны оптимальные рационы кормления молоди креветки Розенберга для благоприятного содержания в УЗВ. Комбинированный метод кормления живыми кормами и комбикормом показал лучший результат и свидетельствует о наилучшей усвояемости питательных веществ, чем при кормлении моно-кормами. Одной из причин снижения выживаемости при кормлении исключительно мороженым мотылем могла быть нехватка питательных веществ и микроэлементов.

Ключевые слова: креветка; УЗВ; корма; бассейн.

Введение

Последние десятилетия мировая аквакультура активно развивается, увеличивая свою долю в общем производстве и вылове гидробионтов. По данным ФАО, в 2020 году объем произведенной продукции аквакультуры составил 122,6 млн тонн на общую сумму 281,5 млрд \$, в том числе 11,2 млн тонн ракообразных (81,5 млрд долл. США). Для сравнения 17,7 млн тонн моллюсков окупается на 29,8 млрд \$ [1]. Наблюдается растущий спрос на деликатесные виды ракообразных гидробионтов. Производство пресноводных ракообразных считается наиболее прибыльным направлением.

Исследования по технологиям индустриального рыбоводства проводятся в странах с высоким уровнем урбанизации (Германия, Великобритания, Япония, США и др.), для которых характерной чертой является деградация больших площадей сельскохозяйственных угодий по причине ухудшения экологической ситуации, либо очень высокая плотность населения страны. Значительное увеличение производства рыбной продукции возможно путем внедрения индустриальных технологий, одной из которых является выращивание членистоногих ракообразных в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), что обеспечивает полную независимость производственного процесса от природно-климатических условий, основывается на выращивании рыбы при высокой плотности посадки, кормлении полноценными кормами, механизации и автоматизации всех производственных процессов и получении товарной продукции в течение круглого года. Положительные результаты разработки технологии выращивания членистоногих ракообразных в УЗВ, существенно превосходящие по уровню эффективности применения традиционных методов, предусматривают иной уровень организации процессов, протекающих в УЗВ и обеспечивающих получение лучших рыбоводных показателей.

Помимо отмеченных общих положений индустриальная аквакультура обладает такими привлекательными чертами, как высокая концентрация производства на ограниченных площадях, большая производительность труда персонала, занятого на основном производстве, возможность размещения хозяйств вблизи потребителя.

Применение современных технологий, выращивание в достаточных масштабах производства, применение наукоемких технологий, и правильный подход к бизнесу позволяет сделать промышленное разведение креветок достаточно рентабельным направлением аквакультуры в Казахстане. Зарубежный опыт, а также адаптированные технологии для нашего региона будут предпосылками для образования нового направления в отрасли. Стоимость креветки на рынке Казахстана, в зависимости от размера, варьирует от 4,5 до 15 тысяч тенге, что позволяет вывести рентабельность производства на уровень 35-75%.

Больше 40 стран в мире выращивают креветку Розенберга для производственных целей. Производство Юго-Восточной Азии занимает больше 90%, чуть меньше 8% приходится на Америку, и небольшие доли в Тихоокеанском регионе и Африке.

Начало исследований в Советском Союзе приходится на 1977 год. На базе охладителей Березовской ГРЭС проводились первые изыскания по выращиванию данного объекта. Данный факт показал перспективные возможности по культивированию молоди и товарной креветки в условиях теплых вод [2].

Разведение креветки Розенберга представляет собой комплексный технологический процесс, успех которого зависит от множества факторов, влияющих на жизнеспособность и качество молоди [3]. Импорт молоди из-за рубежа связан с высокими затратами, что делает его недоступным для многих предприятий республики. В связи с этим, разработка отечественных методик кормления, репродукции и выращивания молоди креветки Розенберга имеет стратегическое значение. Это позволит снизить зависимость от импорта посадочного материала, уменьшить его себестоимость и создаст условия для расширения производства.

Технология кормления креветки Розенберга становится важной задачей для разработки подходящего метода кормления в рыбохозяйственных предприятиях Казахстана. Исследования в этой области позволят подобрать оптимальные варианты для тех или иных возрастных групп (молодь и взрослые особи).

Материалы и методы

Исследования проводились в Казахстанско-Чешском международном научном центре аквакультуры (КЧМНЦА), функционирующем при кафедре Охотоведения и рыбного хозяйства КАТИУ им. С.Сейфуллина. Работа охватывает результаты комплексных исследований, проведенных с апреля по июль 2024 года.

Изучение креветок осуществлялось посредством метода полного биологического анализа. Этот метод включал индивидуальные измерения зоологической и промысловой длины, определение пола, оценку стадии развития половых продуктов, анализ состояния панциря, выявление заболеваний и тщательный осмотр каждой особи.

Для проведения экспериментов была разработана и собрана система замкнутого водоснабжения, предназначенная для содержания и выращивания ракообразных. Установка замкнутого водоснабжения состояла из 18 рыбоводных емкостей по 200 л, биологического и механического фильтра, бака-накопителя и насоса. Циркуляция воды осуществлялась посредством насоса, с бака накопителя попадая в рыбоводные емкости с креветкой. Слив с емкостей отработанной воды происходил посредством дренажных скиммеров и системы трубопроводов, попадая сначала в барабанный механический фильтр мощностью 20 м³/ч с сеткой 40 мкм, а затем в фильтр с биологической загрузкой с рабочей площадью 1100 м²/м³. Технологические характеристики установки замкнутого водоснабжения для выращивания членистоногих представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические характеристики установки замкнутого водоснабжения для выращивания членистоногих

№ п/п	Наименование	Показатели
1	Количество рыбоводных емкостей, шт	18
2	Объем одной емкости, л	200
3	Количество блоков отчистки, шт	2
4	Объем бака-накопителя, л	640
5	Производительность механического барабанного фильтра, м ³ /ч	20
6	Объем биологического фильтра, л	480
7	Общий объем рыбоводных бассейнов, л	3600
8	Мощность насоса, Вт	800

В процессе исследования применялись как промышленные комбикорма, так и живые замороженные корма. Все особи креветки Розенберга были распределены на три группы, каждая из которых получала различные виды кормов.

Результаты и обсуждение

Многие авторы рекомендуют кормить креветку как специализированными комбикормами, так и натуральными компонентами естественной кормовой базы [4, 5, 6, 7, 8]. Однако, каждый из них получал различные результаты.

Для проведения эксперимента креветки Розенберга были разделены на 3 группы по более 140 особей в каждой. Каждую группу кормили различными кодами корма: 1 группа – живой корм (мороженный мотыль), 2 группа – Мiх (живой корм и комбикорм в соотношении 1:1), 3 группа – комбикорм Alleg Aqua. Биохимический состав кормов представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Биохимический состав кормов

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа
Белки, %	48,5	53,3	58
Жиры, %	10,9	14	17
Углеводы, %	19	12,5	6,1

Кормление креветки осуществляли 3 раза в день с начальным суточным рационом 70% от массы. Спустя 3-4 часа после кормления производилась чистка рыбоводных емкостей при помощи сифона. Мороженный мотыль и комбикорм после взвешивания вносили в рыбоводную емкость и равномерно распределяли по всему аквариуму.

Молодь креветки выращивалась в специализированной УЗВ для членистоногих, состоящая из 18 аквариумов объемом 200 литров. УЗВ оснащена биологическим и механическим фильтрами, а также установкой УФ-стерилизации. Для аэрации воды использовался мембранный компрессор.

Биологические показатели молоди креветки Розенберга и условия содержания в начале эксперимента представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Биологические показатели молоди креветки Розенберга в начале эксперимента

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа
Количество особей, шт	141	142	142
Средняя масса, мг	157±20	132±20	174±25
Период выращивания, сут.	28	28	28
Вид корма	Живой корм (замороженный мотыль)	Міх (живой корм и комбикорм в соотношении 1:1)	Комбикорм Aller Aqua
Суточный рацион, %	50-70	50-70	50-70
Температура выращивания, °С	26-28		
Содержание кислорода, мг/л	6,3-7,4		
Водородный показатель	7,2-7,8		

Кормление первой группы осуществлялось живым кормом в виде замороженного мотыля, фасованного по брикетам. Корм задавался путем равномерного распределения мотыля в воде после оттаивания.

Кормление второй группы осуществлялось комбинированием мороженого мотыля и специализированного комбикорма Aller Aqua из соотношения по массе 1:1.

Кормление третьей группы осуществлялось специализированными комбикормами для форели Aller aqua с содержанием протеина 58% а жиров 17%. Следует учесть тот факт, что содержание белка в мотыле также находится на уровне 48,5 %, но жиры как правило, не превышают 10%.

Кормление всех групп осуществлялось 3 раза в день с начальным суточным рационом 70%, который был снижен до 50% через 3 недели выращивания. Результаты эксперимента представлены в таблице 4 и рисунках 1, 2 и 3.

Таблица 4 – Результаты эксперимента по кормлению креветки Розенберга различными кормами

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа
Масса креветки Розенберга после 1 недели выращивания, мг	170±20	190±20	240±30
Масса креветки Розенберга после 2 недели выращивания, мг	310±35	320±35	330±35
Масса креветки Розенберга после 3 недели выращивания, мг	370±40	360±40	360±40
Масса креветки Розенберга после 4 недели выращивания, мг	520±65	590±70	570±65
Абсолютный прирост за период выращивания, мг	363	458	396
Относительный прирост за период выращивания, %	231	347	228
Выживаемость, %	95	100	100

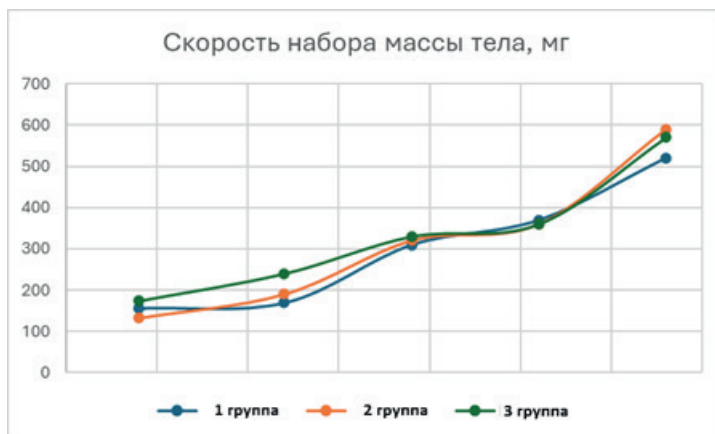


Рисунок 1 – Скорость набора массы тела креветки Розенберга

Рисунок 1 показывает плавный и относительно равномерный набор массы тела креветками при кормлении различными кормами. Наиболее интенсивные приросты наблюдаются во второй группе, хотя исходные данные этой группы были меньше других в начале выращивания. Первая и вторая группа, хоть и имели наибольшие первоначальные привесы, к концу эксперимента имели практически одинаковые результаты.

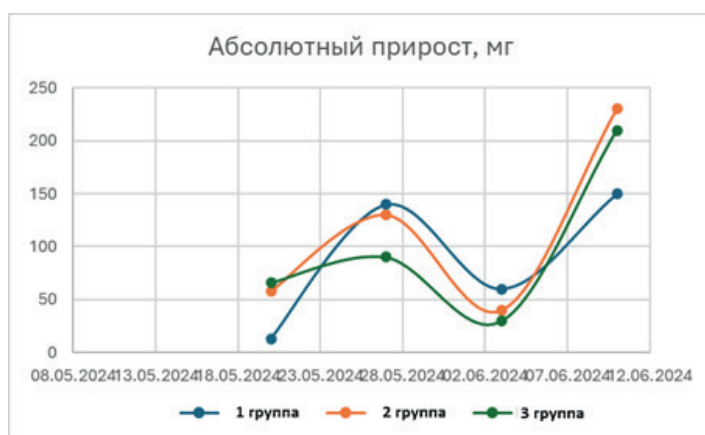


Рисунок 2 – Абсолютный прирост креветки Розенберга за период выращивания



Рисунок 3 – Относительный прирост креветки Розенберга за период выращивания

Рисунки 2 и 3 показывают, что абсолютный и относительный приросты имели прямо пропорциональную взаимосвязь и имели аналогичные отклонения в исследуемый период.

Как показывают результаты, наилучшая скорость роста была отмечена во второй группе при кормлении комбинированным методом Mix, в котором абсолютный прирост составил 458 мг, а относительный прирост 347%. Практически одинаковые результаты показали 1 и 3 группа с абсолютным приростом 363 мг и 396 мг, и относительным приростом 231% и 228% соответственно.

Данный факт свидетельствует о наилучшей усвояемости питательных веществ, чем при кормлении моно-кормами.

Выживаемость в 2-х из 3 групп составила 100%, за исключением 1 группы, где выживаемость была 95%. Одной из причин снижения выживаемости могла составить нехватка питательных веществ и микроэлементов при кормлении исключительно мороженым мотылем.

Также следует обратить внимание на резкое снижение как абсолютного прироста, так и относительного на 3 неделе выращивания. Данный факт связан с физиологическими особенностями ракообразных, а именно линьке.

Заключение

На основании проведенных научно-исследовательских работ по кормлению креветки Розенберга в условиях содержания в установках замкнутого водоснабжения нами разработаны рационы и комбинации кормов для молоди данных членистоногих. Идентичные показатели были в 1 и 3 группе, где абсолютные приросты были на уровне 363 мг и 396 мг, а относительные приросты 231% и 228% соответственно. Лучшие приросты наблюдались во второй группе при кормлении комбинированным методом Mix. В данной группе относительный прирост составил 347%, а абсолютный прирост - 458 мг.

Выживаемость первой группы составила 95%, в то время как во 2 из 3 группе отхода у членистоногих не наблюдалось. Нехватка питательных веществ при кормлении 1 группы мороженым мотылем могла явится причиной снижения выживаемости.

На 3 неделе эксперимента было отмечено резкое снижение абсолютного и относительного приростов креветки Розенберга. Это явление может быть связано с физиологическими особенностями ракообразных при смене хитинового покрова.

Вклад авторов

Концептуализация – Ж.К.; методология – К.С.; экспериментальная работа – А. А.; формальный анализ – С. М., А.М., Ж.К.; написание (оригинальная черновая подготовка) – А. Д., К. С., V.C.; написание (обзор и редактирование) – Ж. К., Н.Б. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Исследования финансируются Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан в рамках научно-технической программы BR23591065 «Разработка и внедрение инновационных технологий и новых объектов аквакультуры, экономически эффективных в природно-климатических условиях различных регионов Казахстана».

Список литературы

- 1 ФАО. (2022). Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2022. На пути к “голубой” трансформации. Рим, ФАО. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc0461ru>.
- 2 Deeseenthum, S., Leelavatcharamas, V., Brooks JD. (2007). Effect of feeding *Bacillus sp.* As probiotic bacteria on growth of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (9), 1481–1485. DOI: 10.3923/pjbs.2007.1481.1485.
- 3 Lalrinsanga, PL, Pillai, BR, Patra, G., Mohanty, S., Naik, NK, Sahu, S. (2012). Length weight relationship and condition factor of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) based on developmental stages, culture stages and sex. *Turkish Journal of fisheries and aquatic sciences*, 12, 917–924. DOI: 10.4194/1303-2712-v12_4_19.

4 Purbiantoro, W., Huynh-Phuoc, V., Van Nguyen, K., Byadgi, O.V., Cheng, TC. (2023). The immunocompetence of the hemocytes, hepatopancreas, and midgut of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in response to reverse gavage stimulation with CpG-oligodeoxynucleotides. *Aquaculture International*, 31(6), 3345-3361. DOI 10.1007/s10499-023-01127-2.

5. Phonsiri, K., Mavichak, R., Panserat, S., Boonanuntanasarn, S. (2024). Differential responses of hepatopancreas transcriptome between fast and slow growth in giant freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) fed a plant based diet. *Scientific Reports*, 14(1), 4957, 1-16. DOI: 10.1038/s41598-024-54349-6.

6 Covich, AP, Nogueira, DG, de Oliveira Roque, F., Valente-Neto, F., Sabino, J., Severo-Neto, F., Taylor, B Z, Yang, C., Nassar, WE, Silva, V., Laps, RR, Souza, FL. (2024). Linking Neotropical riparian and stream food webs: nocturnal foraging behavior and facilitation among decapods in response to added palm fruit. *Hydrobiologia*, 8513821-3839. DOI:10.1007/s10750-024-05499-1.

7 Pérez de Jesús, D., Hernández-Vergara, MP, Pérez-Rostro, CI, Frías-Quintana, CA. (2024). Effect of fasting on compensatory growth and digestive enzymatic activity of freshwater prawn post larvae (*Macrobrachium rosenbergii*) during its culture in biofloc. *Aquaculture International*, 32119 – 135. DOI: 10.1007/s10499-023-01154-z.

8 Sravanthi, B., Lalitha, Ch., Lakshmi, V. (2024). Impact of feed on the yield of *Litopenaeus vannamei* and *Macrobrachium rosenbergii* prawn culture from West Godavari district, Andhra Pradesh, India. *Research Journal of Biotechnology*, 19(1), 105–109. DOI: 10.25303/1901rjbt1050109.

References

1 FAO. (2022). Costoyanie mirovogo rybolovstva i akvakultury – 2022. Na puti k “goluboj” transformacii. Rim, FAO. DOI: 10.4060/cc0461ru. [In Russ.].

2 Deeseenthum, SJ, Leelavatcharamas, DV. (2007). Effect of feeding *Bacillus* sp. as probiotic bacteria on growth of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (9), 1481–1485. DOI: 10.3923/pjbs.2007.1481.1485.

3 Lalrinsanga, PL, Pillai, BR, Patra, G., Mohanty, S., Naik, NK, Sahu, S. (2012). Length weight relationship and condition factor of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) based on developmental stages, culture stages and sex. *Turkish Journal of fisheries and aquatic sciences*, 12, 917–924. DOI: 10.4194/1303-2712-v12_4_19.

4 Purbiantoro, W., Huynh-Phuoc, V., Van Nguyen, K., Byadgi, OV., Cheng, TC. (2023). The immunocompetence of the hemocytes, hepatopancreas, and midgut of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in response to reverse gavage stimulation with CpG-oligodeoxynucleotides. *Aquaculture International*, 31(6), 3345- 3361. DOI: 10.1007/s10499-023-01127-2.

5 Phonsiri, K., Mavichak, R., Panserat, S., Boonanuntanasarn, S. (2024). Differential responses of hepatopancreas transcriptome between fast and slow growth in giant freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) fed a plant based diet. *Scientific Reports*, 14: 4957, 1-16. DOI: 10.1038/s41598-024-54349-6.

6 Covich, AP, Nogueira, DG, de Oliveira Roque, F., Valente-Neto, F., Sabino, J., Severo-Neto, F., Taylor, BZ, Yang, C., Nassar, WE, Silva, V., Laps, RR, Souza, FL. (2024). Linking Neotropical riparian and stream food webs: nocturnal foraging behavior and facilitation among decapods in response to added palm fruit. *Hydrobiologia*, 851 3821 – 3839. DOI:10.1007/s10750-024-05499-1.

7 Pérez de Jesús, D., Hernández-Vergara, MP, Pérez-Rostro, CI, Frías-Quintana, CA. (2024). Effect of fasting on compensatory growth and digestive enzymatic activity of freshwater prawn post larvae (*Macrobrachium rosenbergii*) during its culture in biofloc. *Aquaculture International*, 32, 119 – 135. DOI: 10.1007/s10499-023-01154-z.

8 Sravanthi, B., Lalitha, Ch., Lakshmi, V. (2024). Impact of feed on the yield of *Litopenaeus vannamei* and *Macrobrachium rosenbergii* prawn culture from West Godavari district, Andhra Pradesh, India. *Research Journal of Biotechnology*, 19 (1), 105 – 109. DOI:10.25303/1901rjbt1050109.

Розенберг тұщы су асшаяндарын (*macrobrachium rosenbergii*) тұйық сумен жабдықтау қондырғысында өсіру кезінде әртүрлі азықтармен азықтандырудың әсері

Куанчалеев Ж.Б., Сыздықов К.Н., Андрущак А.Г., Мусин С.Е.,
Мусина А.Д., Kučera V., Бадрызлова Н.С.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Алып асшаяндар Оңтүстік-Шығыс Азия елдерінде жаппай өсірілетін нысан болып табылады. Соңғы онжылдықтарда тұщы су асшаяндарын өсіру мен өсіруге қатысты көптеген зерттеулер жүргізілді, нәтижесінде бұл гидробионттардың аквамәдениеті қарқынды әдістер мен прогрессивті технологияларды кеңінен енгізу арқылы айтарлықтай жоғары деңгейге көтерілді. Осыған байланысты бұл гидробионттарды азықтандыру әдістері мен рациондарың зерттеу үлкен маңызға ие.

Материалдар мен әдістер. Ғылыми жұмыс С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің (С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ) Қазақстан-Чех халықаралық аквамәдениет ғылыми орталығында Розенберг тұщы су асшаяндарын (*Macrobrachium rosenbergii*) азықтандыру бойынша жүргізілді. Асшаяндарды ұстау үшін тұйық сумен жабдықтау қондырғысы (ТСЖҚ) қолданылды, гидрохимиялық зерттеулер жүргізу үшін термооксиметр және рН метр қолданылды. Өлшем мен салмақ көрсеткіштерін есептеу үшін аквамәдениет үшін жалпы қабылданған әдістер қолданылды.

Нәтижелер. Біріктірілген азықтандыру әдісінің тиімділігі анықталды, онда құртшабақ асшаяндардың өсу кезеңінде абсолютті өсуі 458 мг, ал салыстырмалы өсуі 347% құрады. Қалған топтар бірдей нәтиже көрсетті. Абсолютті өсіммен 363 мг және 396 мг және салыстырмалы өсіммен сәйкесінше 231% және 228%.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулер негізінде ТСЖҚ-да ұсталған кезде Розенберг асшаяндарын құртшабақ азықтандырудың оңтайлы рациондары жасалды. Тірі азық мен құрама жем берудің аралас әдісі жақсы нәтиже көрсетті және моно-азықпен азықтандыруға қарағанда қоректік заттардың жақсы сіңімділігін көрсетеді. Өмір сүрудің төмендеуінің себептерінің бірі тек тоңазытылған қан құрттарын тамақтандыру кезінде қоректік заттар мен микроэлементтердің жетіспеушілігі болуы мүмкін.

Кілт сөздер: асшаяндар; ТСЖҚ; азық; бассейн.

Effect of feeding different types of feed on the cultivation of freshwater Rosenberg shrimp (*macrobrachium rosenbergii*) in a recirculating aquaculture system

Zhaksygalı B. Kuanchaleev, Kuanysh N. Syzdykov, Aleksandr G. Andrushhak,
Suyunbek E. Musin, Ainura D. Musina, Vaclav Kučera, Nina S. Badryzlova

Abstract

Background and purpose. The giant shrimp is an object of mass cultivation in the countries of Southeast Asia, where this species has long been grown extensively. In recent decades, many studies have been conducted on the breeding and cultivation of freshwater shrimp, as a result of which the aquaculture of these aquatic organisms has reached a significantly higher level, due to the widespread introduction of intensive methods and progressive technologies. In this regard, the study of feeding methods and diets for these aquatic organisms is of great importance.

Materials and methods. The research was carried out at the Kazakh-Czech International Scientific Center for Aquaculture of the NAO Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin on feeding the freshwater Rosenberg shrimp (*macrobrachium rosenbergii*). A recirculating aquaculture system (RAS) was used to keep the shrimp, a thermo-oximeter and a pH meter were used to conduct hydrochemical studies. Generally accepted methods for aquaculture were used to calculate linear and weight indicators.

Results. The effectiveness of the combined feeding method was revealed, in which the absolute gain in juvenile shrimp during the growing period was 458 mg, and the relative gain was 347%. Almost identical results were shown by the other groups with an absolute gain of 363 mg and 396 mg, and a relative gain of 231% and 228%, respectively.

Conclusion. Based on the conducted studies, optimal feeding rations for juvenile Rosenberg shrimp for favorable maintenance in RAS were developed. The combined method of feeding with live feed and compound feed showed the best result and indicates the best digestibility of nutrients than when feeding with mono-feeds. One of the reasons for the decrease in survival could be the lack of nutrients and microelements when feeding exclusively frozen bloodworms.

Keywords: shrimp; RAS; feed; pool.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 3 (122). - С. 55-63. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3\(122\).1747](https://doi.org/10.51452/kazatu.2024.3(122).1747)

УДК 631.363

Исследование высушивания кормов в комбинированном измельчающе-сушильном и перемешивающем устройстве

Искаков Р.М.¹ , Абилжанулы Т.² , Гуляренко А.А.¹ , Хан В.А.¹ , Ремшев Е.Ю.³ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
Астана, Казахстан

²Научно-производственный центр агроинженерии, Алматы, Казахстан

³Балтийский государственный технический университет имени Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Автор-корреспондент: Р.М. Искаков: rus.iskakov79@mail.ru

Соавторы: (1: ТА) abilzhanuly.kazniimesh@mail.ru; (2: АГ) gulyarenko@mail.ru
(3: ВХ) montxan@mail.ru; (4: ЕР) Remshev@mail.ru

Получено: 05-08-2024 **Принято:** 12-09-2024 **Опубликовано:** 30-09-2024

Аннотация

Предпосылка и цель. При работе кормоприготовительного оборудования встречаются такие проблемы как громоздкость и повышенные расходы, что увеличивает себестоимость кормов. Актуальным является проведение исследований комбинированных аппаратов с проведением нескольких технологических процессов в одном аппарате с применением шнека и разравнивающего устройства. Разравнивающее устройство перемещает поднимаемую кормовую массу к торцевым стенкам бункера. При работе пальцев разравнивающего устройства обеспечивается устранение чрезмерно высокого подъема кормовой массы и ускорение процесса перемешивания за счет равномерного перемещения кормовой массы по всей ширине бункера. Ускорение процесса сушки влажных кормов объясняется тем, что под горячий воздух все время попадают новые порции влажных кормов.

Материалы и методы. Для проведения исследований процесса сушки использовалось разработанное измельчающе-сушильное и перемешивающее устройство. Объектом сушки послужили яичная скорлупа и отходы желтка куриных яиц, а также рыбное костное сырье. При проведении экспериментальных исследований применены метод проведения однофакторных экспериментальных исследований и контрольно-измерительные приборы.

Результаты. В результате экспериментальных исследований и обработки опытных данных получена математическая модель процесса сушки частиц кормовой муки, т.е. получена модель интенсивного тепломассопереноса за счет конвективной сушки, шнеково-пальцевого перемешивания и одновременного измельчения в комбинированном измельчающе-сушильном и перемешивающем устройстве.

Заключение. Разработанная конструктивно-технологическая схема комбинированного измельчающе-сушильного и перемешивающего устройства обеспечивает устойчивое выполнение процессов измельчения, сушки и перемешивания кормов. Оригинальность технического решения подтверждается выдачей патента Республики Казахстан на изобретение № 36486.

Ключевые слова: измельчение; кормовая масса; перемешивание; сушка тепломассоперенос.

Введение

Приготовление кормов животного происхождения является необходимостью для сельскохозяйственных животных и птиц, от которых в свою очередь население получает мясо-молочную и яичную пищевую продукцию [1]. При приготовлении кормовой муки животного происхождения основными процессами являются измельчение [2], перемешивание [3] и сушка кормов [4]. Немаловажным при этом является разработка нового усовершенствованного оборудования и рабочих органов с высокими технико-экономическими характеристиками [5]. Следует учитывать, что разрушение частиц кормовой муки до размеров 2-3 мм благоприятно сказывается на кормлении сельскохозяйственных животных и птиц [6]. Получение кормов с таким гранулометрическим размером соответствует по классификации мелкому измельчению и зачастую проводится в нескольких технологических аппаратах с предварительным дроблением и окончательным измельчением [7]. При этом использование нескольких технологических аппаратов является громоздким, требующим больших вложений, повышенных расходов, что увеличивает себестоимость и стоимость кормов. Значительное внимание при приготовлении, а также заготовке кормов уделяется конструктивно-технологическим параметрам сельскохозяйственной техники [8], особенно разработке и обоснованию конструкций аппаратов и устройств. Поэтому актуальным является разработка конструктивно-технологической схемы аппарата и рабочих органов, способствующих осуществлению процессов измельчения, сушки и смешивания [9] в одном аппарате. В этом аспекте наиболее перспективным направлением исследований является разработка комбинированного измельчающе-сушильного и перемешивающего устройства, направленного на интенсивность проведения технологических процессов в одном кормоприготовительном аппарате.

Материалы и методы

При приготовлении кормов требуется обязательное проведение измельчения частиц до требуемого размера, их сушка для последующего их сохранения и перемешивание различного кормового сырья для повышения их однородности, что в целом сказывается на качествеготавливаемых кормов. Для этого использовали сконструированное комбинированное измельчающе-сушильное и перемешивающее устройство. При проведении экспериментальных исследований применён метод проведения однофакторных экспериментальных исследований. Экспериментирование сконструированного устройства проводили в подразделениях Казахского агротехнического исследовательского университета имени С.Сейфуллина. Применены методы испытаний сельскохозяйственных машин. Эксперименты проводились с трехкратной повторностью. В устройство для измельчения, смешивания и сушки загружали яичную скорлупу, отходы желтка куриных яиц массой 120 кг, влажностью 39,5%, размером 10-30 мм. Отдельно загружали скорлупу влажностью 20%, отходы желтка с остатками скорлупы влажностью 70%, рыбное костное сырье влажностью 45%. Измерение температуры проводили тепловизором InfiRAY C210. Влажность кормового сырья и кормов определяли влагомером AMF038. Для измерения веса использовались электронные весы AS 220/R2.

Результаты и обсуждение

Для получения кормов из различных отходов разработано комбинированное измельчающе-сушильное и перемешивающее устройство (рисунок 1), где на рисунке 1а – в аксонометрии изображено устройство для измельчения, сушки и перемешивания частиц кормовой муки; на рисунке 1б – вид спереди; на рисунке 1в – вид сбоку.

Измельчающе-сушильное и перемешивающее устройство может работать с функцией только разрушения (резания, раздавливания) следующим образом. Отходное сырье, например, скорлупа подается в патрубок 2 для подачи сырья. Куски сырья измельчаются с помощью вращающихся рабочих дисков 7 с ударными элементами 10, гребневых ножей 6 и отбойных элементов 8. С помощью горизонтально расположенного вращающегося спиралевидного шнека 5 с гребневыми ножами 6 происходит эффективное перемешивание и измельчение частиц кормовой муки. Оригинальность изобретения подтверждается патентом на изобретение № 36486 от 01.12.2023 г. [10].

В рабочем объеме устройства вдоль оси длины предусматривается вращающийся шнек, который меняет направление движения на противоположное, начиная с третьего витка. Над шнеком перпендикулярно располагается ударное устройство для раскалывания и разлома частиц кормовой массы, что позволяет дополнительно разрушать кормовой материал. Дополнительное соударение способствует интенсификации дробления. Режуще-раздавливающее измельчение кормовой массы происходит посредством ножей, установленных на концах витков шнека.

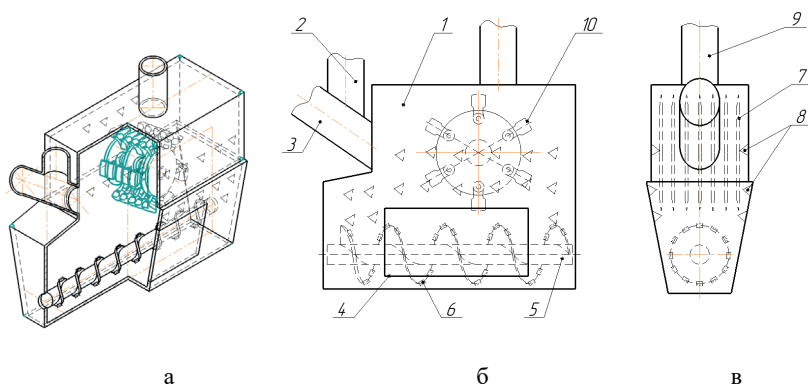


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема измельчающе-сушильного и перемешивающего устройства

1 – корпус; 2 – патрубок для подачи сырья; 3 – патрубок для агента сушки; 4 – патрубок для выхода частиц кормовой муки; 5 – горизонтально расположенный вращающийся спиралевидный шнек; 6 – гребневые ножи; 7 – вращающиеся рабочие диски; 8 – отбойные элементы; 9 – воздухопровод; 10 – ударные элементы

В начале поток частиц кормовой массы совершает винтообразное движение вдоль оси шнека слева направо, т.е. от стороны загрузки сырья. Поскольку объем устройства ограничен, положение обратного движения шнека справа налево, в итоге, получается под вращательное движение ударного устройства перпендикулярно оси шнека.

Ударное устройство, вращаясь в противоположных направлениях, перемещает поднимаемую кормовую массу к торцевым стенкам устройства. При этом изготовление ударного устройства в ротора намного проще, чем, например, изготовление шнека. Из конструктивно-технологической схемы известно, что при работе ударного устройства обеспечивается устранение чрезмерно высокого подъема кормовой массы и ускорение процесса измельчения. Кроме того, осуществляется равномерное перемещение кормовой массы по всей ширине устройства. Ударное устройство интенсифицирует процесс измельчения. Это объясняется тем, что под удары все время попадают новые порции кормовых частиц, а разрушение ножами горизонтального шнека и ударным устройством, установленными перпендикулярно друг к другу способствует активному соударению частиц кормовой массы. Ножи, установленные на конце витков, измельчают массу и устраняют забивание кормов. В конструкции измельчающе-сушильного и перемешивающего устройства впервые применяется разравнивающее устройство (пальцевый вал) в условиях теплопереноса, и поэтому оптимизация сушки кормовой массы является решением актуальной научной задачи.

В целом установка прошла испытания на холостом ходу и с выработкой кормов. Автоматическое управление экспериментальной установкой позволило осуществить эффективное и удобное управление установкой. Все пусковые механизмы сосредоточены в одном месте в шкафу управления. Действие приборов позволило варьировать частоту вращения шнека, реверсивное движение разравнивающего устройства с изменением вращения ротора по часовой стрелке и против часовой стрелки. Отдельное включение дробилки позволяет расширить применение различного ассортимента кормового сырья и представить установку, приближенной к отдельному кормоприготовительному аппарату. Наличие газовой либо электрической тепловой пушки позволяет нагревать сушильный агент до необходимых температур с изменением мощности теплового потока и автоматическим регулированием заданной температуры для сушки.

Опыты проводились нами на смешанном кормовом сырье (яичная скорлупа, отходы желтка куриных яиц с влажностью 39,5%, рыбное костное сырье с влажностью 45%). Одновременная загрузка сырья 120 кг. Процесс работы устройства выбран из-за того, что в процессе разравнивания и одновременной сушки слоя устраняется чрезмерно высокий подъем кормовой массы и интенсифицируется процесс перемешивания, а также ускоряется процесс сушки вновь поступающих порций влажных кормовых частиц под конвективно подаваемый горячий воздух.

В результате проведения экспериментальных исследований с помощью шнека с вращающимися ножами на витках получили измельченные частицы корма из яичной скорлупы с отходами желтка. На рисунке 2 представлены фотографии сырья (размер 10-30 мм) и готового корма (2-3 мм).



Рисунок 2 – Фотографии сырья – яичной скорлупы с отходами желтка и измельченного корма из яичной скорлупы с отходами желтка

В процессе проведения сушки с одновременным измельчением и перемешиванием рассматривали тепломассоперенос в виде математической модели, т.е. в виде изменения влажности (изменения массы) в процессе сушки (таблица 1). В таблице 1 приведены сведения о пробах кормовой муки, отобранных во время работы устройства для измельчения, сушки и перемешивания. Касательно экспериментов, проведение процесса сушки с начальной неравномерной влажностью кормовой массы 45% отразило длительность процесса сушки, равной 75 мин. При этом кормовая масса была высушена до влажности 10% (рисунок 3).

Обработка опытных данных по методу наименьших квадратов дала возможность получения эмпирического уравнения в таком виде

$$W_i = 45 - 0,467T_i \quad (1)$$

Таблица 1 – Содержание влаги в пробах кормовой муки животного происхождения, отобранных во время работы устройства для измельчения, сушки и перемешивания (t=130 °С, загрузка m=120 кг)

№	Время отбора пробы, мин.	Влажность сырья W, %	Содержание влаги в пробе кормов W, %
1.1	15	Скорлупа+отходы желтка (W=39,5%)	33
1.2	30		25
1.3	45		19
1.4	60		13
1.5	75		8,5
2.1	15	Отходы желтка+остатки скорлупы (W=70%)	64
2.2	30		55
2.3	45		46,1
2.4	60		37,6
2.5	75		28,5
2.6	90		20,5
2.7	105		15
2.8	120		10

Продолжение таблицы 1

3.1	15	Скорлупа (W=20%)	14
3.2	30		7,5
4.1	15	Рыбное костное сырье (W=45%)	38
4.2	30		32
4.3	45		24
4.4	60		16
4.5	75		10

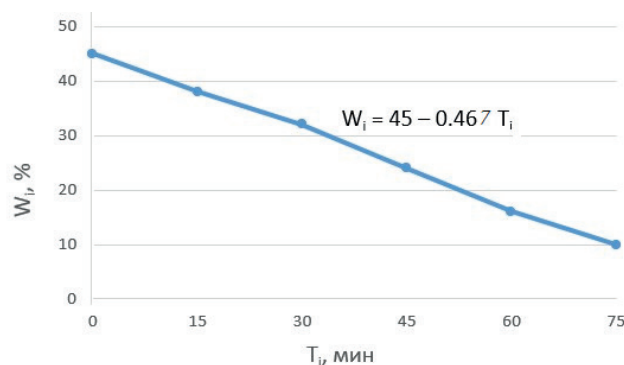


Рисунок 3 – График изменения влажности частиц рыбного костного сырья с влажностью 45% в зависимости от длительности сушки

Для определения скорости изменения влажности продифференцировали формулу (1)

$$\frac{dW_i}{dT_i} = (45 - 0,467T_i)^1 = -0,467\% / \text{мин.} \quad (2)$$

В процессе эксперимента была определена скорость изменения кормовой массы при различной первоначальной влажности. В данном случае проведены опыты по определению скорости изменения влажности при первоначальной влажности скорлупы вместе с отходами желтка, где первоначальная влажность кормовой массы была равна 39,5%. График изменения влажности в зависимости от длительности процесса сушки приведен на рисунке 4.

Анализ зависимостей показал, что на начальном этапе процесса сушки наблюдается более интенсивное изменение влажности, а в конце процесса сушки изменение влажности снижается и это видно из полученного уравнения, которое имеет член второго порядка.

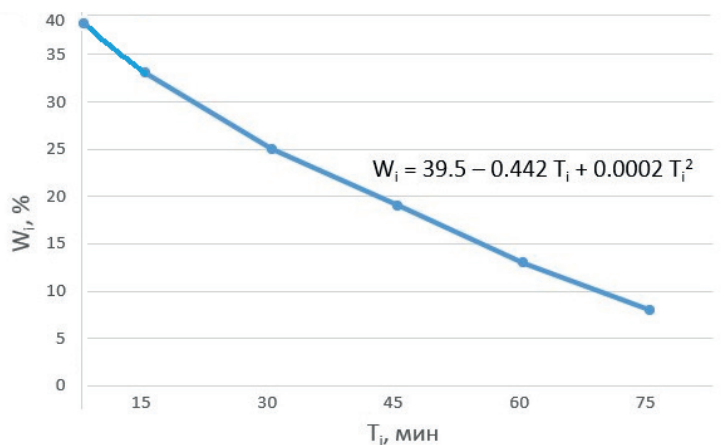


Рисунок 4 – График изменения влажности скорлупы с отходами желтка с влажностью 39,5% в зависимости от длительности процесса сушки

$$W_i = 39,5 - 0,442T_i + 0,0002T_i^2 \quad (3)$$

Здесь также дифференцируя полученное уравнение, определили скорость изменения влажности для данного кормового сырья по формуле

$$V_w = \frac{dW_i}{dT_i} = (39,5 - 0,442T_i + 0,0002T_i^2) = -0,442 + 0,0004T_i, \text{ процент / мин.} \quad (4)$$

В процессе эксперимента определено влияние длительности сушки на процесс изменения влажности при высокой первоначальной влажности кормового сырья. При этом первоначальная влажность скорлупы с большим содержанием остатков желтка была равна 70%, и график изменения влажности кормового сырья в зависимости от длительности сушки приведен на рисунке 5.

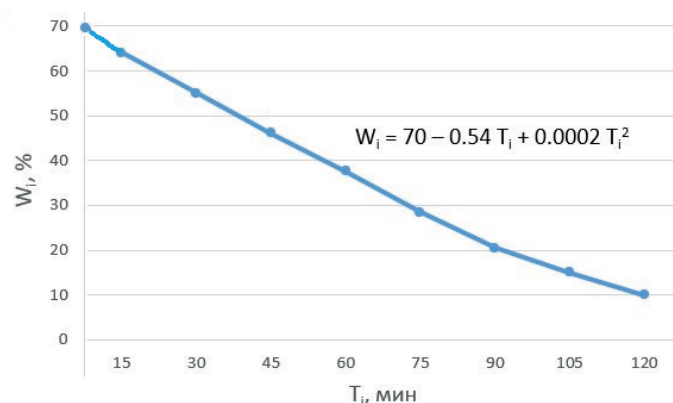


Рисунок 5 – График изменения влажности скорлупы с большим содержанием остатков желтка влажностью 70% в зависимости от длительности процесса сушки

Закономерность изменения процесса сушки от времени сушки описывается следующим уравнением

$$W_i = 70 - 0,54T_i + 0,0002T_i^2 \quad (5)$$

Дифференцируя полученное уравнение, определили скорость изменения влажности данного кормового сырья влажностью 70%, что описывается следующей формулой

$$V_w = \frac{dW_i}{dT_i} = (70 - 0,54T_i + 0,0002T_i^2) = -0,54 + 0,0004T_i, \text{ процент / мин.} \quad (6)$$

В результате обработки опытных данных получена математическая модель процесса сушки частиц кормовой муки из отходов животного происхождения, т.е. получена модель интенсивного теплопереноса за счет конвективной сушки, шнеково-пальцевого перемешивания и одновременного измельчения. При этом конструктивное исполнение рабочих органов для перемешивания обеспечивает высокую однородность перемешивания и способствует устранению сегрегации.

Заключение

В результате исследований конструктивно-технологическая схема разработанного измельчающе-сушильного и перемешивающего устройства показала свою эффективность. Для снижения энергоемкости процесса перемешивания и сушки впервые в конструкциях устройств измельчения, сушки и перемешивания, установлено в верхней части горизонтального шнека

разравнивающее устройство в виде пальцевого вала. При этом устраняется чрезмерный подъем кормовой массы и под горячий воздух попадает все время новая порция влажной кормовой массы, что значительно интенсифицирует процесс сушки кормов. Оригинальность технического решения подтверждается выдачей патента РК на изобретение № 36486.

Вклад авторов

РИ, ТА, ЕР: Концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. АГ, ВХ: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Благодарность

Работа является результатом, полученным в ходе реализации проекта AP09259673 «Разработка интенсивного устройства для сушки, измельчения, перемешивания частиц кормовой муки из отходов животного происхождения», финансируемого в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Лисицын, АБ, Кузнецова, ОА, Горбатов, СА, Ермаков, ЮП, Белозеров, ГА, Титов, ЕИ, Гушин, ВВ. (2021). История мясной промышленности России: монография. М.: ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова. 1, 252.
- 2 Iskakov, RM, Iskakova, AM, Nurushev, MZh, Khaimuldinova, AK, Karbayev, NK. (2021). Method for the Production of Fat from Raw Materials and Animal Waste. *Journal of pure and applied microbiology*, 15(2), 716-724.
- 3 Ульянов, ВМ, Утолин, ВВ, Полункин, АА, Гришков, ЕЕ. (2013). Шнеково-лопастной смеситель для приготовления кормов. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*, 6, 11-12.
- 4 Wang, W., Guohua, C., Mujumdar, AS. (2007). Physical Interpretation of Solids Drying: An Overview on Mathematical Modeling Research. *Drying Technology*, 25, 4:659-668.
- 5 Iskakov, R., Sugirbay, A. (2023). Technologies for the Rational Use of Animal Waste: A Review. *Sustainability*, 15(3), 2278. DOI: doi.org/10.3390/su15032278.
- 6 Межгосударственный стандарт. ГОСТ 17536-82. Мука кормовая животного происхождения. Технические условия. (1983). М.: Госкомитет СССР по стандартизации: Изд.-во стандартов, 5.
- 7 Iskakov, RM, Mamirbaeva, IK, Gulyarenko, AA, Silaev, MY, Gusev, AS. (2022). Improved Hammers for Crushers in Feed Production. *Russian Engineering Research*, 42(10), 987–992. DOI: 10.3103/s1068798x22100124.
- 8 Әбілжанұлы, Т., Абиьжанов, ДТ, Хамитов, НМ, Искаков, РМ, Оразахин, Д., Найдено, Е. (2023). Обоснование скорости ножа и лопатки в зависимости от дальности выбрасываемой массы через дефлектор кормоуборочного комбайна. «*Ізденістер, нәтижелер - Исследования, результаты*», 3(99), 345-355.
- 9 Кафаров, ВВ, Дорохов, ИН, Арутюнов, СЮ. (2018). Системный анализ процессов химической технологии: измельчение и смешение: монография. М.: Издательство Юрайт. 2-е изд., 440.
- 10 Устройство для сушки, измельчения и перемешивания частиц кормовой муки. (2023). Патент на изобретение № 36486 РК. Абиьжанұлы Т., Искаков Р.М., Кубентаева Г.К., Исенов С.С.; заявитель и патентообладатель Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина заявл. 07.09.2022; опубл. 01.12.02023. Бюл. № 48.

References

- 1 Lisitsyn, AB, Kuznetsova, OA, Gorbatov, SA, Ermakov, Yu, P., Belozero, GA, Titov, EI, Gushchin, VV. (2021). Istoriya myasnoy promyshlennosti Rossii: monografiya. M.: FNTS pishchevy effectem im. V.M. Gorbatova. 1, 25.
- 2 Iskakov, RM, Iskakova, AM, Nurushev, MZh, Khaimuldinova, AK, Karbayev, NK. 2021. Method for the Production of Fat from Raw Materials and Animal Waste. *Journal of pure and applied microbiology*, 15(2), P. 716-724.
- 3 Ul'yanov, VM, Utolin, VV, Polunkin, AA, Grishkov, YY. (2013). Shnekovo-lopastnoy smesi'el' dlya prigotovleniya kormov. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya 'sel'skogo khozyaystva*, 6, 11 -12.
- 4 Wang, W., Guohua, C., Mujumdar, AS. (2007). Physical Interpretation of Solids Drying: An Overview on Mathematical Modeling Research. *Drying Technology*, 25, 4:659-668.
- 5 Iskakov, R., Sugirbay, A. (2023). Technologies for the Rational Use of Animal Waste: A Review. *Sustainability*, 15(3), 2278. DOI: doi.org/10.3390/su15032278.
- 6 Mezghosudarstvennyi standart. GOST 17536-82. Muka kormovaya zhivotnogo proishozhdeniya. Tehnicheskie usloviya. (1983). M.: Goskomitet SSSR po standartizacii: Izd.-vo standartov, 5.
- 7 Iskakov, RM, Mamirbaeva, IK, Gulyarenko, AA, Silaev, MY. Gusev, AS. (2022). Improved Hammers for Crushers in Feed Production. *Russian Engineering Research*, 42(10), 987–992. DOI: 10.3103/s1068798x22100124.
- 8 Abilzhanuly, T, Abil'zhanov, DT, Khamitov, NM, Iskakov, RM, Orazakhin, D., Naydenko, Y. (2023). Obosnovaniye skorosti nozha i lopatki v zavisimosti'ot dal'nosti vybrasyvayemoy massy effektorfektor kormoborochnogo kombayna. «*Ízdenister, natizheler – Issledovaniya' rezul'taty*», 3, 345-355.
- 9 Kafarov, VV, Dorokhov, IN, Arutyunov, SY. (2018). Sistemnyi analiz protsessov khimicheskoy tekhnologii' izmel'cheniya i smesheniye: monografiya. M.: Izdatel'stvo –Yurayt. 2-ye izd., 440.
- 10 Ustrojstvo dlya sushki, izmel'cheniya i peremeshivaniya chastic kormovoi muki. (2023). Patent na izobretenie № 36486 RK. Abil'zhanuly T., Iskakov R.M., Kubentaeva G.K., Isenov S.S.; zajavitel' i patentoobladatel' Kazakhskiy agrotekhnicheskij issledovatel'skiy universitet imeni Sakena Seyfullina zajavl. 07.09.2022; opubl. 01.12.02023. Býul. № 48.

Құрама ұнтақтау, ұнтақтау-кептіру және араластыру құрылғысында жемді кептіруді зерттеу

Ысқақов Р.М., Әбілжанұлы Т., Гуляренко А.А., Хан В.А., Ремшев Е.Ю.

Түйін

Негізі және мақсаты. Жем дайындауға арналған жабдықты пайдалану кезінде көлемділік және шығындардың өсуі сияқты мәселелер кездеседі, бұл жемнің құнын арттырады. Бір құрылғыда бұранда мен нивелирлеу құрылғысының көмегімен жүзеге асырылатын бірнеше технологиялық процестері бар біріктірілген құрылғыларға зерттеу жүргізу өзекті болып табылады. Тегістеу құрылғысы көтерілген беру массасын бункердің шеткі қабырғаларына жылжытады. Нивелирлеу құрылғысының саусақтары жұмыс істегенде, қоректендіру массасының шамадан тыс жоғары көтерілуін жоюды қамтамасыз етеді және бункердің бүкіл ені бойынша қоректік массаның біркелкі қозғалысы есебінен араластыру процесі жеделдетіледі. Ылғалды тағамның кептіру процесінің жылдамдауы дымқыл тағамның жаңа порцияларының үнемі ыстық ауа әсеріне ұшырауымен түсіндіріледі.

Материалдар мен әдістер. Кептіру процесіне зерттеу жүргізу үшін әзірленген ұнтақтау-кептіру және араластыру құрылғысы пайдаланылды. Кептіру объектісі тауық жұмыртқасының жұмыртқа қабығы мен қалдық сарысы болды. Эксперименттік зерттеулерді жүргізу кезінде бір факторлы эксперименттік зерттеулер жүргізу әдісі және бақылау-өлшеу құралдары қолданылды.

Нәтиже. Эксперименттік зерттеулер мен тәжірибелік деректерді өңдеу нәтижесінде жем ұнының бөлшектерін кептіру процесінің математикалық моделі алынды, т.б. конвективтік кептіру, бұрандамен араластыру және біріктірілген ұнтақтау-кептіру және араластыру құрылғысында бір мезгілде ұнтақтау есебінен қарқынды жылу және масса алмасу үлгісі алынды.

Қорытынды. Құрастырылған ұнтақтау-кептіру және араластыру құрылғысының әзірленген конструктивтік және технологиялық схемасы жемді ұнтақтау, кептіру және араластыру процестерінің тұрақты орындалуын қамтамасыз етеді. Техникалық шешімнің түпнұсқалығы Қазақстан Республикасының өнертабысқа № 36486 патентінің берілуімен расталады.

Кілт сөздер: азық массасы; араластыру; жылу және масса алмасу; кептіру; ұнтақтау.

Study of feed drying in a combined crushing-drying and mixing device

Ruslan M. Iskakov, Tokhtar Abilzhanuly, Alexander A. Gulyarenko,
Valery Y. Khan, Evgenii Y. Remshov

Abstract

Background and Aim. When operating feed preparation equipment, there are such problems as bulkiness and increased costs, which increases the cost of feed. It is relevant to conduct research on combined devices with several technological processes in one device using a screw and a leveling device. The leveling device moves the raised feed mass to the end walls of the bin. When the fingers of the leveling device work, an excessively high rise of the feed mass is eliminated and the mixing process is accelerated due to the uniform movement of the feed mass across the entire width of the bin. Acceleration of the drying process of wet feed is explained by the fact that new portions of wet feed are constantly exposed to hot air.

Materials and Methods. To conduct research on the drying process, a developed grinding, drying and mixing device was used. Eggshells and waste yolks of chicken eggs served as the object of drying. When conducting experimental studies, a method of conducting single-factor experimental studies and control and measuring devices were used.

Results. As a result of experimental studies and processing of experimental data, a mathematical model of the drying process of feed meal particles was obtained, i.e. a model of intensive heat and mass transfer was obtained due to convective drying, screw-finger mixing and simultaneous grinding in a combined grinding-drying and mixing device.

Conclusion. The developed design and technological scheme of a combined grinding-drying and mixing device ensures stable implementation of the processes of grinding, drying and mixing of feed. The originality of the technical solution is confirmed by the issuance of a patent of the Republic of Kazakhstan for invention No. 36486.

Keywords: drying; feed mass; grinding; mixing; heat and mass transfer.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 3 (122). - С. 64-74.- ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3\(122\).1768](https://doi.org/10.51452/kazatu.2024.3(122).1768)

УДК 62–192:631.372

Обзор исследований и разработка модели оптимизации надежности тракторов

Гуляренко А.А.¹ , Бембенек М.² , Искаков Р.М.¹ , Шаймуратова Э.С.¹ , Дешко Т.А.³ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
Астана, Казахстан

²AGH Университет в Кракове, Краков, Польша

³ТОО «Fleetbook», Караганда, Казахстан

Автор-корреспондент: А.А. Гуляренко: Gulyarenko@mail.ru

Соавторы: (1:МБ) bembenek@agh.edu.pl; (2:РИ) rus.iskakov79@mail.ru

(3:ЭШ) emi_2009@mail.ru (4:ТД) deshko.t.work@gmail.com

Получено: 12-09-2024 **Принято:** 24-09-2024 **Опубликовано:** 30-09-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. Предпосылкой для исследования послужила гипотеза о существовании взаимосвязи между затратами ресурсов на производство тракторов и затратами на их обслуживание и ремонт, а также убытками предприятий в случае простоя тракторов из-за поломок. Исследования в данном направлении ведутся авторами данной публикации с 2007 года. В статье представлен обобщенный обзор международных исследований в рамках научного направления «life cycle engineering». Цель исследования – повышение рентабельности сельскохозяйственного производства за счет сокращения продолжительности выполнения механизированных процессов и затрат ресурсов.

Материалы и методы. Методом экспертных оценок выявлены наиболее весомые факторы, влияющие на надежность процесса использования тракторов в растениеводстве. Дана оценка согласованности мнений экспертов.

Результаты. Проведен анализ факторов, влияющих на эффективность эксплуатации сельскохозяйственных тракторов. Дана оценка весомости факторов и выявлены ключевые составляющие для разработки математической модели оптимизации затрат при использовании тракторов.

Заключение. Повышение заводской надёжности тракторов снижает потери, но увеличивает их стоимость, поэтому важно определить рациональные показатели, при которых общие затраты будут минимальными.

Ключевые слова: безотказность; затраты ресурсов; машиностроение; проектирование жизненного цикла; ремонтпригодность; метод экспертных оценок.

Введение

Цель покупки тракторов – это реализация их потребительских свойств при выполнении технологических операций на сельскохозяйственных предприятиях. Основными параметрами оценки машин и тракторов является качество эксплуатации, что обусловлено, главным образом, уровнем готовности и качеством технологических процессов при производстве продукции растениеводства [1, 2]. Таким образом, задача поддержания их работоспособности приобретает ключевое значение с точки зрения использования ресурсного потенциала и временных затрат [3]. Очевидно, что это создает серьёзное несоответствие с покупательскими ожиданиями.

Основные факторы, влияющие на эксплуатационные затраты:

Продолжительность агротехнических операций;

Качество выполнения технологических процессов;

Трудоёмкость ремонтно-эксплуатационных работ;

Дифференциация уровня надёжности и ремонтпригодности тракторов [4, 5].

Оптимизация данных аспектов возможна за счет использования тракторов разной надёжности в составе агрегатов, что способствует более эффективному использованию ресурсов. В международной практике данный подход относится к научному направлению «инжиниринг жизненного цикла», которое занимается оптимизацией затрат на протяжении всего жизненного цикла технических объектов. Важным показателем здесь является «Общая стоимость имущества». Данная цифра учитывает, что затраты на топливо, техническое обслуживание (ТО) и ремонт указанных транспортных средств существенно превышают первоначальные затраты на приобретение и ввод оборудования в эксплуатацию [3]. Эти затраты становятся еще выше, если учесть потери на холостом ходу, особенно для сельскохозяйственных тракторов.

Однако в настоящее время эти вопросы не решены в достаточной степени. В частности, до сих пор используется ГОСТ Р 53056-2008 [6], который в основном воспроизводит правила, действовавшие во времена плановой экономики, например, ГОСТ 23729-88 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки специализированных машин». В результате сегодня в Казахстане современных методик комплектования машинотракторных агрегатов для заданных условий по показателям надёжности, производительности, экономичности, просто нет, а сельскохозяйственные предприятия при комплектовании машинотракторного парка выбирают технику интуитивно, т.е. обоснованный подход с целью минимизации затрат и повышения рентабельности просто отсутствует.

Более точные методические указания по учету различных затрат, например, по стоимости тракторов можно узнать, в статье, опубликованной в 1997 году, в Университете штата Канзас (Kansas State University) [7]. Публикация представляет собой подробное практическое руководство по проведению соответствующих расчетов и содержит богатый справочный материал. Подобные подходы к оценке стоимости владения и эксплуатации сельскохозяйственных тракторов описаны в исследовании Университета штата Айова 2009 года [8], а также в краткой и прагматичной публикации Университета Южной Дакоты (USD) [9]. Подобные методы можно встретить и в других работах зарубежных специалистов аграрного дела.

Таким образом, для расчета оптимального уровня надёжности оборудования, идентификация ключевых узлов должна основываться на прогнозировании изменения технических параметров машины в течение ее длительного срока службы. Этот вывод подтверждается в упомянутых зарубежных исследованиях [7–9]. Актуальность исследования также определяется возможностью обобщения и адаптации существующего зарубежного опыта применительно к сельскохозяйственным предприятиям Северного Казахстана, а также в использовании имеющихся разработок отечественных ученых, в том числе у авторов данной публикации [10–14]. Первая публикация [1], посвященная теме исследования, опубликована Гуляренко А.А. в 2008 году, мониторинг информации по теме ведется с 2007 года, за этот период опубликовано более 50 публикаций. Анализ литературных источников показывает, что аналогичные исследования проводятся и в других странах [3–9], но данные исследования содержат лишь статистические данные и разрозненные математические зависимости, в них нет целостного решения оптимизационной задачи для конкретных отдельно взятых предприятий, тем более сельскохозяйственных, следовательно гипотеза и идея исследования оригинальны и актуальны не только для Казахстана. Кроме того, в рамках исследования планируется дойти до автоматизации процесса расчета математической модели вплоть до разработки специализированного программного обеспечения, которое позволит адаптировать расчеты для различных сельскохозяйственных предприятий Республики Казахстан.

Одним из ключевых факторов повышения эффективности сельскохозяйственного производства является увеличение объема и улучшение качества производимой продукции. Производители по всему миру стремятся обеспечить высокое качество своей продукции, чтобы удовлетворить спрос потребителей и повысить её конкурентоспособность. Важно отметить,

что качество напрямую влияет не только на спрос, но и на конечную цену продукта. Для того чтобы обеспечить рост как количества, так и качества продукции, необходимо иметь научно обоснованную технологию возделывания; надежную и высокопроизводительную технику; высококвалифицированный персонал.

В Казахстане на сегодняшний день существует широкий модельный ряд тракторов, отличающихся по показателям наработки на отказ и трудоемкости ремонтно-технических воздействий. Кроме того, повышение рентабельности как мелких, так и крупных сельскохозяйственных предприятий окажет значительный эффект в целом на столь важный для Казахстана аграрный сектор экономики.

Материалы и методы

Методологической основой работы является идея о наличии взаимосвязи между стоимостью машины, потерями продукции при её эксплуатации и затратами на ремонт и обслуживание при выполнении полевых работ. Изучение и обобщение существующих зависимостей позволит решить данную оптимизационную задачу для конкретных условий сельскохозяйственных предприятий Республики Казахстан.

Учитывая значительную номенклатуру влияющих факторов на начальном этапе, исследования следует выявить наиболее весомые факторы, влияющие на надежность реализации процесса использования тракторов. Многофакторность и сложность процесса основная проблема при решении оптимизационной задачи расчета надежности сложных технических систем. В данном случае эффективно решить проблему большого количества факторов можно применяя известный метод экспертных оценок. Метод экспертных оценок часто используется при разработке новых стандартов, особенно когда присутствует большое количество разнообразных и разрозненных факторов. Метод экспертных оценок и стандартизация тесно связаны, поскольку оба инструмента используются для повышения эффективности процессов, продуктов и услуг.

На основании специально разработанного опросника методом экспертных оценок был проведен опрос. Опросник содержал перечень обобщенных факторов, оказывающих наибольшее влияние (по нашему мнению) на надежность реализации механизированных технологических процессов на сельскохозяйственных предприятиях. Каждому эксперту объяснялось значения факторов, а в случае возникновения вопросов давались разъяснения. Задача эксперта заключалась в том, чтобы оценить значимость каждого фактора и ранжировать их по важности.

Точность опроса зависит также от количества экспертов. Естественно, что по мере уменьшения количества участников точность оценки снижается, поскольку результаты опроса начинают чрезмерно зависеть от мнения каждого эксперта. С другой стороны, если экспертов слишком много, достичь консенсуса сложно, поскольку уникальные суждения, отличающиеся от мнения большинства, могут быть важными, но незамеченными. Найти оптимальный размер группы экспертов непросто, но существуют способы решения этой проблемы [15-16]. Расчеты показывают, что для достижения требуемой точности и достоверности необходимо участие не менее 25 экспертов. Для практических целей при допустимых уровнях достоверности (0,8% и 20% соответственно) достаточно от 12 до 15 экспертов. В нашем исследовании были опрошены 35 экспертов для оценки влияния отдельных факторов на надежность механизированных процессов.

В результате выявлено 8 основных факторов, оказывающих наибольшее влияние на производительность машинно-тракторного агрегата при проведении механизированных технологических процессов: Уровень заводской надёжности трактора (цена) (X1); Качество технического обслуживания (расходы на обслуживание) (X2); Качество ремонта (расходы на ремонт) (X3); Уровень материально-технологической базы для обслуживания и ремонта (X4); Загрузка (X5); Квалификация тракториста (X6); Хранение и качество ТСМ (X7); Неблагоприятные факторы внешней среды (X8).

После опроса мы обработали результаты методами математической статистики, чтобы убедиться, что ответы экспертов не были случайными. Для этого использовался показатель, указывающий степень согласованности мнений. Важным показателем согласованности мнений является коэффициент согласия (коэффициент конкордации) [16-19]. Результаты экспертного опроса представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспертного опроса

Эксперт	От 0 до 1,0 весомость							
	Уровень заводской надёжности трактора (X1)	Качество ТО (X2)	Качество ремонта (X3)	Уровень материально-технической базы для обслуживания и ремонта (X4)	Загрузка (X5)	Квалификация тракториста (X6)	Хранение и качество ТСМ (X7)	Неблагоприятные факторы внешней среды (X8)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,5	0,6	0,7
2	0,6	0,8	0,8	0,7	0,2	0,4	0,3	0,2
3	0,9	0,8	0,6	1,0	0,9	0,5	0,5	0,4
4	0,7	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,2	0,1
5	1,0	1,0	0,5	1,0	0,4	0,3	0,4	0,3
6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,8	0,8	0,6	0,2
7	0,8	0,6	0,5	0,7	0,8	0,4	0,5	0,7
8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6
9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,9	0,6	0,9	0,7
10	0,6	1,0	0,7	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5
11	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,8	0,5	0,6
12	0,9	1,0	1,0	0,2	0,5	0,4	0,5	0,3
13	0,8	0,9	0,9	0,4	0,7	0,5	0,6	0,5
14	1,0	0,6	1,0	0,5	0,8	0,8	0,5	0,0
15	0,9	1,0	0,8	0,6	0,5	0,6	0,4	0,2
16	1,0	0,5	0,5	0,2	0,5	0,8	0,5	0,7
17	0,8	1,0	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,3
18	0,6	1,0	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,4
19	0,6	1,0	0,8	0,6	0,3	0,7	0,5	0,5
20	0,9	0,9	0,6	0,5	0,8	0,5	0,6	0,7
21	0,9	0,8	0,8	0,3	0,5	0,5	0,6	0,4
22	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5
23	0,8	0,9	0,8	0,5	0,5	0,7	0,5	0,2
24	0,8	1,0	1,0	0,6	0,6	0,8	0,6	0,2
25	0,8	0,9	0,8	0,9	0,5	0,9	0,5	0,3
26	1,0	0,8	0,9	0,7	0,6	0,4	0,4	0,0
27	0,7	0,5	0,4	0,6	0,5	0,3	0,3	0,5
28	1,0	0,5	0,7	1,0	0,3	0,7	0,9	0,5
29	0,9	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,5	0,2
30	0,7	1,0	0,5	0,7	0,8	0,4	0,5	0,2
31	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,2
32	1,0	0,4	0,8	0,8	0,6	0,3	0,6	0,2
33	0,9	1,0	0,6	0,8	0,2	0,4	0,4	0,2
34	0,7	0,8	0,5	0,7	0,6	0,5	0,7	0,4
35	1,0	0,6	0,5	1,0	0,7	1,0	0,4	0,3

Вычисление коэффициента конкордации. Сначала находим сумму рангов по факторам $\sum_{j=1}^m X_{ij}$, по данным экспертов, далее вычисляем разность суммы с средней суммой рангов (\bar{X}) по зависимости

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^m X_{ij} - \bar{X}. \quad (1)$$

По уравнению 2 вычисляем среднюю сумму рангов:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ij}}{n}, \quad (2)$$

где n – количество факторов; m – количество экспертов.
Вычисляем сумму квадратов отклонений S :

$$S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m X_{ij} - \frac{1}{2}m(n+1) \right)^2. \quad (3)$$

Пиковое значение величины S будет в случае, когда большинство экспертов высоко оценивают фактор.

Рассчитываем коэффициент конкордации для оценки сходимости:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (4)$$

где

$$T_j = \sum_{j=1}^J t_j^3 - t_j, \quad (5)$$

где J – число групп связанных рангов; t_j – количество одинаковых рангов в j -м ряду.

Используя критерий Пирсона, рассчитаем оценку значимости коэффициента конкордации W :

$$x_p^2 = \frac{S}{\frac{1}{2}mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^m T_j}. \quad (6)$$

Согласованность мнений экспертов можно считать достоверной, так как соблюдаются следующие условия, вычисленное значение критерия больше табличного [20], определяемого уровнем доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ и числом степеней свободы $f = n - 1$.

Результаты и обсуждение

Результаты расчета согласованности ответов экспертов после оценки воздействия отдельных факторов на уровень надежности реализации механизированного технологического процесса, даны в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета согласованности ответов экспертов

Показатель согласованности мнений экспертов	Весомость фактора, проставленная i-м экспертом в пределах от 0 до 1,0							
	Уровень заводской надёжности трактора (X1)	Качество ТО (X2)	Качество ремонта (X3)	Уровень материально-технической базы для обслуживания и ремонта (X4)	Загрузка (X5)	Квалификация тракториста (X6)	Хранение и качество ТСМ (X7)	Неблагоприятные факторы внешней среды (X8)
Сумма рангов X_{ij}	78	101	136	152	164	202	185	240
Отклонения от средней суммы рангов	-79	-56	-21	-5	7	45	28	83
Квадраты отклонений S	6241	3136	441	25	49	2025	784	6889
Показатель связанных рангов Ti	2923	1368	1272	1128	1197	1764	1860	1428
Весомость фактора φ	0,82	0,76	0,67	0,62	0,58	0,50	0,55	0,36

Результаты, полученные в ходе опроса экспертов:

Уровень заводской надёжности тракторов ($\varphi = 0,82$);

Качество обслуживания техники (ТО) ($\varphi = 0,76$);

Качество ремонта ($\varphi = 0,67$).

В дальнейших исследованиях приоритет следует отдавать именно этим ключевым факторам.

Анализ мирового опыта и многолетние исследования авторов данной публикации позволяют сделать вывод, что в общем случае можно использовать данную формулу 7 оптимизации затрат.

$$\sum C = C_3 + C_{рем} + C_{ТО} + C_{ЗП} + C_{ТСМ} + C_{нр} \rightarrow \min, \quad (7)$$

где C_3 – цена машины (косвенные затраты первого порядка на производство изготовление, сборку и прочие затраты на изготовление машины на заводе, тенге; $C_{рем}$ – расходы на ремонт из-за поломок, тенге; $C_{то}$ – затраты на техническое обслуживание и хранение машины, тенге; $C_{ЗП}$ – заработная плата тракториста, тенге; $C_{ТСМ}$ – расходы на ТСМ, тенге; $C_{нр}$ – комплексные убытки от потерь продукции (урожая) и простоев, в том числе и недоиспользования труда механизатора, тенге.

Анализ материалов исследований [19-24] и результаты экспертного опроса позволяют заключить, что для сельскохозяйственных предприятий данную функцию можно урезать и использовать в упрощенном виде, ограничившись лишь 3 составляющими:

$$\sum C = C_3 + C_{РОВ} + C_{нр} \rightarrow \min. \quad (8)$$

Графическое представление функции оптимизации дано на рисунке 1.

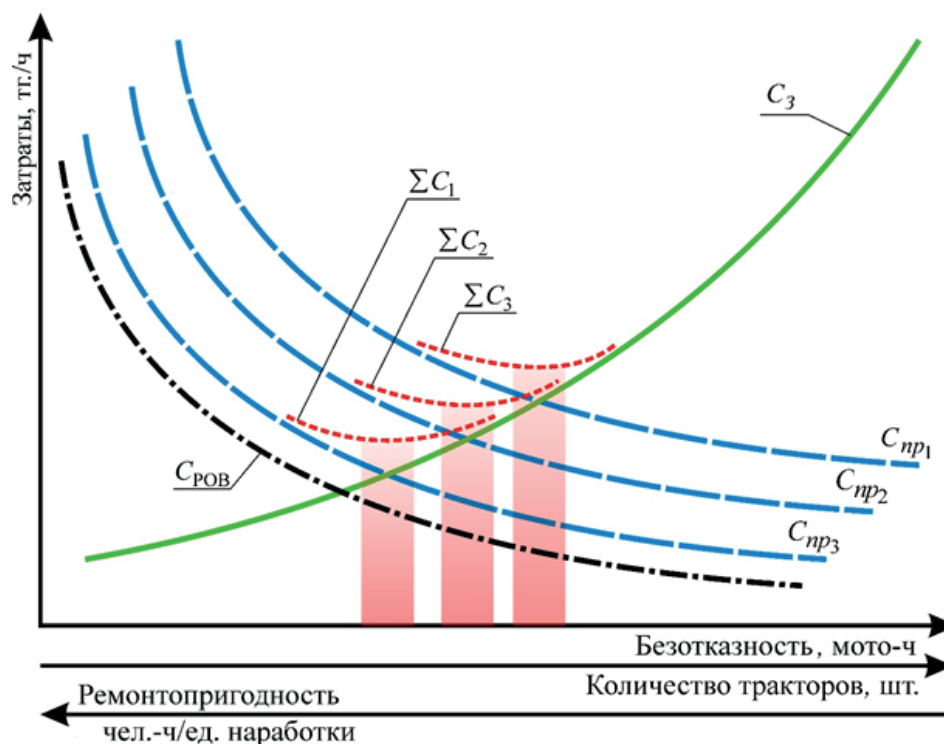


Рисунок 1 – Графическое представление функции оптимизации

Главный фактор повышения рентабельности сельскохозяйственного производства и получения прибыли ($\Sigma C \rightarrow \min$). Для внедрения данной функции оптимизации безусловно требуется подробный анализ всех составляющих рисунка 1. Однако уже на данном этапе исследования можно привести наглядный пример с сельскохозяйственным предприятием. Например, предприятие использует тракторы с различным уровнем надёжности, и наша задача заключается в минимизации затрат на их эксплуатацию с учётом предложенной математической модели. Мы определили три ключевых показателя: уровень заводской надёжности, затраты на техническое обслуживание и ремонт, которые влияют на частоту поломок и убытки от простоев. Применение модели показывает, что при повышении уровня заводской надёжности тракторов на 10%, приведет к снижению общих эксплуатационных расходов достигает 15%, что способствует повышению рентабельности предприятия. Пример демонстрирует, как можно использовать модель для условий конкретного хозяйства, учитывая его особенности и ресурсные ограничения.

Заключение

Повышение рентабельности сельскохозяйственных предприятий за счёт снижения потерь продукции в результате повышения уровня заводской надёжности безусловно повышает финансовые затраты завода-изготовителя и цену тракторов. Однако потери продукции зависят от объёма работ, от урожайности и множества других факторов. Для оценки надёжности тракторов во время эксплуатации можно использовать различные показатели, такие как частота поломок, показатели по техническому обслуживанию и так далее, то есть любые показатели, характеризующие надёжность. По нашему мнению, эти значения могут существенно отличаться для тракторов одного класса, но разных производителей, но функция оптимизации, полученная в нашем исследовании, может применяться для любых тракторов и машин, вне зависимости от производительности и марки.

Вклад авторов

АГ: Концепция исследования, анализ и литературный обзор работ в рамках научного направления «life cycle engineering». Систематизация знаний и подготовка заключения. МБ: работа над разделом «материалы и методы», планирование экспертного опроса и обработка

результатов. РИ: Оформление исследования, подготовка рукописи, верстка, вычитка отправка в редакцию. ЭШ и ТД: Сбор статистических данных, проведение экспертного опроса. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках проекта: AP23487301 «Повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции путем создания и апробации математической модели дифференцирования показателей надежности тракторов» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Гуляренко, АА. (2008). Влияние заводской надёжности на процесс обеспечения безотказности тракторов в составе машинно-тракторных агрегатов. *Вестник Челябинского государственного агроинженерного университета*, 53, 31-35.
- 2 Babchenko, LA, Gulyarenko, AA. (2020). Data Control for Reliability of Agricultural Tractors. *J. Mach. Manuf. Reliab.*, 49, 900-906. DOI: 10.3103/s1052618820100039.
- 3 Архипов, ВС. (2014). Оценка стоимости жизненного цикла тракторов. *Тракторы и сельхозмашины*, 5, 3-9.
- 4 Плаксин, АМ, Шепелев, СД, Власов, ДБ, Кравченко, ЕН. (2022). Результаты расчетно-экспериментального метода установления показателей использования и надежности агрегатов в растениеводстве. *АПК России*, 29(1), 54-61.
- 5 Плаксин, АМ, Качурин, ВВ, Власов, ДБ, Недоводин, МА. (2016). Методика расчета, основные направления повышения технической готовности агрегатов в растениеводстве. *АПК России*, 23(2), 408-416.
- 6 Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 53056 - 2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки специализированных машин.
- 7 Kastens, T. (1997). Farm Machinery Cost Calculations. Kansas State Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service MF-2244.
- 8 Edwards, W. (2015). Estimating Farm Machinery Costs. Iowa State University, 1-11.
- 9 Dietmann, P. (2017). *Figuring the Cost to Own and Operate Farm Machinery*. University of Wisconsin-Extension.
- 10 Gulyarenko, AA. (2018). Calculation method of the reasonable reliability level based on the cost criteria. *J. Mach. Manuf. Reliab.*, 47(1), 96-103. DOI: 10.3103/s1052618817060085.
- 11 Goryk, O., Buchynskiy, A., Romanyshyn, L., Nurkusheva, S., Bembenek, M. (2024). Evaluation of the State of Innovative Activity of Machine-Building Enterprise. *Management Systems in Production Engineering*, 32(1), 1-11. DOI: 10.2478/mspe-2024-0001.
- 12 Искаков, РМ. (2016). Учебное пособие «Инженерное проектирование». *Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина*.
- 13 Шаймуратова, ЭС, Бабченко, ЛА. (2013). Уровень безотказности энергонасыщенных тракторов. *Международный научный журнал-приложение Республики Казахстан «Поиск»*, (4), 46-47.
- 14 Панталева, НС, Бакенов, АА, Дешко, ТА. (2022). Исследование факторов, влияющих на показатели качества газопламенных покрытий, *Инновации в технологиях и образовании*, (1), 131-134.
- 15 Государственный стандарт Союза ССР. ГОСТ 23554.0-79. Система управления качеством продукции. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Основные положения.
- 16 Государственный стандарт Союза ССР. ГОСТ 24294-80. Определение коэффициентов весомости при комплексной оценке технического уровня и качества продукции.
- 17 Liaskos, S., Khan, SM, Mylopoulos, J. (2022). Modeling and reasoning about uncertainty in goal models: a decision-theoretic approach. *Software and Systems Modeling*, 21(6), 1-24. DOI: 10.1007/s10270-021-00968-w.

18 Hanea, AM, Hemming, V. Nane, GF. (2021). Uncertainty quantification with experts: Present status and research needs. *Risk Analysis*, 42(2), 254-263. DOI: <https://doi.org/10.1111/risa.13718>.

19 Bhise, VD. (2023). Designing complex products with systems engineering processes and techniques, 2nd edition. *CRC Press*. DOI: 10.1201/9781003263357.

20 Dhillon, BS. (2021). Applied reliability for engineers. *CRC Press*. DOI:10.1201/9781003132103.

21 Vitiuk, AV, Smetaniuk, OA. (2020). Economic interaction of agricultural development and agricultural machine-engineering. *The Problems of Economy*, 4(46), 134-145. DOI: 10.32983/2222-0712-2020-4-134-145.

22 Mileusnić, Z., Tanasijević, M., Miodragović, R., Dimitrijević, A., Urošević, M. (2019). Tractor Lifetime Assessment Analysis. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(2), 197-204. DOI: 10.15832/ankutbd.403823.

23 Биткина, ЕЕ, Редреев, ГВ. (2023). Управление качеством функционирования технических систем: постановка проблемы. *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*, 4(35).

24 Efremov, AA, Sotskov, YN, Belotzkaya, YS. (2023). Optimization of selection and use of a machine and tractor fleet in agricultural enterprises: A case study. *Algorithms*, 16(7), 311. DOI: 10.3390/a16070311.

References

1 Gulyarenko, AA. (2008). Vliyanie zavodskoj nadyozhnosti na process obespecheniya bezotkaznosti traktorov v sostave mashinno-traktornyh agregatov. *Vestnik CHelyabinskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta*, 53, 31-35. [In Russ].

2 Babchenko, LA, Gulyarenko, AA. (2020). Data Control for Reliability of Agricultural Tractors. *J. Mach. Manuf. Reliab.*, 49, 900-906. DOI: 10.3103/s1052618820100039.

3 Arhipov, VS. (2014). Ocenka stoimosti zhiznennogo cikla traktorov. *Traktory i sel'hozmashiny*, 5, 3-9. [In Russ].

4 Plaksin, AM, Shepelev, SD, Vlasov, DB, Kravchenko, EN. (2022). Rezul'taty raschetno-eksperimental'nogo metoda ustanovleniya pokazatelej ispol'zovaniya i nadezhnosti agregatov v rastenievodstve. *APK Rossii*, 29(1), 54-61. [In Russ].

5 Plaksin, AM, Kachurin, VV, Vlasov, DB, Nedovodin, MA. (2016). Metodika rascheta, osnovnye napravleniya povysheniya tekhnicheskoy gotovnosti agregatov v rastenievodstve. *APK Rossii* 23(2), 408-416. [In Russ].

6 Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii. GOSTR 53056-2008. Tekhnika sel'skohozyajstvennaya. Metody ekonomicheskoy ocenki specializirovannyh mashin. [In Russ].

7 Kastens, T. (1997). Farm Machinery Cost Calculations. Kansas State Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service MF-2244.

8 Edwards, W. (2015). Estimating Farm Machinery Costs. Iowa State University, 1-11.

9 Dietmann, P. (2017). *Figuring the Cost to Own and Operate Farm Machinery*. University of Wisconsin-Extension.

10 Gulyarenko, AA. (2018). Calculation method of the reasonable reliability level based on the cost criteria. *J. Mach. Manuf. Reliab.*, 47(1), 96-103. DOI: 10.3103/s1052618817060085.

11 Goryk, O., Buchynskiy, A., Romanyshyn, L., Nurkusheva, S. Bembenek, M. (2024). Evaluation of the State of Innovative Activity of Machine-Building Enterprise. *Management Systems in Production Engineering*, 32(1), 1-11. DOI: 10.2478/mspe-2024-0001.

12 Iskakov, RM. (2016). Uchebnoe posobie «Inzhenernoe proektirovanie». Kazahskij agrotekhnicheskij universitet imeni S.Sejfullina.

13 SHajmuratova, ES, Babchenko, LA. (2013). Uroven' bezotkaznosti energonasyschennyh traktorov. *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal-prilozhenie Respubliki Kazahstan «Poisk»*, (4), 46-47. [In Russ].

14 Pantileeva, NS, Bakenov, AA, Deshko, TA. (2022). Issledovanie faktorov, vliyayushchih na pokazateli kachestva gazoplammennyh pokrytij, *Innovacii v tekhnologiyah i obrazovanii*, (1), 131-134. [In Russ].

15 Gosudarstvennyj standart Soyuzu SSR. GOST 23554.0-79. Sistema upravleniya kachestvom produkcii. Ekspertnye metody ocenki kachestva promyshlennoj produkcii. Osnovnye polozheniya. [In Russ].

16 Gosudarstvennyj standart Soyuza SSR. GOST 24294-80. Opredelenie koefitsientov vesomosti pri kompleksnoj ocenke tekhnicheskogo urovnya i kachestva produktsii. [In Russ].

17 Liaskos, S., Khan, SM, Mylopoulos, J. (2022). Modeling and reasoning about uncertainty in goal models: a decision-theoretic approach. *Software and Systems Modeling*, 21(6), 1-24. DOI: 10.1007/s10270-021-00968-w.

18 Hanea, AM, Hemming, V. Nane, GF. (2021). Uncertainty quantification with experts: Present status and research needs. *Risk Analysis*, 42(2), 254-263. DOI: 10.1111/risa.13718.

19 Bhise, VD. (2023). Designing complex products with systems engineering processes and techniques, 2nd edition. *CRC Press*. DOI: 10.1201/9781003263357.

20 Dhillon, BS. (2021). Applied reliability for engineers. *CRC Press*. DOI: 10.1201/9781003132103.

21 Vitiuk, AV, Smetaniuk, OA. (2020). Economic interaction of agricultural development and agricultural machine-engineering. *The Problems of Economy*, 4(46), 134-145. DOI: 10.32983/2222-0712-2020-4-134-145.

22 Mileusnić, Z., Tanasijević, M., Miodragović, R., Dimitrijević, A., Urošević, M. (2019). Tractor Lifetime Assessment Analysis. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(2), 197-204. DOI: 10.15832/ankutbd.403823.

23 Bitkina, EE, Redreev, GV. (2023). Upravlenie kachestvom funkcionirovaniya tekhnicheskikh sistem: postanovka problemy. *Elektronnyj nauchno-metodicheskij zhurnal Omskogo GAU*, 4(35). [In Russ].

24 Efremov, AA, Sotskov, YN, Belotzkaya, YS. (2023). Optimization of selection and use of a machine and tractor fleet in agricultural enterprises: A case study. *Algorithms*, 16(7), 311. DOI: 10.3390/a16070311.

Тракторлардың сенімділігін оңтайландыру моделін жасау және зерттеулерге шолу

А.А. Гуляренко, М. Бембенек, Р.М. Искаков, Э.С. Шаймуратова, Т.А. Дешко

Түйін

Алғышарттар және мақсат. Зерттеудің алғы шарты тракторларды өндіруге жұмсалатын ресурстық шығындар мен оларға техникалық қызмет көрсету мен жөндеуге жұмсалатын шығындар, сондай-ақ тракторлардың істен шығуы салдарынан тоқтап қалуы кезіндегі кәсіпорындардың шығыны арасында өзара байланыс бар деген гипотеза болды. Бұл бағыттағы зерттеулерді осы басылымның авторлары 2007 жылдан бері жүргізіп келеді. Мақалада «өмірлік цикл инженериясы» ғылыми бағыты аясындағы халықаралық зерттеулердің жалпылама шолуы берілген. Зерттеудің мақсаты – механикаландырылған процестердің ұзақтығын және ресурс шығындарын қысқарту арқылы ауыл шаруашылығы өндірісінің рентабельділігін арттыру.

Материалдар мен тәсілдер. Сараптамалық бағалау әдісін қолдана отырып, өсімдік шаруашылығында тракторларды пайдалану процесінің сенімділігіне әсер ететін маңызды факторлар анықталды. Сарапшылардың пікірлерінің сәйкестігіне баға беріледі.

Нәтижелер. Ауыл шаруашылығы тракторларының жұмыс тиімділігіне әсер ететін факторларға талдау жүргізілді. Факторлардың салмағын бағалау берілген және тракторларды пайдалану кезінде шығындарды оңтайландырудың математикалық моделін жасаудың негізгі компоненттері анықталған.

Қорытынды. Тракторлардың зауыттық сенімділігін арттыру шығындарды азайтады, бірақ олардың құнын арттырады, сондықтан жалпы шығындар минималды болатын ұтымды көрсеткіштерді анықтау маңызды.

Кілт сөздер: ақаусыз жұмыс; ресурстық шығындар; машина жасау; өмірлік циклді жобалау; техникалық қызмет көрсету; сараптамалық бағалау әдісі.

Review of research and development of a model for optimizing tractor reliability

A.A. Gulyarenko, M. Bembenek, R.M. Iskakov, E.S.Shaimuratova, T.A.Deshko

Abstract

Background and purpose. The premise for the study was the hypothesis of a relationship between the resource costs of tractor production and the costs of their maintenance and repair, as well as losses to enterprises in the event of tractor downtime due to breakdowns. The authors of this publication have been conducting research in this area since 2007. The article presents a generalized review of international studies within the framework of the scientific direction "life cycle engineering". The purpose of the study is to increase the profitability of agricultural production by reducing the duration of mechanized processes and resource costs.

Materials and methods. The method of expert assessments revealed the most significant factors affecting the reliability of the process of using tractors in crop production. An assessment of the consistency of expert opinions is given.

Results. An analysis of the factors affecting the efficiency of agricultural tractors was carried out. An assessment of the weight of the factors is given and key components for the development of a mathematical model for optimizing costs when using tractors are identified.

Conclusion. Increasing the factory reliability of tractors reduces losses, but increases their cost, so it is important to determine rational indicators at which the total costs will be minimal.

Keywords: failure-free operation; resource costs; mechanical engineering; life cycle design; maintainability; expert assessment method.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 3 (122). - Б. 75-83. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3(122).1769

УДК 629.3

Моделирование и исследование системы технического сервиса

Редреев Г.В. , Червенчук В.Д. , Помогаев В.М. 

Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина
Омск, Российская Федерация

Автор-корреспондент: Г.В. Редреев: gv.redreev@omgau.org

Соавторы: (1:ВЧ) vd.chervenчук@omgau.org; (2:ВП) vm.pomogaev@omgau.org

Получено: 12-09-2024 **Принято:** 24-09-2024 **Опубликовано:** 30-09-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. Для обеспечения эффективности производственной деятельности необходимо осмысление процессов, происходящих в социотехнических системах. Для систем, производящих материальный продукт, вопрос решается достаточно просто и теоретическое представление процессов известно. Для систем, оказывающих услуги, являющиеся нематериальным продуктом, вопрос остается до конца нерешенным. Характерным представителем систем, предоставляющих услуги, являются системы технического сервиса. Цель исследования – развитие теоретического описания социотехнических систем.

Материалы и методы. Общепринятое представление системы технического обслуживания (ТО) и ремонта, сложившееся более трех десятков лет назад, получило свое развитие в качестве информационной системы технического сервиса, включающей в себя четыре взаимосвязанных и взаимосогласованных элемента. Степень согласованности была выражена через логистическую функцию, что позволило учесть некоторую недетерминированность процессов в информационной системе.

Результаты. Естественная логика развития предопределила необходимость создания информационной модели системы технического сервиса, включающей в себя пять элементов. Система из пяти взаимодействующих элементов, как методологический прием была разработана российскими философами в результате переосмысления отдельных положений китайской философии. Нами осуществлено аналитическое описание взаимодействий пяти элементов информационной модели системы технического сервиса. Представлена интерпретация полученных результатов исследования модели.

Заключение. Разработанное аналитическое описание информационной модели позволяет оценить соотношение объемов информации элементов информационной системы, а также перспективность использования этой модели для теоретического описания процессов в системах технического сервиса.

Ключевые слова: модель; обслуживание; ремонт; технический сервис.

Введение

Совершенствование производственной деятельности происходит при развитии теоретических представлений этой деятельности. Содержание системы технического сервиса (ТС), было прописано в стандарте [1], суть представлена на рисунке 1.

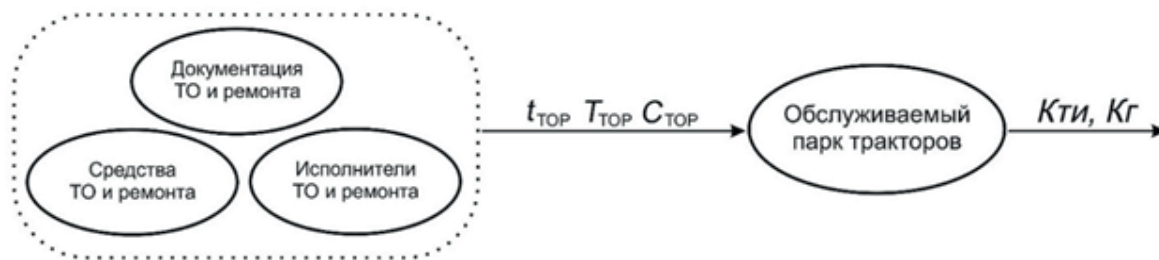


Рисунок 1 – Схема модели системы [1]

В качестве показателей оценки эффективности были приняты коэффициент технического использования Кти и коэффициент готовности Кг парка тракторов.

Цель деятельности службы ТО и ремонта оказывалась не связанной с результатами эксплуатации обслуживаемого парка тракторов. В условиях сельскохозяйственных предприятий с собственной службой ТО и ремонта такой подход был оправдан. В современных же условиях, при имеющейся ограниченности кадров, когда технический сервис осуществляется сервисными организациями, возникла необходимость при оценке деятельности систем технического сервиса учитывать удовлетворенность ожидания заказчика.

Исходя из цели создания системы, нами была разработана модель системы ТС [2] в систему была включена цель деятельности сервисных предприятий, чтобы включить учет надсистемных целей, внедряя в состав Кг и Кти (коэффициенты готовности и технического использования) (рисунок 2):

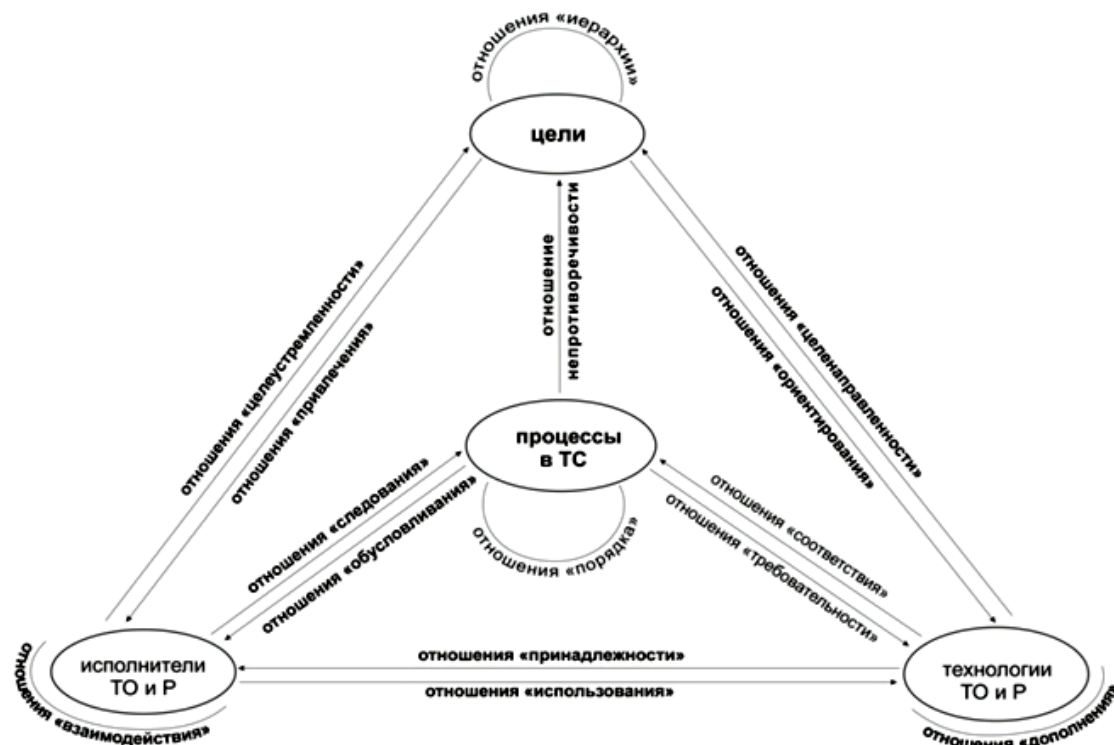


Рисунок 2 – Взаимосвязи новой системы ТС

Это существенный шаг в развитии, так как создание новой системы значительно повлияет на теоретические представления ТС. Однако, и в этой модели есть недоработки, например, следует учитывать возможность оперировать знаниями, полученными при обработке баз данных информации, получаемой от систем непрерывного контроля технического состояния современной сельскохозяйственной техники.

Материалы и методы

Исследования основывались на методологических построениях российских философов, при этом использовались методы математического моделирования процессов в системах [3].

Переработав предыдущую систему, мы получили новую систему, включающую 5 факторов (рисунок 3) [4, 5]. Эта система была разработана с использованием методологических основ китайской философии, что потребовало её переосмысления и адаптации к техническому контексту. Концепция пяти элементов (У-син: дерево, огонь, земля, металл, вода), заимствованная из китайской философии, описывает динамическое взаимодействие компонентов в системе. В нашей модели эта концепция была переосмыслена для описания информационной системы технического сервиса, где каждый элемент символизирует ключевые ресурсы системы (данные, специалисты, оборудование и т.д.). Взаимодействие между ними моделируется с учётом положительного и отрицательного влияния, что отражает изменения в функционировании системы. Этот подход позволяет более глубоко исследовать взаимосвязь компонентов, обеспечивая всестороннее описание информационной модели технического сервиса.

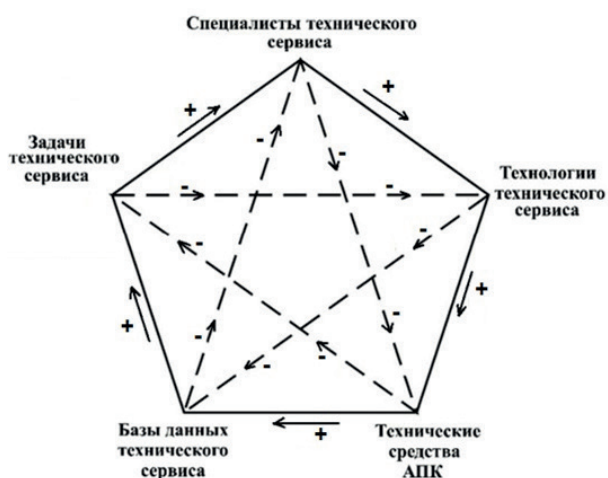


Рисунок 3 – Модель ТС системы

(+) – положительное влияние, (-) – отрицательное влияние

Спецификация ключевых элементов: процессы, оборудование и субподрядчики, вводится для формализации информационной модели системы обслуживания. Эти элементы связаны с ресурсами и взаимодействиями, которые отражают взаимодействие с процессами обслуживания, оборудованием и внешними поставщиками [6-8].

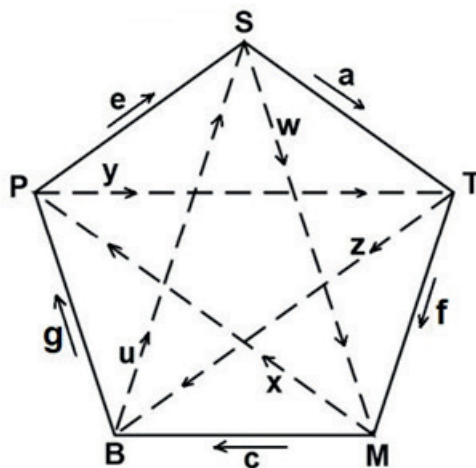


Рисунок 4 – Модель ТС системы

Где: S – наличная информация (знания) специалистов технического сервиса; T – информация о применяемых технологиях технического сервиса; M – информация об обслуживаемой сельскохозяйственной технике; B – информация в базах данных со статистикой по ТО, отказам и ремонтам; P – информация о задачах технического сервиса; a, f, c, g, e – коэффициенты, соответствующие последовательному благоприятному воздействию элементов системы друг на друга; очевидно $(a, f, c, g, e) \geq 1$; w, x, y, z, u – коэффициенты, соответствующие последовательному неблагоприятному (ограничивающему) воздействию элементов системы друг на друга; очевидно $0 \leq (w, x, y, z, u) \leq 1$.

Изменения в системе происходят за счет положительного и отрицательного взаимодействия соседних элементов [9-12]. Следовательно система дифференциальных уравнений первого порядка будет:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dS}{d\tau} &= eP - uB; \\ \frac{dT}{d\tau} &= aS - yP; \\ \frac{dM}{d\tau} &= fT - wS; \\ \frac{dB}{d\tau} &= cM - zT; \\ \frac{dP}{d\tau} &= gB - xM \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где τ – время.

Введем начальные условия:

$$S(0) = s_0; T(0) = t_0; M(0) = m_0; B(0) = b_0; P(0) = p_0.$$

Предположим, что знания специалистов $S(\tau)$ и информация о сельскохозяйственной технике $M(\tau)$ возрастают по линейному закону:

$$S(\tau) = s_0 + s_1\tau \quad \text{и} \quad M(\tau) = m_0 + m_1\tau, \quad (2)$$

При принятых условиях: $0 < s_1 \ll s_0$ и $0 < m_1 \ll m_0$.

Тогда из 1-го и 3-го уравнений системы (1) получим:

$$s_1 = eP - uB \quad (3)$$

$$m_1 = fT - wS. \quad (4)$$

Из (2) и (4) уравнений системы (1) получим:

$$T(\tau) = \frac{m_1 + ws_0}{f} + \frac{ws_1}{f} \tau \quad (5)$$

Из (5) и 2-го уравнения системы (1) найдем $P(\tau)$:

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{ws_1}{f} = aS - yP = as_0 + as_1\tau - yP(\tau)$$

Откуда:

$$P(\tau) = \left(\frac{as_0}{y} - \frac{ws_1}{fy} \right) + \frac{as_1}{y} \tau \quad (6)$$

И наконец, из (3) найдем $B(\tau)$. Получим:

$$B(\tau) = \frac{eP-s_1}{u} = \frac{1}{u} \left(\frac{aes_0}{y} - \frac{ews_1}{fy} - s_1 \right) + \frac{aes_1}{uy} \tau \quad (7)$$

Таким образом, математическая модель информационной системы технического сервиса будет иметь следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} S(\tau) &= s_0 + s_1 \tau \\ T(\tau) &= \frac{m_1 + ws_0}{f} + \frac{ws_1}{f} \tau \\ M(\tau) &= m_0 + m_1 \tau \\ B(\tau) &= \frac{1}{u} \left(\frac{aes_0}{y} - \frac{ews_1}{fy} - s_1 \right) + \frac{aes_1}{uy} \tau \\ P(\tau) &= \left(\frac{as_0}{y} - \frac{ws_1}{fy} \right) + \frac{as_1}{y} \tau \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

при начальных значениях данных и ограничениях:

$$\left. \begin{aligned} S(0) &= s_0 \\ M(0) &= m_0 \\ (a, f, e) &\geq 1 \\ 0 &\leq (w, y, u) \leq 1 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Полученные зависимости отражают степень взаимосвязи элементов информационной системы технического сервиса. Эффективность системы может быть изменена в соответствие со значениями коэффициентов, отражающих положительное и ограничивающее взаимовлияние элементов [13–15].

Результаты и обсуждение

Нами произведены расчеты в соответствие с аналитическими выражениями системы уравнений (8). Принято $s_0=100$ единиц информации; $m_0=100$; начальные значения коэффициентов $(a, f, e)=1, 1$; $(w, y, u)=0, 1$. Рассчитывались значения T , B и P при изменении времени τ , при одновременном изменении значений w , u , y . Графическое изображение результатов расчетов представлено на рисунках 5–7.

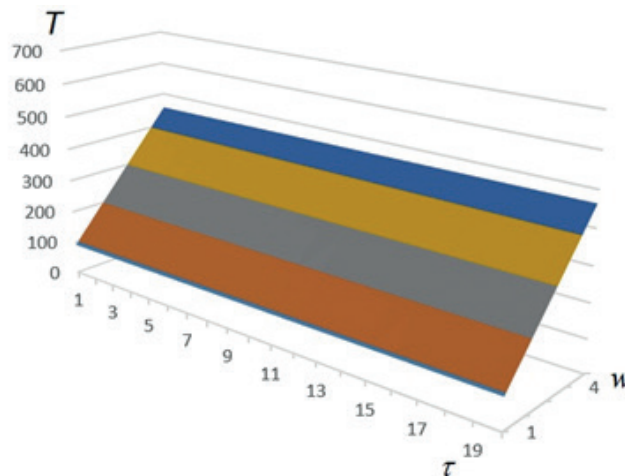


Рисунок 5 - Зависимость величины T от τ при изменениях w

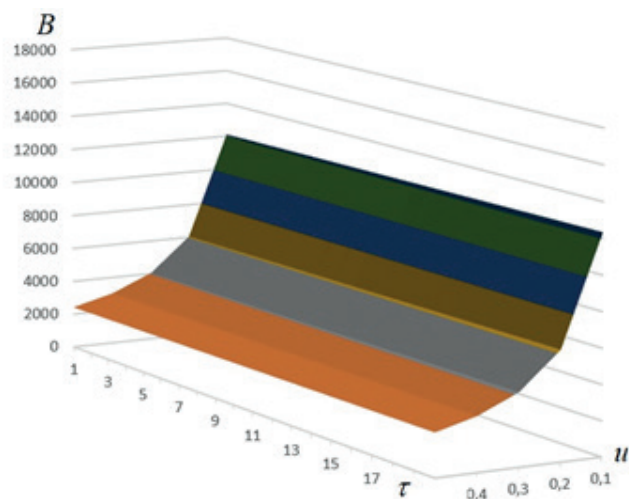


Рисунок 6 – Зависимость величины B от τ при изменениях u

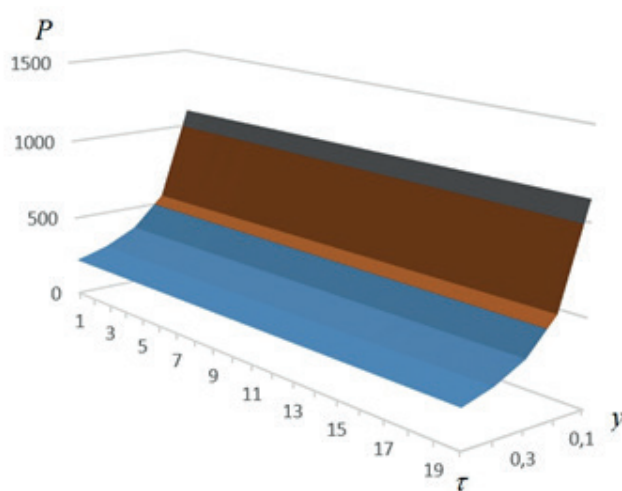


Рисунок 7 – Зависимость величины P от τ при изменениях u

Заключение

Полученные предварительные результаты позволяют оценить взаимосвязь информативности элементов информационной системы, а также перспективность использования разработанной модели для теоретического описания процессов обслуживания систем. В ходе разработки математической модели информационной системы технической службы получено понимание объема информации, содержащейся в элементах информационной системы технической службы. Предварительные расчеты при $\epsilon = 1,1$; $w, y, u = 0,1$ $s_0 = 100$; $m_0 = 100$; a, f , позволяет получить текущие значения условного объема информации $V_i = 12100$, $P_i = 1100$. $S_i = 100$, $T_i = 100$, $M_i = 100$.

Вклад авторов

ГР: разработаны модели системы технического сервиса и информационной модели системы технического сервиса; представлена система однородных дифференциальных уравнений (1). ВЧ: решена система однородных дифференциальных уравнений с получением математической модели (8)–(9). ВП: произведены расчеты в соответствие с аналитическими выражениями системы уравнений (8) и графическое представление результатов расчетов.

Список литературы

- 1 Межгосударственный стандарт. ГОСТ 18322–78 (СТ СЭВ 5151–85) Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
- 2 Редреев, ГВ. (2018). Математическая модель процесса обеспечения качества технического сервиса. *Вестник Омского ГАУ*, 3(31) 75-85.
- 3 Sergienko, IV, Zadiraka, VK, Lytvyn, OM. (2021). *Elements of the general theory of optimal algorithms*. Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-90908-6.
- 4 Разумов, ВИ. (2020). Категориальные схемы в междисциплинарных исследованиях. *Вестник Омского университета*, 25(2), 70-74.
- 5 Редреев, ГВ. (2014). Взаимодействие исполнителей ТО и ремонта при обеспечении работоспособности машинно-тракторных агрегатов. *Современные проблемы науки и образования*, 2, 40-40.
- 6 Recker, J. (2021). Scientific research in information systems: a beginner's guide. *Springer*, DOI: 10.1007/978-3-030-85436-2.
- 7 Pushkar, OI, Sibilyev, KS. (2012). Information systems and technologies: textbook. KhNUE.
- 8 Alter, S. (2008). Defining information systems as work systems: implications for the IS field. *European journal of information systems*, 17(5), 448-469.
- 9 Wen, Z., Hau, KT, Herbert, WM. (2003). Methods and recent research development in analysis of interaction effects between latent variables. *Advances in Psychological Science*, 11(05), 593.
- 10 Wang, D., Rundensteiner, EA, Ellison III, RT. (2011). Active complex event processing over event streams. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 4(10), 634-645. DOI: 10.14778/2021017.2021021.
- 11 Gnanasundaram, S., Shrivastava, A. (2012). Information Storage and Management: Storing, Managing, and Protecting, Digital Information in Classic, Virtualized, and Cloud Environments. EMC Education services, 2nd edition.
- 12 Slaev, VA, Chunovkina, AG, Mironovsky, LA. (2013). Metrology and theory of measurement. Berlin, Boston: De Gruyter. DOI: 10.1515/9783110284829.
- 13 Epstein, MJ, Rejc, A. (2005). *Evaluating Performance in Information Technology*. The Society of Management Accountants of Canada (CMA Canada), the American Institute of Certified Public Accountants (AICPA) and The Chartered Institute of Management Accountants (CIMA).
- 14 De, T., Giri, P., Mevawala, A., Nemani, R., Deo, A. (2020). Explainable AI: a hybrid approach to generate human-interpretable explanation for deep learning prediction. *Procedia Computer Science*, 168, 40-48. DOI: 10.1016/j.procs.2020.02.255.
- 15 Chen, S., Osman, NM, Peng, GCA. (2013). Information systems evaluation: methodologies and practical case studies. In Information systems research and exploring social artifacts: Approaches and methodologies, *IGI Global*. 333-354. DOI: 10.4018/978-1-4666-2491-7.ch017.

References

- 1 Mezhgosudarstvennyj standart. GOST 18322–78 (ST SEV 5151–85) Sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta tekhniki. Terminy i opredeleniya. [In Russ].
- 2 Redreev, GV. (2018). Matematicheskaya model' processa obespecheniya kachestva tekhnicheskogo servisa. *Vestnik Omskogo GAU*, 3(31) 75-85. [In Russ].
- 3 Sergienko, IV, Zadiraka, VK, Lytvyn, OM. (2021). *Elements of the general theory of optimal algorithms*. Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-90908-6.
- 4 Razumov, VI. (2020). Kategorial'nye skhemy v mezhdisciplinarnykh issledovaniyakh. *Vestnik Omskogo universiteta*, 25(2), 70-74. [In Russ].
- 5 Redreev, GV. (2014). Vzaimodejstvie ispolnitelej TO i remonta pri obespechenii rabotosposobnosti mashinno-traktornykh agregatov. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, (2), 40-40. [In Russ].
- 6 Recker, J. (2021). Scientific research in information systems: a beginner's guide. *Springer*, DOI: 10.1007/978-3-030-85436-2.
- 7 Pushkar, OI, Sibilyev, KS. (2012). Information systems and technologies: textbook. KhNUE.

8 Alter, S. (2008). Defining information systems as work systems: implications for the IS field. *European journal of information systems*, 17(5), 448-469.

9 Wen, Z., Hau, KT, Herbert, WM. (2003). Methods and recent research development in analysis of interaction effects between latent variables. *Advances in Psychological Science*, 11(05), 593.

10 Wang, D., Rundensteiner, EA, Ellison III, RT. (2011). Active complex event processing over event streams. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 4(10), 634-645. DOI: 10.14778/2021017.2021021.

11 Gnanasundaram, S., Shrivastava, A. (2012). Information Storage and Management: Storing, Managing, and Protecting, Digital Information in Classic, Virtualized, and Cloud Environments. EMC Education services, 2nd edition.

12 Slaev, VA, Chunovkina, AG, Mironovsky, LA. (2013). *Metrology and theory of measurement*. Berlin, Boston: De Gruyter. DOI: 10.1515/9783110284829.

13 Epstein, MJ, Rejc, A. (2005). *Evaluating Performance in Information Technology*. The Society of Management Accountants of Canada (CMA Canada), the American Institute of Certified Public Accountants (AICPA) and The Chartered Institute of Management Accountants (CIMA).

14 De, T., Giri, P., Mevawala, A., Nemani, R., Deo, A. (2020). Explainable AI: a hybrid approach to generate human-interpretable explanation for deep learning prediction. *Procedia Computer Science*, 168, 40-48. DOI: 10.1016/j.procs.2020.02.255.

15 Chen, S., Osman, NM, Peng, GCA. (2013). Information systems evaluation: methodologies and practical case studies. In Information systems research and exploring social artifacts: *Approaches and methodologies*. IGI Global. 333-354. DOI: 10.4018/978-1-4666-2491-7.ch017.

Техникалық қызмет көрсету жүйесін модельдеу және зерттеу

Редреев Г.В., Червенчук В.Д., Помогаев В.М.

Түйін

Алғышарттар және мақсат. Өндірістік қызметтің тиімділігін қамтамасыз ету үшін әлеуметтік-техникалық жүйелерде болып жатқан процестерді түсіну қажет. Материалдық өнімді шығаратын жүйелер үшін мәселе өте қарапайым шешіледі және процестердің теориялық көрінісі белгілі. Материалдық емес өнім болып табылатын қызметтерді ұсынатын жүйелер үшін мәселе толығымен шешілмеген. Қызмет көрсететін жүйелердің типтік өкілі техникалық қызмет көрсету жүйелері болып табылады. Зерттеудің мақсаты – әлеуметтік-техникалық жүйелердің теориялық сипаттамасын жасау.

Материалдар мен тәсілдер. Отыз жылдан астам уақыт бұрын пайда болған техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүйесінің жалпы қабылданған тұжырымдамасы өзара байланысты және өзара келісілген төрт элементті қамтитын техникалық сервистік ақпараттық жүйе ретінде әзірленді. Жүйелілік дәрежесі логистикалық функция арқылы көрсетілді, бұл ақпараттық жүйедегі кейбір процестердің детерминизм сіздігін ескеруге мүмкіндік берді. Бұл ретте жүйенің жұмыс істеу сапасын анықтайтын техникалық қызмет көрсетушілердің біліктілігін бағалау туралы мәселе бірден туындады. Орындаушылар біліктілігінде қолда бар білім көлемі маңызды орын алады. Орындаушылар оқуда, өндірістік қызметте және өндірістік әдебиеттерді оқу кезінде алған білімдерінен басқа, қазіргі уақытта техникалық жабдықтың жай-күйінің өзгеруі туралы ақпараттың айтарлықтай көлемі, сондай-ақ осы ақпарат көлемінен білім алу құралдары болып табылады. Қолжетімді.

Нәтижелер. Дамудың табиғи логикасы бес элементті қамтитын техникалық қызмет көрсету жүйесінің ақпараттық моделін құру қажеттілігін алдын ала анықтады. Әдістемелік әдіс ретінде өзара әрекеттесетін бес элементтің жүйесін орыс философтары қытай философиясының кейбір ережелерін қайта қарастыру нәтижесінде әзірледі. Біз техникалық қызмет көрсету жүйесінің ақпараттық моделінің бес элементінің өзара әрекеттесуінің аналитикалық сипаттамасын жүргіздік. Модельдік зерттеудің алынған нәтижелерінің интерпретациясы берілген.

Қорытынды. Ақпараттық модельдің әзірленген аналитикалық сипаттамасы ақпараттық жүйе элементтерінің ақпарат көлемінің арақатынасын, сондай-ақ техникалық қызмет көрсету

жүйелеріндегі процестерді теориялық сипаттау үшін осы модельді пайдалану перспективаларын бағалауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: модель; қызмет көрсету; жөндеу; техникалық қызмет көрсету.

Modeling and research of technical service system

Grigorij V. Redreev, Vladimir D. Chervenчук, Vitalij M. Pomogaev

Abstract

Background and purpose. To ensure the efficiency of production activities, it is necessary to understand the processes occurring in socio-technical systems. For systems producing a material product, the issue is resolved quite simply and the theoretical representation of the processes is known. For systems providing services, which are an intangible product, the issue remains unresolved. A typical representative of systems providing services is a technical service system. The purpose of the study is to develop a theoretical description of socio-technical systems.

Materials and methods. The generally accepted idea of the maintenance and repair system, which was formed more than three decades ago, was developed as an information system of technical service, which includes four interconnected and mutually agreed elements. The degree of consistency was expressed through the logistic function, which made it possible to take into account some non-determinism of processes in the information system. At the same time, the question of assessing the qualifications of technical service performers, which determines the quality of the system, immediately arose. In the qualifications of performers, an important place is given to the volume of available knowledge. In addition to the knowledge acquired by performers during their studies, production activities, and study of production literature, significant amounts of information about changes in the state of technical means, as well as tools for obtaining knowledge from this amount of information, are currently becoming available.

Results. The natural logic of development predetermined the need to create an information model of the technical service system, which includes five elements. The system of five interacting elements, as a methodological technique, was developed by Russian philosophers as a result of rethinking individual provisions of Chinese philosophy. We have carried out an analytical description of the interactions of five elements of the information model of the technical service system. An interpretation of the obtained results of the study of the model is presented.

Conclusion. The developed analytical description of the information model allows us to evaluate the ratio of the information volumes of the elements of the information system, as well as the prospects for using this model for the theoretical description of processes in technical service systems.

Keywords: model; maintenance; repair; technical service.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 3 (122). - Р. 84-93.- ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3(122).1756

UDC 636.1.082

Breeding work with kazakh horses Zhabe type

Kairat Zh. Iskhan¹ , Abzal K. Makhmutov² , Vitaly M. Strochkov³ ,
Dinara I. Kabyzbekova² , Shinara N. Kassymbekova² , Zhanat Zh. Bimenova¹ 

¹N.O. Bazanova Department of Physiology, Morphology and Biochemistry, Faculty of Veterinary
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

²Department of obstetrics, surgery and reproductive biotechnology, Faculty of Veterinary
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

³Senior Researcher of the laboratory "Green Biotechnology and Cellular Engineering
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

Corresponding author: Kairat Zh. Iskhan: Kayrat_ishan@mail.ru

Co-authors: (1: AK) Makhmutov: abazik-83@mail.ru; (2: VS) vstrochkov@gmail.com
(3: DK) dna_03@bk.ru; (4: KN) kasymbekova-s@mail.ru; (6: ZhB) zhan_225@mail.ru

Received: 14-08-2024 **Accepted:** 18-09-2024 **Published online:** 30-09-2024

Abstract

Background and Aim. Kazakh horses of Zhabe type differ from local horses in their higher live weight and larger body measurements. Breeding work with Kazakh horses of the Zhabe type is carried out at Tailak farm in Zharminsky district of East Kazakhstan through targeted reproduction, cultivation, and widespread use of the best individuals based on their origin, exterior, productivity, adaptation to year-round grazing, and quality of offspring from stallions and mares. Individuals that are not up to these standards are strictly culled. The aim of the research is to determine meat productivity and study genetic characteristics of a sample of modern population of Kazakh horses of Zhabe type using DNA markers.

Materials and Methods. The material for the study was DNA genotyping data from 20 horses of the Kazakh breed type Zhabe. The horses were genotyped according to 17 STR loci recommended by the International Society for Animal Genetics (ISAG). The international alphabetical code was used to identify alleles. Genetic and population analyses were performed using the GenAIEx software 6.5. The following indicators were calculated: the average number of alleles per locus (N_a), the effective number of alleles (N_e), levels of expected (H_e) and observed heterozygosity (H_o), and inbreeding coefficient (FIS).

Results. A study on 17 STR loci of DNA in Kazakh horses Zhabe type has shown that they have a unique allele pool with a significant number of identified alleles and high genetic variability. The average inbreeding coefficient (FIS) is negative (-0.059), indicating that the genetic diversity of this breed is preserved within this group.

Conclusion. The improvement of these horses is achieved through breeding and cultivation of animals with high genetic potential for productivity, which is passed down through generations of descendants. This is done by carefully selecting horses with desirable traits for breeding.

Key words: exterior; live weight; measurements; STR markers; selection.

Introduction

In the context of the qualitative transformation of horse breeding in Kazakhstan, the role of Kazakh horses Zhabe type as meat and dairy animals is exceptional. They occupy the largest proportion of the breeds used in production, accounting for 34.5% of all horses in the country. These animals are highly valued for their ability to adapt to various living conditions, their endurance, and their meat and dairy qualities.

At the age of two and a half years, Zhabe horses can reach a live weight of 350-370 kilograms on a single feed, making them highly profitable for meat production [1].

Rzabaev et al. [2] noted that breeding work with Zhabe horses began in the Emba stud farm in the Aktobe region in the 1930s, and many generations of breeders have worked to create the modern Zhabe horse. The basis for the modern population of Zhabe type horses was formed by four genealogical lines of stud stallions from the Emben stud farm - Zamok, born in 1927; Berkut, born in 1929; Zaur, born in 1929, and Pisatel, born in 1928. These lines produced the most numerous and high-quality offspring, which played a major role in creating the factory lines Zubr 46-59 and Barhat 15-57 in 1982, followed by the creation and testing of the lines Bracelet 13-74, Zadornyy 51-76 and Pamir 127-78 at the Altai Karpyk Saydaly Sary Tok stud farm in the Pavlodar region in 2010 [3, 4].

In addition to purebred breeding, Kazakh Zhabe horse type were used in crossbreeding with the Bashkir breed to improve meat and adaptability to year-round grazing conditions. Positive results were also obtained from crossing Yakut mares with Zhabe stallions. With the purebred breeding of Kazakh horses of the Zhabe type, based on their genetic characteristics, it is possible to not only obtain individual outstanding animals, but also create genotypes that have great breeding value.

With the development of molecular genetic methods and DNA technology, it became possible to evaluate differences in phenotype between breeds and their structural elements. This is important for effective planning of animal breeding, as well as for conservation of endangered breeds. Microsatellite polymorphism, also known as short tandem repeats (STRs), was first described in horses by Ellegren et al. [5, 6] and Marklund et al. [7]. Microsatellites are used to assess genetic diversity and build genetic maps. They have also been used to map quantitative trait loci and test pedigrees [8, 9]. STRs have become a valuable tool for verifying pedigrees and registering horses [10, 11].

In 1998, an international group of researchers organized a seminar on equine genetics at the International Society for Animal Genetics (ISAG). This group created a panel of nine STRs for typing horse DNA. In 2011, three more STR loci were added (ASB17, ASB23, and HMS2) [12].

Studying microsatellite loci can help us solve several problems. It can determine whether there is a population structure within a species (in space, time, or other aspects). It can also assess the connectivity between populations through gene flow. Finally, it can evaluate the effective population size and genetic diversity within a given population [13].

The purpose of this research is to investigate the meat productivity and genetic structure of the Zhabe type of the Kazakh horse using microsatellite DNA markers.

Materials and Methods

To study the meat quality of Kazakh horses of the Zhabe type, a control slaughter was conducted after the autumn feeding at the slaughterhouse of the Tailak farm in the East Kazakhstan region. The study used the method of determining the meat productivity of horses [14] and in accordance with STRK 1303-2004 [15], which are adopted in the technical specifications of the meat industry. The material for the study was DNA genotyping data from 20 horses of the Kazakh breed type Zhabe. The sample consisted of 10 adult mares and 10 outstanding sire stallions, with measurements typical of Kazakh horses of the Zhabe type, to identify unrelated individuals, which will then be sent for whole genome sequencing. STR-genotyping was conducted in the laboratory of genetics Institute of Applied Biotechnology at the Kostanay Regional University named after Akhmet Baitursynov, using the ABI 3100 Applied Biosystems genetic analyzer. The horses were genotyped according to 17 STR loci recommended by the International Society for Animal Genetics (ISAG): AHT4, AHT5, ASB2, ASB17, ASB23, CA425, HMS1, HMS2, HMS3, HMS6, HMS7, HTG4, HTG6, HTG7, HTG10, LEX3, VHL20. The international alphabetical code was used to identify alleles. Genetic and population analyses were performed using the GenAIEx software 6.5. The following indicators were calculated: the average

number of alleles per locus (N_a), the effective number of alleles (N_e), levels of expected (H_e) and observed heterozygosity (H_o), and inbreeding coefficient (FIS).

Results

At the Tailak farm, located in the East Kazakhstan region, Kazakh horses Zhabe type are bred using pure breeding methods. The goal of this method is to preserve and improve the pedigree qualities of these horses.

The biological features of pure breeding are aimed at preserving and enhancing the productivity and hereditary characteristics of horses of the desired type. The table below shows the class composition of the farm Tailak horse population by gender and age group for the year 2023.

Table 1 – Class composition of Tailak farm horses by gender and age groups

Gender and age group	Total heads	Including					
		elite		I class		II class	
		n	%	n	%	n	% Breeding
Stallions	26	26	100	-	-	-	-
Mares	449	171	38.1	180	40.1	98	21.8
Stallions 2.5years	old 139	54	38.8	60	43.2	25	18.8
Stallions 1.5years	old 121	39	32.23	47	38.84	35	28.93
Мәрескі 2.5years	old 137	49	35.8	56	40.9	32	23.3
Мәрескі 1.5 years	old 150	47	31.3	58	38.7	45	30.0

As can be seen from the data presented in Table 1, all of the breeding stallions ($n=26$) were rated only as elite. Of the 499 mares on the farm, 38.1% were elite, 40.1% first class, and 21.8% second class. 2.5-year-old stallions, in the number of 139 heads, had 54 elite heads (38.8%), 60 heads class I (43.2%), and 25 heads class II (18%). Stallions 1.5 years old, in the number of 121 heads, were classified as: elite - 32%, class I - 39%, and class II - 29%. Mares 2.5 and 1.5 years old had an elite percentage ranging from 36% to 32% for class I and 24% to 27% for class II.

The average measurements and live weights of adult horses are compared to the data from the guidelines for the evaluation of productive horses in Table 2.

Table 2 – Measurements and live weight of adult Kazakh horses of Zhabe type

Indicators	Stallions			Mares		
	according to the instructions	farm Tailak $n=26$	result	according to the instructions	farm Tailak $n=449$	result
Height at the withers, cm	143	145.7 \pm 0.57	\pm 2.7	140	142.8 \pm 0.52	\pm 2.8
Oblique body length, cm	148	152.3 \pm 0.61	\pm 4.3	145	147.6 \pm 0.59	\pm 2.6
Chest circumference, cm	177	183.5 \pm 0.73	\pm 6.5	175	179.7 \pm 0.68	\pm 4.7
Metacarpal circumference, cm	19.0	19.5 \pm 0.19	\pm 0.5	18.5	19.0 \pm 0.12	\pm 0.5
Live weight, kg	430	491.4 \pm 3.78	\pm 61.4	410	445.2 \pm .,12	\pm 35.2

From the data in Table 2, it can be seen that the average body measurements and live weight of breeding stallions are above the standard for class I horses. Specifically, they are 2.7 centimeters taller at the withers, 4.3 centimeters longer in oblique body length, 6.5 centimeters broader in chest circumference, 0.5 cm larger in metacarpal circumference, and 61.4 kg heavier in live weight, which is a 14.3% increase. For mares, the corresponding averages are 2.8 cm taller, 2.6 cm longer, 0.5 cm wider, and 35.2 kg heavier, representing an 8.6% increase in live weight compared to the standard.

Table 3 shows the body measurements and live weight for 1.5- and 2.5-year-old Kazakh horse Zhabe type.

Table 3 – Measurements and live weight of horses

Age, years	n	Measurements, cm				Live weight, kg
		Height at the withers	Oblique body length	Chest circumference	Metacarpal circumference	
stallions						
1.5	121	132.6±0.57	131.4±0.62	156.3±0.72	16.1±0.13	286.5±3.9
2.5	193	138.3±0.69	139.5±0.73	165.6±0.79	17.2±0.11	365.7±4.6
mares						
1.5	137	131.2±0.61	130.4±0.68	154.8±0.68	16.0±0.12	270.3±4.1
2.5	150	136.5±0.72	136.8±0.75	161.2±0.74	16.5±0.10	334.6±3.8

Based on the data from Table 3, we can observe that 1.5-year-old male horses have the following body measurements in centimeters: height at the withers is 132.6 cm, oblique body length is 131.4 cm, chest circumference is 156.3 cm, metacarpal circumference is 16.1 cm, and live weight is 286.5 kg. For 1.5-year-old mares, the corresponding measurements are as follows: height at the withers is 131.2 cm, oblique trunk length is 130.4 cm, chest circumference is 154.8 cm, metacarpal circumference is 16 cm, and live weight is 270.3 kg.

Stallions that are two and a half years old have good body measurements. Their height at the withers is 138.3 centimeters, their oblique body length is 139.5 centimeters, chest circumference is 165.6 centimeters, metacarpal circumference is 17.2 centimeters and their live weight is 365.7 kilograms. Mares have a slightly smaller height at the withers - 136.5 centimeters - and a slightly shorter oblique body length - 136.8 centimeters. However, they still have a large chest circumference - 161.2 centimeters - and metacarpal circumference - 16.5 centimeters. The average values of these measurements and live weight meet the requirements for elite and I-class horses. This indicates good growth and development from an early age, achieved under conditions of year-round grazing and breeding.

In autumn, after the rains, the secondary vegetation of the pasture begins to grow. This increases the nutritional value of the grass, the air temperature decreases and blood-sucking insects disappear. These factors all contribute to lengthening the grazing time for horses and increasing their live weight during this period.

Table 4 shows the changes in stallion live weight during the autumn feeding period.

Table 4 – Live weight and average daily gains of stallions during the autumn feeding period (n=10 heads)

Groups	Unit	Weigh-in date (2023)					
		5.10	15.10	25.10	4.11	14.11	24.11
Stallions 1.5 years old	kg	278.7	281.8	283.8	284.8	285.3	285.7
	g	-	310	200	100	50	40
Stallions 2.5 years old	kg	353.8	357.2	359.5	360.6	361.4	361.8
	g	-	340	230	40	80	40

The most intense feeding period occurred between October 5 and 25, during which time the horses gained between 255 and 285 grams per day. After this period, the gains began to decrease as the horses reached their peak level of fatness.

According to the data in Table 4, the stallions that survived the summer heat had a lower average body fat content than usual. After the 20th day of feeding, their daily weight gain decreased gradually, reaching only 40 grams in the last 11 days.

To assess the meat productivity of Kazakh horses Zhabe type, a slaughter of 2.5-year-old stallions was performed on November 24, 2023 at the Tailak slaughterhouse after the autumn feeding. The results showed that the carcass weight of the stallions after feeding was quite high, reaching 194 kg.

The slaughter yield was 53.9% and the pre-slaughter live weight was 360 kg. When analyzing the morphological composition of each cut and the entire carcass, we determined the proportion of boneless meat and bone (Table 5).

Table 5 – Morphological composition of horse carcasses by grade

Carcass cuts	Tissue			
	Pulp		Bone	
	kg	%	Kg	%
Zhaya	1.8	1.1	--	-
Kazy	20.0	12.3	1.4	4.5
I Grade	77.3	47.5	11.4	36.4
II Grade	59.8	36.8	14.0	44.7
III Grade	3.8	2.3	4.5	14.4
Total in carcass	162.7	100	31.3	100

From the above data, we can see that the highest pulp yield in the carcasses of stallions was observed in Grade I at 47.5%, followed by Grade II at 36.8% and kazy at 12.3%. The lowest amount of pulp was found in Grade III at 2.3%. The largest number of bones in the carcass was found in Grade II at 44.7%, followed by Grade I at 36.4% and Grade III with 14.4% bones. The smallest number of bones was found in kazy at 4.5%. Overall, there was 5.2 kg of meat per 1 kg of bone.

Based on our analysis of the morphological composition of stallion carcasses, we can conclude that the pulp yield increased in younger animals after autumn feeding.

The modern Kazakh horse breed of the Zhabe type shows a high level of intra-breed genetic variability within the sample of studied horses (Fig. 1)

111 different alleles were found in the 17 short tandem repeat (STR) loci that were studied. The number of alleles in 20 horses tested per locus ranged from 4 to 9, with an average of 6.529 alleles for each locus. The highest number of alleles was found in the autosomal loci ASB17 (9 alleles), AB2 (8 alleles), CA425 (8 alleles). HTG10 and VHL20 (8 loci each) Table 6.

Table 6 – Alleles identified in the experimental sample of the Kazakh horse breed Zhabe type (n=20)

№	Locus	Localization (chromosome)	Number of alleles per locus (Na)	Alleles
1	AHT4	24	7	H**, O**, N, K*, L*, J*, I*
2	AHT5	8	6	K**, M*, J**, O**, N, I*
3	ASB2	15	8	K, O*, Q, B, N, M*, P*, I*
4	ASB17	2	9	H*, R**, N, M, L*, G*, Q*, F*, K*
5	ASB23	3	7	K**, U, J*, S**, I, H*, L*
6	CA425	28	8	G, O*, L*, N**, F*, M**, I*, J*
7	HMS1	15	5	J**, M**, K*, N*, I*
8	HMS2	10	6	J, K, H, I**, M*, L
9	HMS3	9	6	P**, Q*, O, M**, R*, N*
10	HMS6	4	6	O**, Q*, L, P, M, K
11	HMS7	1	6	J*, L**, M*, K*, N**, O*
12	HTG4	9	5	M**, P*, L, K, O*
13	HTG6	15	5	J, O**, I, M*, G
14	HTG7	4	4	K**, O**, M**, N
15	HTG10	21	8	M, Q*, R, O**, P*, N*, S*, L*
16	LEX3	X	7	L**, N, M*, F*, K*, P*, H*
17	VHL20	30	8	M, Q, I, N, R, O, P, J

Notes: * alleles that are rare for the population with an occurrence frequency of <5.0%
** alleles with a frequency of occurrence $\geq 50.0\%$

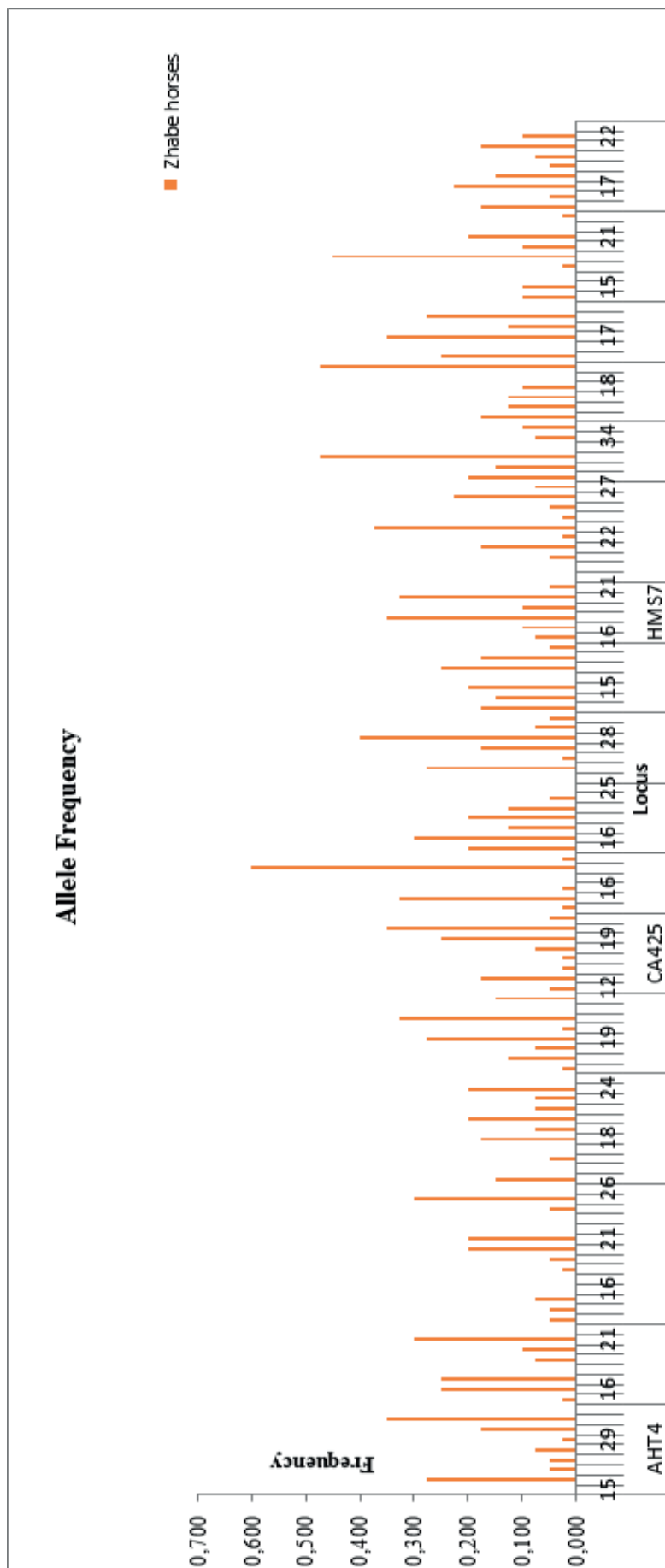


Figure 1 – Allele frequencies for the population of Kazakh horses breed type Zhabe (n=20) with a graph showing the distribution of loci for codominant data

The number of effective alleles at each locus varied significantly, ranging from 2,139 (HMS1) to 6,557 (ASB2), with an average of 4,340 alleles per locus. The observed heterozygosity also varied significantly, from 0.400 (LEX3) to 1,000 (AHT5), with an average of 0.794. (Table 7).

Table 7 – Genetic characteristics of the Kazakh horse breed type Zhabe according to 17 STR DNA loci (n=20)

Locus	Na	Ne	Ho	He	FIS
AHT4	7	4.167	0.900	0.760	-0.184
AHT5	6	4.324	1.000	0.769	-0.301
ASB2	8	6.557	0.850	0.848	-0.003
ASB17	9	5.369	0.850	0.814	-0.045
ASB23	7	4.420	0.850	0.774	-0.099
CA425	8	4.396	0.700	0.773	0.094
HMS1	5	2.139	0.700	0.533	-0.315
HMS2	6	4.908	0.850	0.796	-0.068
HMS3	6	3.636	0.850	0.725	-0.172
HMS6	6	5.298	0.850	0.811	-0.048
HMS7	6	3.902	0.800	0.744	-0.076
HTG4	5	3.292	0.900	0.696	-0.293
HTG6	5	3.361	0.800	0.703	-0.139
HTG7	4	3.620	0.600	0.724	0.171
HTG10	8	4.278	0.700	0.766	0.086
LEX3	7	3.653	0.400	0.726	0.449
VHL20	8	6.452	0.900	0.845	-0.065
Average value*		4.340	0.794	0.753	-0.059

Na – number of detected alleles; Ne – number of effective alleles; Ho – observed heterozygosity
He – expected heterozygosity; FIS – individual fixation index

Discussion and Conclusion

Based on the results of the study, the average number of alleles per locus (Na), the effective number of alleles (Ne), and the expected (He) and observed (Ho) levels of heterozygosity indicate that the intrapopulation genetic diversity of the Kazakh horses Zhabe type is high. This suggests that this breed has significant genetic potential. FIS is an individual fixation index, which indicates a decrease in heterozygosity due to non-random mating and is a measure of the difference in genotypic frequencies from those expected in Hardy-Weinberg equilibrium within subpopulations, in terms of either a lack or an excess of heterozygotes.

At FIS >0, there is a deficit of heterozygous individuals (related mating), while at FIS <0, there is an excess of heterozygotes (unrelated mating). At FIS=0, mating is random. The highest calculated values of FIS were observed for the loci HTG7 and LEX3, with averages of 0.171 and 0.449, respectively. The average FIS value was -0.059, indicating that the inbreeding coefficient is negative, suggesting that the genetic diversity within the Kazakh horses Zhabe type is maintained within the analyzed population.

Breeding work with Kazakh horses Zhabe type is carried out at the Tailak farm in the Zharminsky district of East Kazakhstan region. This involves the purposeful reproduction, cultivation, and widespread use of horses with the best origin, exterior, productivity, and adaptability to year-round grazing. Strict culling is also used to remove the worst individuals based on these characteristics.

Kazakh horses Zhabe type differ from other local horses by their higher live weight and larger body measurements. The results of a study on 17 short tandem repeat (STR) loci in the DNA of Kazakh Zhabe horses indicate that they have a allele pool with a significant number of identified alleles and high genetic diversity. These findings will be used to compare the allele pools of other local breeds with similar productive characteristics and to update the genetic database.

Authors' Contributions

KI, AM and VS: Conceptualized and designed the study, conducted a comprehensive literature search, analyzed the gathered data and drafted the manuscript. DK, ShK and ST: Conducted the final revision and proofreading of the manuscript. All authors have read, reviewed, and approved the final manuscript.

Information on funding

This work was carried out within the framework of grant funding for scientific and (or) and technical projects for 2022–2024 of the Ministry Education and Science of the Republic of Kazakhstan AP19677892 “Preservation and assessment of the genetic diversity of horses of the Kazakh breed using whole genome sequencing”.

References

- 1 Акимбеков, АР., Юлдашбаев, ЮА. (2017). Продуктивность казахских лошадей типа жабе при разведении по линиям. *Зоотехния*, 5, 13.
- 2 Рзабаев, С., Рзабаев, ТС, Рзабаев, КС. (2021). Высокопродуктивный генофонд местных пород лошадей табунного содержания республики Казахстан. Актөбе: 83.
- 3 Рзабаев, С., Рзабаев, ТС, Рзабаев, КС. (2022). Селекционные достижения по продуктивному коневодству Актюбинской популяции за годы независимости Казахстана. Актөбе: 84.
- 4 Кузнецов, ВМ. (2021). Оценка генетической дифференциации популяций молекулярным дисперсионным анализом (аналитический обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*, 22(2), 167-187.
- 5 Ellegren, H., Jihansson, M., Sandberg, K., Andersson, L. (1992). Cloning of highly polymorphic microsatellites in the horse. *Animal Genetics*, 23, 133-42. DOI: 10.1111/j.1365-2052.1992.tb00032.x.
- 6 Marklund, S., Ellegren, H., Eriksson, S., Sandberg, K., Andersson, L. (1994). Parentage testing and linkage analysis in the horse using a set of highly polymorphic horse microsatellites. *Animal Genetics*, 5, 19-23.
- 7 Li, C., Wang, Z., Liu, B. Yang, Sh., Zhu, Zh., Fan, B., Shuhong Zhao, M.Y., Li, K. (2004). Evaluation of the genetic relationship among ten Chinese indigenous pig breeds with twenty-six microsatellite markers. *Asian-Australas Journal of Animal Sciences*, 17, 441-444. DOI:10.5713/ajas.2004.441.
- 8 Zhang, JH, Xiong, YZ, Deng, CY. (2005). Correlations of genic heterozygosity and variances with heterosis in a pig population revealed by microsatellite DNA marker. *Asian-Australas Journal of Animal Sciences*, 18, 5: 620-625.
- 9 Bowling, AT, Eggleston-Stott, ML, Byrns, G., Clark, RS, Dileanis, S., Wictum, E. (1997). Validation of microsatellite markers for routine horse parentage testing. *Animal Genetics*, 28, 247-52.
- 10 Van de Goor, LH, van Haeringen, WA, Lenstra, JA. (2011). Population studies of 17 equine STR for forensic and phylogenetic analysis. *Animal Genetics*, 42(6), 627-633.
- 11 Галинская, Т., Щепетов, Д., Лысенков, С., (2019). Предубеждения о микросателлитных исследованиях и как им противостоять. *Генетика*, 55, 617-632.
- 12 Методика определения мясной продуктивности лошадей. (1974). ВНИИК, Москва: 5-22.
- 13 Стандарт Республики Казахстан. СТ РК 1303-2015 Мясо и мясные продукты. Изделия национальные конские. (2015). Технические условия. 34.
- 14 Van De Goor, LHP, Panneman, H., Van Haeringen, WA. (2010). A proposal for standardization in forensic equine DNA typing: allele nomenclature for 17 equine-specific STR loci. *Animal Genetics*, 41(2), 122-127.
- 15 Peakall, R., Smouse, PE. (2012). GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics*, 28, 2537-2539.

References

- 1 Akimbekov, AR, Yuldashbaev, YuA. (2017). Produktivnost' kazahskih loshadej tipa zhabe pri razvedenii po liniyam. *Zootehniya*, 5, 13. [In Russ].

2 Rzabaev, S., Rzabaev, TS, Rzabaev, KS. (2021). Vysokoproduktivnyi genofond mestnyh porod loshadej tabunnogo soderzhaniya respubliki Kazahstan. Aktobe: 83. [In Russ].

3 Rzabaev, S., Rzabaev, TS, Rzabaev, KS. (2022). Selekcionnye dostizheniya po produktivnomu konevodstvu Aktyubinskoi populyacii za gody nezavisimosti Kazahstana. Aktobe: 84. [In Russ].

4 Kuznecov, VM. (2021). Ocenka geneticheskoi differenciacii populyacii molekulyarnym dispersionnym analizom (analiticheskii obzor). *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 22(2), 167-187. [In Russ].

5 Ellegren, H., Jihansson, M., Sandberg, K., Andersson, L. (1992). Cloning of highly polymorphic microsatellites in the horse. *Animal Genetics*, 23, 133-42. DOI: 10.1111/j.1365-2052.1992.tb00032.x.

6 Marklund, S., Ellegren, H., Eriksson, S., Sandberg, K., Andersson, L. (1994). Parentage testing and linkage analysis in the horse using a set of highly polymorphic horse microsatellites. *Animal Genetics*, 5, 19-23.

7 Li, C., Wang, Z., Liu, B. Yang, Sh., Zhu, Zh., Fan, B., Shuhong Zhao, MY, Li, K. (2004). Evaluation of the genetic relationship among ten Chinese indigenous pig breeds with twenty-six microsatellite markers. *Asian-Australas Journal of Animal Sciences*, 17, 441-444. DOI:10.5713/ajas.2004.44110.

8 Zhang, JH, Xiong, YZ, Deng, CY. (2005). Correlations of genic heterozygosity and variances with heterosis in a pig population revealed by microsatellite DNA marker. *Asian-Australas Journal of Animal Sciences*, 18, 5: 620-625.

9 Bowling, AT, Eggleston-Stott, ML, Byrns, G., Clark, RS, Dileanis, S., Wictum, E. (1997). Validation of microsatellite markers for routine horse parentage testing. *Animal Genetics*, 28, 247-52.

10 Van de Goor, LH, van Haeringen, WA, Lenstra, JA. (2011). Population studies of 17 equine STR for forensic and phylogenetic analysis. *Animal Genetics*, 42(6), 627-633.

11 Galinskaja, T., Shhepetov, D., Lysenkov, S., (2019). Predubezhdeniya o mikrosatellitnyh issledovaniyah i kak im protivostojat!. *Genetika*, 55, 617-632. [In Russ].

12 Metodika opredeleniya mjasnoj produktivnosti loshadei. (1974). VNIIC, Moskva: 5-22. [In Russ].

13 Standart Respubliki Kazahstan. ST RK 1303-2015 Myaso i myasnye produkty. Izdeliya nacional'nye konskie. (2015). *Tehnicheskie usloviya*, 34. [In Russ].

14 Van De Goor, LHP, Panneman, H., Van Haeringen, WA. (2010). A proposal for standardization in forensic equine DNA typing: allele nomenclature for 17 equine-specific STR loci. *Animal Genetics*, 41(2), 122-127.

15 Peakall, R., Smouse, PE. (2012). GenAIEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics*, 28, 2537-2539.

Қазақ жабе типіндегі жылқыны асылдандыру жұмыстары

Исхан Қ.Ж., Махмутов А.Х., Строчков В.М., Кабылбекова Д.И.,
Касымбекова Ш.Н., Бименова Ж.Ж.

Түйін

Негізі және мақсаты. Жабе типті қазақ жылқылары жергілікті жылқылардан тірі салмағының жоғарылығымен және денесінің үлкендігімен ерекшеленеді. Шығыс Қазақстан облысы, Жарма ауданындағы «Тайлақ» шаруа қожалығында «Жабе» типті қазақ жылқыларымен асыл тұқымды мал тұқымын асылдандыру жұмысы, олардың шығу тегін, сыртқы түрін, өнімділігін, жыл бойы жайылымға жарамдылығын және айғырлар мен биелердің ұрпақтарының сапасын ескере отырып, үздік дараларды мақсатты түрде көбейту, өсіру және кеңінен пайдалану жолымен жүргізілді. Осы сипаттарға сәйкес келмейтіндерінен қатаң түрде бас тартылады. Зерттеудің мақсаты ет өнімділігін анықтау және ДНҚ маркерлерінің көмегімен жабе типті қазақ жылқыларының қазіргі популяциясының үлгісінің генетикалық сипаттамаларын зерттеу болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Зерттеуге материал ретінде Жабе типті қазақ тұқымды 20 жылқының ДНҚ генотиптік деректері алынды. Жылқылар Халықаралық жануарлар генетикасы қоғамы (ISAG) ұсынған 17 STR loci бойынша генотиптелді. Аллельдерді анықтау үшін халықаралық алфавиттік код қолданылды. Генетикалық және популяциялық талдаулар GenAIEx

бағдарламалық құралының 6.5 көмегімен орындалды. Төмендегі көрсеткіштер есептелді: бір локусқа келетін аллельдердің орташа саны (N_a), аллелдердің тиімді саны (N_e), күтілетін (H_e) және байқалған гетерозиготалық (H_o) деңгейлері және инбридинг коэффициенті (FIS).

Нәтижелер. Жабе типті қазақ жылқыларының ДНҚ-ның 17 STR локусын зерттеу олардың анықталған аллельдердің айтарлықтай саны мен жоғары генетикалық өзгергіштігі бар бірегей аллельдік қоры бар екенін көрсетті. Орташа инбридинг коэффициенті (FIS) теріс (-0,059), бұл тұқымның генетикалық әртүрлілігі осы топ ішінде сақталғанын көрсетеді.

Қорытынды. Бұл жылқылардың жетілдірілуі ұрпақтан-ұрпаққа берілетін өнімділік үшін генетикалық потенциалы жоғары жануарларды өсіру және өсіру арқылы жүзеге асырылады. Бұл өсіруге қажетті қасиеттері бар жылқыларды мұқият таңдау арқылы жасалады.

Кілт сөздер: тірі салмақ; экстерьер; селекция; STR маркерлер; өлшемдер; таңдау.

Племенная работа с казахскими лошадьми типа Жабе

Исхан К.Ж., Махмутов А.Х., Строчков В.М., Кабылбекова Д.И.,
Касымбекова Ш.Н., Бименова Ж.Ж.

Аннотация

Предпосылка и цель. Казахские лошади типа Жабе отличаются от местных лошадей более высокой живой массой и крупными размерами тела. Племенная работа с казахскими лошадьми типа Жабе ведется в хозяйстве «Тайлак» Жарминского района Восточно-Казахстанской области путем целенаправленного воспроизводства, выращивания и широкого использования лучших особей по происхождению, экстерьеру, продуктивности, приспособленности к круглогодичному выпасу и качеству потомства от жеребцов и кобыл. Особи, не соответствующие этим стандартам, строго выбраковываются. Целью исследований является определение мясной продуктивности и изучение генетических особенностей выборки современной популяции казахских лошадей типа Жабе с использованием ДНК-маркеров.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили данные генотипирования ДНК 20 лошадей казахской породы типа Жабе. Генотипирование лошадей проводили по 17 STR-локусам, рекомендованным Международным обществом генетики животных (ISAG). Для идентификации аллелей использовали международный алфавитный код. Генетический и популяционный анализы проводили с использованием программного обеспечения GenAIEx 6.5. Рассчитывали следующие показатели: среднее число аллелей на локус (N_a), эффективное число аллелей (N_e), уровни ожидаемой (H_e) и наблюдаемой гетерозиготности (H_o), коэффициент инбридинга (FIS).

Результаты. Исследование 17 STR-локусов ДНК казахских лошадей типа Жабе показало, что они имеют аллелофонд со значительным числом идентифицированных аллелей и высокой генетической изменчивостью. Средний коэффициент инбридинга (FIS) отрицательный (-0,059), что свидетельствует о сохранении генетического разнообразия данной породы в пределах данной группы.

Заклучение. Улучшение этих лошадей достигается путем разведения и выращивания животных с высоким генетическим потенциалом продуктивности, который передается из поколения в поколение. Это осуществляется путем тщательного отбора лошадей с желаемыми признаками для разведения.

Ключевые слова: живая масса; экстерьер; отбор; STR маркеры; промеры; селекция.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 3 (122). - Б. 94-103. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3(122).1771

УДК 613.43:[579.87:633.358]

Фунгицидные свойства почвенных актиномицетов и их влияние на рост и развитие гороха

Науанова А.П.^{1,2} , Алгожина А.Ш.¹ , Касипхан А.¹ , Назарова А.Ж.¹ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

²Товарищество с ограниченной ответственностью «Био-КАТУ»

Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Науанова А.П.: nauanova@mail.ru

Соавторы: (1:AA) asya.kz@mail.ru; (2: AK) akgul-03@mail.ru; (3: AH) nazar_aiman@mail.ru

Получено: 24-09-2024 **Принято:** 27-09-2024 **Опубликовано:** 30-09-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. В настоящее время повышается роль биологических препаратов по сравнению с химическими. Основное их преимущество – снижение пестицидной нагрузки на агроценозы и получение более экологически чистой и полезной продукции. Целью исследования является изучение фунгицидной активности почвенных актиномицетов по отношению к возбудителям болезней и ростостимулирующих свойств гороха. Исследование почвенных актиномицетов является перспективным направлением в растениеводстве для воздействия против фитопатогенных грибов и стимулирования роста сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы. Антагонистическая активность актиномицетов против грибных заболеваний гороха проверена в лабораторных условиях методом агаровых блочков. Ростостимулирующие свойства культуральных фильтратов актиномицетов по отношению к проросткам семян гороха изучены по методу Берестецкого О.А. В полевых условиях проведена оценка влияния инокуляции семян гороха активными штаммами актиномицетов на структуру урожая.

Результаты. Проведенные исследования показали, что актиномицеты *Streptomyces microsporus* штамм 12, *Streptomyces auratus* штамм 42 и *Streptomyces platensis* штамм 44 могут быть перспективными агентами для биоконтроля грибных инфекций гороха, так как обладают высокой антагонистической активностью. В отношении гриба *Fusarium oxysporum* антагонизм проявлялся с формированием зоны лизиса диаметром 20-27 мм, в отношении *Alternaria trititica* №8 ингибирование роста фитопатогена составило от 12 до 18 мм, *Alternaria tenuissima* №5 был подавлен на 12-17 мм, *Drechslera graminea* №2 – от 12 до 35 мм.

Стимулирующее действие на проростки оказали штаммы №37, №23, №31, за счет веществ, выделяемых актиномицетами в среду обитания. Ризогенный эффект проявлялся у штаммов №1, №10, №12, №43, длина корней в этих вариантах увеличилась до 50% по сравнению с контролем.

При применении различных штаммов актиномицетов и консорциума в полевых условиях установлено подавление развития корневой гнили на 28-64% в начальный период роста гороха и до 88,6% в фазе цветения.

Инокуляция семян гороха активными штаммами актиномицетов положительно влияла на элементы структуры урожая гороха.

Закключение. Штаммы № 12, 42, 44, 37, 23 можно использовать при создании биопрепаратов для стимулирования роста гороха и в борьбе против грибных заболеваний данной культуры.

Ключевые слова: актиномицеты; фитопатогены; штамм; возбудитель болезни.

Введение

Контроль за популяциями фитопатогенных грибов, вызывающих различные заболевания сельскохозяйственных культур, остается злободневной проблемой, решение которой может снизить потери урожая [1]. Применение химически синтезированных препаратов, используемых в борьбе против фитопатогенов, в подавляющем большинстве, являются токсичными, мутагенными, загрязняющими продукцию сельского хозяйства и окружающую среду [2]. Важная роль в улучшении фитосанитарного состояния почв и повышении устойчивости растений к фитопатогенам принадлежит микробным препаратам.

Среди почвенных микроорганизмов особое внимание исследователей привлекают актиномицеты, широко известные как антагонисты возбудителей болезней человека, животных и растений [3]. Однако, количество препаратов на их основе для растениеводства очень ограничено. Актуальность их применения очевидна в «органическом земледелии», которое нацелено на получение продуктов высокого качества.

Кроме того, известно, что актиномицеты являются активными продуцентами аминокислот, липидов, витаминов и прочих биологически активных веществ, обладающих свойством стимулировать рост и развитие других организмов или усиливать те или иные жизненные процессы [4]. Стимулирующий эффект прорастания семян растений обусловлен сложным комплексом факторов, в который входят и гормоны роста растений (ауксины, гиббереллины и пр.), витамины, некоторые аминокислоты и ряд других веществ [5].

Современные требования выращивания продукции сельского хозяйства без использования химических препаратов, к которому стремятся большинство развитых стран мира, стимулирует развитие новых биологических подходов. Впервые, используя потенциал почвенных актиномицетов, было изучено их влияние на подавление фитопатогенных грибов у растений гороха. Показана значимая роль актиномицетов в формировании резистентности у гороха к фитопатогенным грибам. Поэтому почвенные актиномицеты представляют особый интерес в качестве источника эффективных биофунгицидов.

Целью исследования было изучение фунгицидных свойств почвенных актиномицетов и их влияние на рост и развитие гороха в условиях *in vitro* и *in vivo*.

Материалы и методы

Эксперименты проведены в лабораторных и полевых условиях, в экспериментально-производственной лаборатории биотехнологии микроорганизмов ТОО «БИО-КАТУ» и на стационарном поле ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева».

Объектами исследований служили образцы почв, штаммы актиномицетов, семена гороха.

Различные штаммы актиномицетов выделены из различных типов почв Северного Казахстана. Изучение антагонистической активности актиномицетов по отношению к основным возбудителям болезней сельскохозяйственных культур проводили двумя методами: метод агаровых блочков по Красильникову Н.А. [6] и метод встречных культур. Для получения агаровых блочков культуры фитопатогенных грибов культивированы на подкисленной плотной среде Чапека-Докса. Одновременно на такой же среде отдельно были выращены штаммы антагонистов. При получении сплошного «газона» стерильным пробочным сверлом были вырезаны блочки диаметром 10 мм с мицелием грибов и были перенесены на поверхность тест-организма. На 7-е сутки совместного культивирования грибов определяли зоны ингибирования роста фитопатогена. О степени антагонистической активности судили по диаметру зоны подавления роста гриба.

В лабораторных условиях по методике Берестецкого О.А. определяли ростостимулирующие свойства культуральных фильтратов (КФ) актиномицетов по отношению к проросткам семян гороха сорта Неосыпающий-1. Семена обрабатывались КФ в течение 24 часов. В каждом варианте было взято по 30 семян без внешних признаков заболевания. По истечении времени семена ополаскивались водопроводной водой, переносились на фильтровальную бумагу в чашки Петри, где культивировались 7 суток при температуре 20-22 °С. Были проанализированы на следующие показатели: всхожесть семян, длина ростков и корней [7].

В полевых опытах использовался сорт гороха Неосыпающийся-1. На опытных вариантах семена гороха были обработаны суспензионной культурой отдельно взятых актиномицетов *S. xantholiticus* штамм 7, *S. microsporus* штамм 12, *S. auratus* штамм 42 и консорциума *Act. spp.* штаммы 6+14+23. Повторность опыта трёхкратная, размещение делянок рендоизированное. Размер делянок 1 м². Срок посева – 24 мая. Глубина заделки - 6-7 см. Норма высева – 350 шт/м² всхожих семян. В контрольном варианте семена не инфицировали штаммами актиномицетов. Структурный анализ урожайности проводили согласно общепринятым методикам [8].

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием и распространением различных заболеваний гороха.

Распространение болезни определяли по формуле (1):

$$R = \frac{n \times 100}{N}, \quad (1)$$

где R - % пораженности посевов или распространение болезни;

n - количество больных растений в пробе;

N - общее число анализируемых растений.

Развитие болезни определяли по формуле (2):

$$P = \left(\frac{\sum(a \times b)}{AK} \right) \times 100, \quad (2)$$

где P - развитие болезни, %;

a - число растений с одинаковыми признаками поражения;

b - соответствующий этому признаку балл поражения;

Σ - сумма произведения числовых показателей $a \times b$;

A - число растений в учете;

K - высший балл учетной шкалы.

Биологическую эффективность (Бэф) препаратов определяли по формуле (3):

$$\text{Бэф.} = (P_k - P_o) \times 100 : P_k, \quad (3)$$

где P_o – пораженность растений болезнями в опыте;

P_k – тот же показатель в контроле.

Результаты и обсуждение

В литературе имеется много данных о положительном влиянии чистых культур бактерий, грибов и актиномицетов на рост и урожай растений. Микробы – активаторы увеличивают процент всхожести семян, ускоряют рост проростков, а нередко и изменяют характер биохимических процессов [9, 10].

Чистые культуры выделенных актиномицетов протестированы по ростостимулирующим свойствам в отношении проростков гороха (таблица 1). Стимуляция роста растений может происходить за счет веществ, выделяемых актиномицетами в среду обитания: биотин, тиамин, рибофлавин, пантотеновая и никотиновая кислоты, каротиноидные пигменты, аминокислоты, ауксины и другие ростовые вещества [11].

Таблица 1 – Влияние культуральных фильтратов штаммов актиномицетов на рост проростков гороха

Вариант	Всхожесть семян, %	В отношении контроля, %	Длина корешков, см	В отношении контроля, %	Длина ростков, см	В отношении контроля, %
Контроль	70,0	100	1,9±,03	100	1,3±0,2	100
Штамм №1	79,0	113	3,0±0,05	158	1,5±0,1	115
Штамм №2	80,0	114	2,2±0,1	116	1,55±0,2	119

Продолжение таблицы 1

Штамм №3	78,0	111	2,4±0,1	126	2,0±0,1	154
Штамм №4	68,5	98	1,7±0,05	89	2,0±0,05	154
Штамм №10	71,0	101	3,45±0,1	179	1,95±0,1	150
Штамм №11	54,0	77	2,75±0,25	142	1,3±0,2	100
Штамм №12	84,5	121	3,8±0,1	200	2,2±0,1	169
Штамм №15	46,0	66	2,7,0±0,2	142	1,5±0,2	115
Штамм №16	52,0	74	1,6±0,05	84	1,75±0,1	135
Штамм №23	84,0	120	3,4±0,1	179	2,4±0,1	185
Штамм №25	54,0	77	3,0±0,1	158	1,75±0,2	135
Штамм №28	58,0	83	3,0±0,25	158	2,3±0,05	177
Штамм №30	40,0	57	1,3±0,25	68	1,3±0,02	100
Штамм №31	59,0	84	2,8±0,1	150	2,4±0,05	185
Штамм №34	59,0	85	3,6±0,2	189	2,3±0,1	177
Штамм №36	58,0	83	2,2±0,1	116	1,5±0,2	115
Штамм №37	71,0	101	2,7±0,05	142	2,5±0,2	192
Штамм №40	72,0	103	3,5±0,2	184	2,1±0,05	161
Штамм №41	58,0	83	1,9±0,2	100	1,2±0,1	92
Штамм №43	72,0	103	3,5±0,2	184	2,2±0,2	169
Штамм №46	42,0	60	2,6±0,1	153	1,8±0,2	138
Штамм №47	49,5	71	4,1±0,2	216	2,3±0,05	177

Всхожесть – важнейший показатель качества семян, определяющий пригодность семенного материала к посеву. Обработка семян суспензионной культурой из числа испытуемых штаммов №2, №12, №23 повышала всхожесть семян до 14%. Почти 40% штаммов оказали ингибирующее действие на всхожесть семян гороха.

Подтверждение того факта, что экзометаболиты актиномицетов, способны повышать всхожесть представлены в работе Бурцевой С.А. с соавторами на примере табака [12].

При анализе влияния штаммов актиномицетов на морфометрические показатели было установлено, что длина ростков колебалась от 1,2 до 2,5 см. Стимулирующее действие на проростки оказали штаммы №37, №23, №31. Чуть ниже показатели по степени роста проростков семян гороха были у штаммов №4, №12, №28, №34, № 47, но больше, чем на контрольном варианте.

Однако, во многих вариантах, где семена были обработаны КФ актиномицетов, у проростков гороха показатели проростка были в 1,5-2,0 раза выше, чем на контроле.

Угнетающее действие на рост семян гороха связано с наличием среди метаболитов исследованных актиномицетов фитотоксинов [13]. Некоторые токсины вызывают внешне слабо выраженное угнетение роста растений, которое, отражается на биохимических процессах, протекающих в тканях. В таких растениях нарушается химический состав.

Ризогенный эффект проявлялся у штаммов №1, №10, №12, №43, так длина корней в этих вариантах увеличилась до 50% по сравнению с контролем.

Одним из актуальных вопросов на сегодняшний день является поиск новых эффективных штаммов микроорганизмов для разработки на их основе экологически безопасных средств защиты культур от различных болезней, применяемых в сельском хозяйстве. Основное направление таких поисков - селекция микроорганизмов-интродуцентов, содействующих стабилизации структуры биоценоза, которые в свою очередь нацелены на подавление фитопатогенов [14].

Следует отметить, что с каждым годом мутации среди патогенов, их устойчивость к уже существующим антибиотикам и биологически активным веществам, заставляет ученых по всему

миру искать новые способы их контроля [15]. И актиномицеты притягивают к себе все больше внимания, так как исследования в этой области многообещающие.

Выделенные штаммы актиномицетов испытаны в качестве антагонистов возбудителей наиболее распространенных грибных болезней. В качестве тест-микроорганизмов взяты возбудители различных типов корневых гнилей, альтернариоза семян, фузариоза, гельминтоспориоза и пятнистости листьев сельскохозяйственных культур.

В таблице 2 показаны антагонистические свойства некоторых штаммов по отношению к *Fusarium oxysporum*, *Alternaria triticina*, *Alternaria tenuissima* и *Drechslera graminea*, которые были выделены из больных листьев и стеблей растений.

Таблица 2 – Антагонизм штаммов рода *Streptomyces* по отношению к возбудителям корневых гнилей, альтернариоза семян, фузариоза, гельминтоспориоза и пятнистости листьев зернобобовых культур

Тестируемые штаммы актиномицетов	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Alternaria triticina</i> №8	<i>Alternaria tenuissima</i> №5	<i>Drechslera graminea</i> №2
Диаметр зоны ингибирования роста гриба, мм				
<i>Streptomyces cirratus</i> штамм 3	5,0±0,1	15,0±0,13	25,0±0,05	10,0±0,05
<i>Streptomyces parvus</i> штамм 5	12,0±0,1	12,0±0,05	12,0±0,1	11,0±0,05
<i>Streptomyces microsporus</i> штамм 12	27,0±0,17	18,0±0,1	12,0±0,13	35,0±0,13
<i>Streptomyces badius</i> штамм 13	3,0±0,1	-	-	35±0,1
<i>Streptomyces pratensis</i> штамм 15	10,0±0,11	10,0±0,13	12,0±0,11	30,0±0,05
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 23	8,0±0,05	22,0±0,05	19,0±0,17	9,0±0,07
<i>Streptomyces sindenensis</i> штамм 28	5,0±0,2	4,0±0,1	16,0±0,11	10,0±0,01
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 32	12,0±0,3	24,0±0,2	19,0±0,13	12,0±0,05
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 33	11,0±0,21	11,0±0,17	12,0±0,13	33,0±0,1
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 38	7,0±0,05	18,0±0,13	18,0±0,13	13,0±0,13
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 39	14,0±0,05	1,0±0,2	3,0±0,17	20,0±0,11
<i>Streptomyces auratus</i> штамм 42	20,0±0,13	12,0±0,13	15,0±0,13	12,0±0,17
<i>Streptomyces platensis</i> штамм 44	23,0±0,13	18,0±0,1	17,0±0,11	21,0±0,15
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 45	4,0±0,11	13,0±0,1	13,0±0,11	20,0±0,17
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 46	4,0±0,17	10,0±0,05	10,0±0,1	24,0±0,17
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 47	2,0±0,13	4,0±0,13	4,0±0,05	25,0±0,2

Штаммы актиномицетов *Streptomyces cirratus* штамм 3, *Streptomyces microsporus* штамм 12, *Actinomyces* spp. штамм 23, *Actinomyces* spp. штамм 32 обладали лизирующей активностью в отношении мицелия альтернариозной инфекции, зона лизиса колонии патогена превышала 15 мм, в некоторых случаях достигала до 24 мм (штамм 32). Среди тестируемых актиномицетов 58,3% штаммов имели ингибирующее действие против основного возбудителя пятнистости листьев - *Drechslera graminea*, зона ингибирования колонии патогена под действием антагониста колебалась в пределах от 9 мм до 35 мм. Возбудители фузариоза были слабо подвержены лизису при совместном культивировании антагонистами. Однако, лизис колонии возбудителя фузариоза произошел под действием активных веществ *Streptomyces microsporus* штамм 12, также отмечен антагонизм данного штамма по отношению ко всем испытуемым возбудителям грибных болезней.

При применении различных штаммов актиномицетов и консорциума установлено подавление развития корневой гнили (таблица 3). В начальный период роста и развития биопрепараты снизили распространение корневой гнили на посевах гороха на 28-64%. К фазе цветения биологическая эффективность данного мероприятия достигало до 88,6% на варианте с применением *S. microsporus* штамм 12.

Таблица 3 – Биологическая эффективность биопрепаратов против корневой гнили гороха

Вариант	Начальная фаза развития		Фаза цветения	
	R	Бэф	R	Бэф
Горох				
Контроль	27,7	-	33,3	-
<i>S. microsporus</i> штамм 12	10	64,0	11,4	88,6
<i>S. xantholiticus</i> штамм 7	20	28,0	15,2	54,3
<i>S. auratus</i> штамм 42	20	28	13,2	60,3
<i>Act. spp.</i> штаммы 6+14+23	11,2	60,0	4,5	86,4
Примечание: - R – распространение болезни, %; - Бэф - биологическая эффективность, %.				

Штаммы актиномицетов фитотоксического действия на растения гороха не оказывали.

Анализ элементов структуры урожайности показал, что за счет применения биопрепаратов сохранность растений гороха по вариантам была выше в сравнении с контролем (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние инокуляции семян гороха активными штаммами актиномицетов на структурные элементы урожая

Вариант	Сохранность растений, %	Число бобов на 1 растение, шт	Число семян, шт/боб	Масса 1000 семян, г	Урожайность, г/1 м ²	Хозяйственная эффективность, %
Контроль	32,6	9,7±0,2	4,8±0,15	198,0	127,8	
<i>S. xantholiticus</i> штамм 7	50,0	10,67±0,1	4,51±0,2	248,0	253,6	49,6
<i>S. microsporus</i> штамм 12	42,6	12,6±0,15	5,2±0,1	239,6	268,9	52,4
<i>S. auratus</i> штамм 42	37,2	9,5±0,2	4,9±0,25	248,3	211,8	39,6
<i>Act. spp.</i> штаммы 6+14+23	63,2	7,43±0,15	4,48±0,2	220,1	225,1	43,2
НСР _{0,5}					1,36	

Штамм *S. microsporus* штамм 12 способствовал повышению количества бобов и семян на одно растение. Применение биопрепаратов повышало массу 1000 семян гороха. Ростстимулирующие свойства препаратов отразилось на урожайности данной культуры. В вариантах с биопрепаратами на основе штаммов *S. microsporus* штамм 12, *S. xantholiticus* штамм 7, *S. auratus* штамм 42 и консорциума *Act. spp.* штаммы 6+14+23 урожай гороха увеличился в среднем на 46,2% по сравнению с контролем.

В целом, инокуляция семян гороха активными штаммами актиномицетов оказала максимальное положительное действие на формирование общего количества растений, массы семян с одного боба, а также на урожайность зернобобовых культур.

Заключение

Выделенные из почвы штаммы актиномицетов в разной степени способны подавлять рост фитопатогенных грибов: метаболиты изучаемых штаммов вызывают образование зон задержки роста фитопатогенных грибов диаметром 15 мм, а у штамма №32 до 24 мм. Гораздо активнее происходит задержка роста фитопатогенных грибов у штамма *Drechslera graminea* (зона лизиса диаметром от 9 до 35 мм).

Выявлены варианты изучаемых штаммов актиномицетов, способные полностью подавлять рост *Fusarium oxysporum* (*Streptomyces microsporus* штамм 12, *Streptomyces auratus* штамм 42, *Streptomyces platensis* штамм 44), *Alternaria triticina* №8 (*Actinomyces spp.* штамм № 23, *Actinomyces spp.* штамм 32),

Alternaria tenuissima №5 (*Streptomyces cirratus* штамм 3, *Actinomyces* spp. штамм 23, *Actinomyces* spp. штамм 32), *Drechslera graminea* №2 (*Streptomyces microsporus* штамм 12, *Streptomyces badius* штамм 13, *Streptomyces pratensis* штамм 15, *Actinomyces* spp. штамм 33).

Обработка семян гороха суспензионной культурой актиномицетов штаммов №1, №12, №34, №40, №47 оказывала стимулирующий эффект на корнеобразование гороха, что привело к увеличению длины корней от 1,6 до 1,9 см в сравнении с контрольным вариантом. Экзометаболиты изучаемых штаммов после обработки семян увеличивают длину ростков от 0,9 до 1,2 см в сравнении с контролем (штаммы № 12, №23, № 28, № 31, № 37, № 47).

В начальный период роста и развития биопрепараты снизили распространение корневой гнили на посевах гороха на 28-64%. К фазе цветения биологическая эффективность данного мероприятия достигало до 88,6% на варианте с применением *S. microsporus* штамм 12.

Инокуляция семян гороха активными штаммами актиномицетов показала хорошие результаты в элементах структуры урожая гороха: повышалась сохранность гороха к моменту уборки, количество бобов и семян на 1 растение, масса 1000 семян, и в целом на урожайности.

Вклад авторов

АН., АА., КА., АН: провели и оформили исследование, поиск литературных источников, проанализировали собранные данные, подготовили рукопись. АП: провела окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Авторы выражают благодарность коллективу лаборатории ТОО «БИО-КАТУ». Статья подготовлена в рамках научно-технической программы ИРН BR21882327 «Разработка новых технологий органического производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

Список литературы

- 1 Strange, RN, Scott, PR. (2005). Plant disease: a threat to global food security. *Annu. Rev. Phytopathol*, 43, 1:83-116. DOI: 10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839.
- 2 Pandit, MA., Kumar, J, Gulati, S, Bhandari, N, Mehta, P, Katyal, R, Kaur, J. (2022). Major biological control strategies for plant pathogens. *Pathogens*, 11(2), 273. DOI: 10.3390/pathogens11020273.
- 3 Torres-Rodriguez, JA, Reyes-Pérez, JJ, Quiñones-Aguilar, EE, Hernandez-Montiel, LG. (2022). Actinomycete potential as biocontrol agent of phytopathogenic fungi: mechanisms, source, and applications. *Plants*, 11(23), 3201. DOI: 10.3390/plants11233201.
- 4 Das, P, Singh, SK, Singh, P, Zeyad, MT, Aamir, M, Upadhyay, RS. (2021). Actinomycetes as biostimulants and their application in agricultural practices. *In Microbiome stimulants for crops*, 267-282. DOI: 10.1016/B978-0-12-822122-8.00021-2.
- 5 Doumbou, CL, Hamby Salove, MK, Crawford, DL, Beaulieu, C. (2001). Actinomycetes, promising tools to control plant diseases and to promote plant growth. *Phytoprotection*, 82(3), 85-102. DOI: 10.7202/706219ar.
- 6 Красильников, НА. (1966). Суть метода заключается в повторном исследовании микроорганизмов и метаболитов. М.: МГУ, 216.
- 7 Берестецкий, ОА. (1982). Изучение фитотоксичности свойств микроскопических грибов. Методы экспериментальной микологии: справочник. Киев: Наук. Думка.
- 8 Мельничук, ДИ. (2013). Растениеводство. Полевая практика.
- 9 Шулепова, ОВ. (2020). Влияние защитных и стимулирующих препаратов на степень поражения семян сортов ярового ячменя фитопатогенами. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*, (2), 61.
- 10 Лукьянова, ОВ, Ступин, АС, Конкина, ВС, Антошина, ОА, Вавилова, НВ. (2022). Эффективность использования биопрепарата для борьбы с листостебельными болезнями зерновых культур. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета*

им. ПА Костычева, 14(2), 57-64. DOI: 10.36508/RSATU.2022.4.2.007.

11 Теппер, ЕЗ, Шильникова, ВК, Переверзева, ГИ. (2004). Практикум по микробиологии, изд. 2.

12 Бурцева, СА, Маслоброд, СН, Акири, ИГ, Братухина, АА, Бырса, МН. (2016). Регуляция роста растений метаболитами стрептомицетов почв Молдовы и перспективы их применения. *Вестник защиты растений*, 89(3), 35-36.

13 Скворцова, ИН, Звягинцев, ДГ, Лукина, НН. (1989). Мутагенная и антимутагенная активность почв. Микроорганизмы и охрана почв. М.: МГУ, 193-204.

14 Burketova, L, Trda, L, Ott, PG, Valentova, O. (2015). Bio-based resistance inducers for sustainable plant protection against pathogens. *Biotechnology advances*, 33(6), 994-1004. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.01.004.

15 Uddin, TM, Chakraborty, AJ, Khusro, A, Zidan, BRM, Mitra, S., Emran, TB, Koirala, N. (2021). Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of infection and public health*, 14(12), 1750-1766. DOI: doi.org/10.1016/j.jiph.2021.10.020.

References

1 Strange, RN, Scott, PR. (2005). Plant disease: a threat to global food security. *Annu. Rev. Phytopathol*, 43, 1:83-116. DOI: 10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839.

2 Pandit, MA, Kumar, J, Gulati, S, Bhandari, N, Mehta, P, Katyal, R, Kaur, J. (2022). Major biological control strategies for plant pathogens. *Pathogens*, 11(2), 273. DOI: 10.3390/pathogens11020273.

3 Torres-Rodriguez, JA, Reyes-Pérez, JJ, Quiñones-Aguilar, EE, Hernandez-Montiel, LG. (2022). Actinomycete potential as biocontrol agent of phytopathogenic fungi: mechanisms, source, and applications. *Plants*, 11(23), 3201. DOI: doi.org/10.3390/plants11233201.

4 Das, P, Singh, SK, Singh, P, Zeyad, MT, Aamir, M, Upadhyay, RS. (2021). Actinomycetes as biostimulants and their application in agricultural practices. *In Microbiome stimulants for crops*, 267-282. DOI: 10.1016/B978-0-12-822122-8.00021-2.

5 Doumbou, CL, Hamby Salove, MK, Crawford, DL, Beaulieu, C. (2001). Actinomycetes, promising tools to control plant diseases and to promote plant growth. *Phytoprotection*, 82(3), 85-102. DOI: 10.7202/706219ar.

6 Krasil'nikov, NA. (1966). Metody izucheniya pochvennyh mikroorganizmov i ih metabolitov. М.: MGU, 216.

7 Berestetsky, OA. (1982). Study of the phytotoxicity properties of microscopic fungi. Methods of experimental mycology: reference book. Kyiv: Nauk. Dumka.

8 Melnichuk, D.I. (2013). Plant growing. Field practice.

9 Shulepova, OV. (2020). The influence of protective and stimulating drugs on the degree of damage to seeds of spring barley varieties by phytopathogens. *Bulletin of Michurinsky State Agrarian University*, (2), 61.

10 Lukyanova, OV, Stupin, AS, Konkina, VS, Antoshina, OA, Vavilova, NV. (2022). The effectiveness of using a biological product to combat leaf-stem diseases of grain crops. *Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after. PA Kostycheva*, 14(2), 57-64. DOI: 10.36508/RSATU.2022.4.2.007.

11 Tepper, EZ, Shilnikova, VK, Pereverzeva, GI. (2004). Workshop on Microbiology, ed. 2.

12 Burketova, L, Trda, L, Ott, PG, Valentova, O. (2015). Bio-based resistance inducers for sustainable plant protection against pathogens. *Biotechnology advances*, 33(6), 994-1004. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.01.004.

13 Skvortsova, IN, Zvyagintsev, DG, Lukina, NN. (1989). Mutagenic and antimutagenic activity of soils. Microorganisms and soil protection. М.: MSU, 193-204.

14 Burketova, L, Trda, L, Ott, PG, Valentova, O. (2015). Bio-based resistance inducers for sustainable plant protection against pathogens. *Biotechnology advances*, 33(6), 994-1004. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.01.004

15 Uddin, TM, Chakraborty, AJ, Khusro, A., Zidan, BRM, Mitra, S., Emran, TB, Koirala, N. (2021). Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of infection and public health*, 14(12), 1750-1766. DOI: 10.1016/j.jiph.2021.10.020.

Топырақ актиномицеттерінің фунгицидтік қасиеттері және олардың бұршақтың өсуі мен дамуына әсері

Науанова А.П., Алгожина А.Ш, Касипхан А., Назарова А.Ж.

Түйін

Алғышарт және мақсат. Қазіргі уақытта химиялық препараттармен салыстырғанда биологиялық препараттардың рөлі артып келеді. Олардың басты артықшылығы - агроценоздарға пестицидтік жүктемені азайту және экологиялық таза және пайдалы өнім алу. Зерттеудің мақсаты – топырақ актиномицеттерінің фунгицидтік қасиеттерін асбұршақтардың өсуі мен дамуы бойынша зерттеу. Топырақ актиномицеттерін зерттеу өсімдік шаруашылығында фитопатогенді саңырауқұлақтарға қарсы әрекет ету және өсуді ынталандыру үшін перспективалы бағыт болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Асбұршақтың саңырауқұлақ ауруларына қарсы актиномицеттердің антагонистік белсенділігі агар блок әдісімен зертханалық жағдайда тексерілді. Асбұршақ өскініне қатысты актиномицеттердің культуралық филтраттарының өсу ынталандырушы қасиеттері О.А.Берестецкий әдісімен анықталды. Бұршақ тұқымын актиномицеттердің белсенді штамдарымен егудің дақыл құрылымына әсері танап жағдайында бағаланды.

Нәтижелер. Жүргізілген зерттеулер *Streptomyces microsporus* 12 шт., *Streptomyces auratus* 42 шт. және *Streptomyces platensis* 44 шт. актиномицеттері асбұршақтың саңырауқұлақ инфекциясын биобақылау үшін келешекте агент ретінде қолдануға болады, себебі олардың антагонистік белсенділігі жоғары. *Fusarium oxysporum* саңырауқұлағына қатысты антагонизм диаметрі 20-27 мм болатын лизис аймағының қалыптасуымен көрінді, *Alternaria triticina* №8 қатысты фитопатогеннің өсуін тежеу 12 мм 18 мм дейін, *Alternaria tenuissima* №5 12-17 мм, *Drechslera graminea* - 12 мм-ден 35 мм-ге дейін өсуі басылды.

Актиномицеттер тіршілік ету ортасына бөлетін заттардың есебінен өскіндерге ынталандырушы әсер №37 шт., №23 шт., №31 штамдар көрсетті. Ризогенді әсер №1 шт., №10 шт., №12 шт., №43 пайда болды, сондықтан бұл нұсқалардағы тамырлардың ұзындығы бақылаумен салыстырғанда 50% дейін өсті.

Егіс алқабында актиномицеттер мен консорциумның әртүрлі штамдарын қолданған кезде бұршақ өсуінің бастапқы кезеңінде тамыр шірігінің дамуын 28-64% және гүлдену кезеңінде 88,6% дейін тежелуі байқалды.

Актиномицеттердің белсенді штамдарымен бұршақ тұқымының инокуляциясы бұршақ дақылының құрылымдық элементтеріне оң әсер етті.

Қорытынды. № 12, 42, 44, 37, 23 штамдарын бұршақтың өсуін ынталандыратын биологиялық өнімдерді жасауда және осы дақылдың саңырауқұлақ ауруларымен күресуде қолдануға болады.

Кілт сөздер: актиномицеттер; фитопатогендер; штамм; аурудың қоздырғышы.

Fungicidal properties of soil actinomycetes and their influence on the growth and development of peas

Ainash P. Nauanova, Assiya Sh. Algozhina, Akgul Kassipkhan, Aiman Zh. Nazarova

Abstract

Background and purpose. Currently, the role of biological drugs is increasing compared to chemical ones. Their main advantage is reducing the pesticide load on agrocenoses and producing products that are more environmentally friendly and healthy. The purpose of the study is to study the fungicidal activity of soil actinomycetes in relation to pathogens and the growth-promoting properties of peas. The study of soil actinomycetes is a promising direction in crop production to act against phytopathogenic fungi and stimulate the growth of crops.

Materials and methods. The antagonistic activity of actinomycetes against fungal diseases of peas was tested in laboratory conditions using the agar block method. The growth-stimulating properties of cultural filtrates of actinomycetes in relation to pea seedlings were studied using the method of O.A. Berestetsky. An assessment of the effect of inoculation of pea seeds by active actinomycete strains on the crop structure was carried out in the field.

Results. The conducted studies showed that the actinomycetes *Streptomyces microsporus* st.12, *Streptomyces auratus* pc.42 and *Streptomyces platensis* st.44 can be promising agents for the biocontrol of fungal infections of peas, as they have high antagonistic activity. In relation to the fungus *Fusarium oxysporum*, antagonism manifested itself with the formation of a lysis zone with a diameter of 20-27 mm; in relation to *Alternaria triticina* № 8, inhibition of the growth of the phytopathogen ranged from 12 mm to 18 mm; *Alternaria tenuissima* № 5 was suppressed by 12-17 mm; *Drechslera graminea* № 2 - 12 mm to 35 mm.

Pieces had a stimulating effect on the seedlings №37, st. №23, st. №31, due to substances released by actinomycetes into the habitat. The rhizogenic effect was manifested in st. № 1, st. № 10, st. №12, st. №43 so the length of the roots in these variants increased to 50% compared to the control.

When using various strains of actinomycetes and the consortium under field conditions, suppression of the development of root rot was established by 28-64% in the initial period of pea growth and up to 88.6% in the flowering phase.

Inoculation of pea seeds with active strains of actinomycetes had a positive effect on the elements of the structure of the pea crop.

Conclusion. Strains № 12, 42, 44, 37, 23 can be used in the creation of biological products to stimulate the growth of peas and in the fight against fungal diseases of this crop.

Keywords: actinomycetes; phytopathogens; strain; causative agent of the disease.

**С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің
ғылым жаршысы: пәнаралық
(С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық)**

АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН НҰСҚАУЛЫҚ

ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналы рецензияланған түпнұсқа мақалалар мен тақырыптық шолуларды келесі бағыттар бойынша жариялайды:

- Ауыл шаруашылығы ғылымдары;
- Биология ғылымдары;
- Техника ғылымдары;
- Гуманитария ғылымдары;
- Экономика ғылымдары.

Журнал Ғылыми қызметтің нәтижелерін жариялау үшін ұсынылатын басылымдар тізбесіне ауыл шаруашылығы ғылымдары бойынша екінші деңгейлі ғылыми басылым болып енгізілген.

Басылым тілі – қазақ, орыс, ағылшын тілі.

Мақалаларды жариялау ақылы негізде жүзеге асырылады. Төлем бірінші (корреспондент) автордың жұмыс орны бойынша есептеледі.

Қолжазбаны тапсыру Open Journal System онлайн платформасы арқылы жүзеге асырылады.

Қолжазбаны жібермес бұрын <http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register> сілтемесі арқылы автор ретінде тіркеліп, қолжазбаны жүктеп салу қажет.

Авторды тіркеуге арналған бейне-нұсқаулық қосымшада берілген <https://www.youtube.com/watch?v=UeZIKY4bozg>.

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналы екі рет беймәлім (жасырын) рецензияны пайдаланады, яғни рецензия беруші мен автордың жеке басы барлық рецензиялау процесінің кезеңдері аяқталғанға дейін әшкерленбейтін болады. Рецензенттерге жіберер алдында қолжазбалар журнал талаптарына сәйкестігін тексеру үшін редакцияның алдын ала тексеруінен өтеді.

Қолжазбалар плагиатқа қарсы Антиплагиат лицензиялық жүйесінде тексеріледі және мәтіннің 70%-дан кем емес түпнұсқалығымен қабылданады. Әрі қарай зерттеудің жаңалығы, зерттеу нәтижелерінің жаңғыртылатындығы, нәтижелердің түпнұсқалығы, қолжазбаның құрылымы мен форматына сәйкестігі, қорытындылардың маңыздылығы сияқты критерийлер тексеріледі.

Көрсетілген критерийлерге сәйкес келмейтін қолжазбалар бұл кезеңде қараусыз қабылданбайды.

АВТОРЛАРДЫҢ ЖАУАПКЕРШІЛІГІ

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналына қолжазбаны ұсыну арқылы автор(лар) қолжазбаның түпнұсқа жұмыс екеніне және оның бұрын жарияланбағанына немесе қазіргі уақытта басқа журналдарда жариялау қарастырылмағанына кепілдік береді. Сондай-ақ авторлар басқалардың идеялары мен сөздерінің тиісті атрибуция және/немесе тиісті дәйексөз арқылы дұрыс мойындалуын қамтамасыз етеді. Нәтижелерді бұрмалауға және қолжазбаны қабылдамауға немесе жарияланған мақаланы қайтарып алуға әкелетін қасақана дәйексіз мәлімдемелерге жол берілмейді.

Авторлардың аты-жөні қолжазбада мақалаға қосқан үлестерінің ретімен көрсетілуі керек. Тек қолжазбаны зерттеуге және дайындауға елеулі үлес қосқан тұлғалар авторлар қатарына қосылуы керек. Мақаланың соңындағы «Алғыс» бөлімінде жұмысты аяқтауға көмектескендерге, сондай-ақ зерттеуді қаржыландырған ұйымдарға алғыс айтылады.

Тиісті автор барлық бірлескен авторлардың мақаланың соңғы нұсқасын оқып, мақұлдағанын және оны жариялауға келісімін беруі керек. Қолжазбаның барлық авторлары жіберілген ақпарат үшін жауапты. Журнал алдын ала қабылданғаннан кейін авторлық өзгерістер енгізуге жол бермейді.

РЕЦЕНЗЕНТТЕРДІҢ ЖАУАПКЕРШІЛІГІ

Рецензенттер келесі сілтеме арқылы журналдың веб-сайтында рецензент ретінде тіркелуі керек:

<http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register>.

Рецензия екі апта ішінде тапсырылуы керек. Қолжазбада сипатталған идеялар мен гипотезалар құпия сақталуы керек және жеке мақсаттарда пайдаланылмауы қажет.

Жұмыстың нәтижелерін басқа әріптестермен талқылауға немесе ғылыми семинарларды өткізуде, дәрістер оқығанда немесе ғылыми конференцияларда баяндамалар жасағанда пайдалануға болмайды.

Рецензенттер өз пікірлерін анық білдіріп, өз пікірлерін түсіндіре отырып, негіздеп, қолжазбаны бағалауда мүмкіндігінше әділетті болуы талап етіледі. Рецензенттің жұмысты жақсарту бойынша ұсыныстары мен кеңестері, егер ол жариялаудан бас тарту туралы шешім қабылдаса да құпталады.

Рецензенттер жұмыстың жаңалығына және/немесе өзіндік ерекшелігіне, қолжазба мен жарияланған басқа мақалалардың ұқсастығының жоқтығына, қарастырылып отырған тақырыпқа (мәселеге) қатысты мақалаларды келтірген автор(лар)дың толықтығы мен дұрыстығына назар аударғаны абзал.

ЭТИКАЛЫҚ БЕКІТУ

Жануарларды пайдалану арқылы іске асырылатын эксперименттер Халықаралық жануарлар этикасы комитеті немесе институционалдық этика комитеті белгілеген қағидаттарға сәйкес және жергілікті заңдар мен ережелерге сәйкес жүргізілуі керек.

Жануарларды пайдаланатын зерттеулер жергілікті этика комитетінің рұқсатын алып, оған «Материалдар мен әдістер» бөлімінде сілтеме жасалуы керек («Мал шаруашылығы» бағыты бойынша берілетін мақалалардың қолжазбалары үшін).

ҚАБЫЛДАНАТЫН ҚОЛЖАЗБА ТҮРЛЕРІ

- Түпнұсқа мақалалар.
- Шолу мақалалары.

Түпнұсқа және шолу мақалаларының көлемі, аннотация мен пайдаланылған әдебиеттер тізімін қоспағанда, бос орынсыз тиісінше 11 000 және 20 000 таңбадан кем болмауы керек. Қолжазбада шығармаға қатысы жоқ мәтін, иллюстрациялар немесе кестелер болмауы керек.

ҚОЛЖАЗБА ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ФОРМАТЫ

Қолжазбаның құрылымы мен пішімін білу үшін <http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register> сайтындағы соңғы мақалалар мен қолжазба үлгілерін қараңыз (қолжазба үлгісін жүктеп алыңыз <https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/libraryFiles/downloadPublic/54>)

- Мәтінді келесі жиектер өлшемдерін сақтай отырып басып шығару керек: жоғарғы және төменгі – 2 см, сол және оң – 2 см. Туралау – ені бойынша (автоматты дефиспен). ӘОЖ парақтың жоғарғы сол жақ бұрышында көрсетілген.

- Қолжазба Times New Roman 12 шрифтпен, бір жарым аралық интервалмен, MS Word 2010 бағдарламасында терілуі керек.

- Бүкіл мәтін бойынша жолдар нөмірленуі керек.
- Тақырып сипаттамалы және тым ұзақ болмауы керек.

Авторлардың толық аты-жөні мен ORCID, ұйымның атауы және электрондық поштасы көрсетілген титулдық парақ бөлек беріледі (**қолжазбаның титулдық үлгісін жүктеп алыңыз**) <https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/libraryFiles/downloadPublic/51>

Аннотацияның құрылымы келесідей болуы керек: «Негізі және мақсаты», «Материалдар мен әдістер», «Нәтиже» және «Қорытынды»; Аннотацияның көлемі 300 сөзден аспауы керек.

- **Кілт сөздер:** нүктелі үтірмен және жекеше түрде беріледі (4-6 сөз және сөз тіркесі). Аннотация мен кілт сөздер мақаланың соңында екі тілде келтіріледі.

- **Кіріспе қазіргі** әдебиеттерге шолу негізінде тақырыптың немесе мәселенің өзектілігін қысқаша сипаттау, жұмыстың жаңалығын көрсете отырып, мақсаттың маңыздылығын негіздеу.
 - **Материалдар мен әдістер** ұсынылған әдістер қайталанатын болуы керек; әдістемелік ерекшеліктеріне бармай-ақ әдістерге қысқаша сипаттама беру; стандартты әдістер дереккөздерге сілтеме қажет; жаңа әдісті пайдаланған кезде толық сипаттама қажет.
 - **Нәтижелер және талқылау** кестелер, графиктер және/немесе суреттер арқылы алынған нәтижелердің талдауы; алынған мәліметтердің статистикалық өңдеуі; жұмыстың ең маңызды нәтижелерінің қысқаша сипаттамасы және алынған мәліметтерді басқа зерттеулердің нәтижелерімен салыстыруы; үлгілерді және/немесе қайшылықтарды анықтауы бойынша ақпарат беріледі.
 - **Қорытынды** зерттелетін тақырып (мәселе) бойынша қорытынды(лар)ды сипаттау және одан әрі зерттеуді анықтау.
 - **Автордың үлестері, алғыстары** қолжазбаға ол жариялауға қабылданғаннан кейін қосылады. Авторлық үлестер: әр автордың қосқан үлесі туралы қысқаша мәлімет береді.
- Қаржыландыру туралы ақпарат:** жұмыстың қаржыландырылғаны туралы ақпарат беріледі.
- **Әдебиеттер тізімі:** түпнұсқа және шолу мақалаларында соңғы 10 жылда жарияланған дереккөздер сәйкесінше кемінде 40% және 50% болуы керек. Әдебиеттер тізімінде **ғылыми баяндамаларға, диссертацияларға және конференция материалдарының жинақтарына** сілтемелер болмауы керек.
 - Мәтіндегі сілтемелер төртбұрышты жақшада [1], [1,2,3] берілуі керек. Анықтамалық нөмір 1 санынан басталып, кіріспе бөлімінен жалғасуы керек. Әдебиеттер тізімі APA (<https://www.bibme.org/citation-guide/APA/book/>) бойынша DOI (бар болса) көрсете отырып дайындалуы керек.

Библиография APA бойынша бірінші тізімде түпнұсқадағы түрінде, екінші тізімде сілтеме <http://translit-online.ru/> бойынша транслитерацияланған түрінде сипатталады. Транслитерация ақпарат көзі қазақ немесе орыс тілдерінде жазылған кезінде жасалады, ағылшын тілінде жазылған жағдайда транслитерация өзгеріссіз қалады.

Мысалы,

APA бойынша библиографияны рәсімдеу:

1 Степанов, АС, Асеева, ТА, Дубровин, КН. (2020). Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края). *Аграрный вестник Урала*, 1 (192), 10-19.

APA бойынша библиографияны транслитерациялау:

1 Stepanov, AS, Aseeva, TA, Dubrovin, KN. (2020). Vlijanie klimaticeskikh harakteristik i znachenij vegetacionnogo indeksa NDVI na urozhajnost' soi (na primere rajonov Primorskogo kraja). *Agrarnyj vestnik Urala* [In Russ], 1 (192), 10-19.

ҚЫСҚАРТУЛАР ЖӘНЕ ТЕРМИНДЕР

Қысқартулар қандай да бір терминді алғаш қолданған кезде оның толық атауы көрсетілуі ал жақшаның ішінде аббревиатурасы келтіріледі.

Микроорганизмдер, өсімдіктер және зоологиялық атаулар курсивпен жазылуы қажет.

ӨЛШЕМ БІРЛІКТЕРІ, СИМВОЛДАР, КЕСТЕЛЕР, ИЛЛЮСТРАЦИЯЛАР ЖӘНЕ ФОРМУЛАЛАР

Өлшем бірліктері SI жүйесіне сәйкес көрсетілуі керек. ×, μ, η немесе ν сияқты белгілер пайдаланылса, оларды Word бағдарламасының Times New Roman тіліндегі таңбалар мәзірі арқылы қосу керек.

Таңбалар (°) немесе (×) сияқты таңбалар таңбалар мәзірінде қолданылуы керек және үстіңгі әріптермен көрсетілмеуі керек: «o» немесе «x». Сандар мен өлшем бірліктері (мысалы, 3 кг) және сандар мен математикалық таңбалар (+, −, ×, =, <, >) арасында бос орындар енгізілуі керек, бірақ сандар мен пайыздық таңбалардың (мысалы, 45%) арасына емес.

Кестені бірінші ескерту мәтінінен кейін бірден орналастыру керек. Қолжазбадағы барлық кестелерде олардың нөмірлерін көрсететін сілтемелер болуы керек (мысалы, 1-кесте; 2-кесте және т.б.). Кестенің тақырыбы оның мазмұнын көрсетуі, дәл және қысқа болуы керек. Атын кестенің үстінде, шегініссіз қою керек (мысалы, 1-кесте – *E. granulosus protoscolex* жұқтырған жануарлардың гематологиялық көрсеткіштері). Кестенің аты соңында нүктесіз беріледі. Егер кесте атауы екі немесе одан да көп жолды алып жатса, онда оны бір жол аралығымен жазу керек. Мәтін мен суреттің алдында және кейін 1 интервал қалады.

Иллюстрациялар (сызбалар, диаграммалар, диаграммалар, фотосуреттер және т.б.) бірінші айтылған кезде мәтіннен кейін бірден орналастырылуы керек. Қолжазбадағы барлық иллюстрацияларға сілтеме болуы керек. Сілтеме жасау кезінде сіз «фигура» сөзін және оның нөмірін жазуыңыз керек, мысалы: «2-суретке сәйкес» және т.б. Фигуралардың тақырыбы суреттің ортасына туралау арқылы тікелей суреттің астына жазылуы керек. Мәтін мен суреттің алдында және кейін 1 интервал қалады.

Формулалар. Қарапайым жолды және бір жолды формулаларды арнайы редакторларды қолданбай таңбалармен теру керек (Symbol, GreekMathSymbols, Math-PS, Math A Mathematica ВТТ шрифтітерінің арнайы таңбаларын пайдалануға рұқсат етіледі). Күрделі және көп жолды формулалар толығымен Microsoft Equation 2.0, 3.0 формула редакторында терілуі керек. Формуланың бір бөлігін таңбалармен, ал бөлігін формула редакторында теруге рұқсат етілмейді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Әрбір мақалада библиографиялық сілтемелер болуы керек. Келтірілген мақала жарияланған журналдың атауы қысқартылған атау ретінде тиісті журналдың мұқабасынан, сондай-ақ сілтеме арқылы көрсетілуі керек: www.journalseek.net немесе басқа расталған тізімнен. Журналдың тақырыбы курсивпен жазылуы керек.

ҚОЛЖАЗБАНЫҢ ОРЫНДАЛУ БАРЫСЫН БАҚЫЛАУ

Корреспондент автор ұсынған қолжазбаның қаралу барысын өз есептік жазбасынан бақылай алады. Сонымен қатар, ол жүйемен жасалған электрондық поштаны алады (Сәйкестігі бар мәтіндік құжатты тексеру нәтижелері туралы анықтама; редакцияның және/немесе рецензенттердің түсініктемелері бар хат; қолжазбаны қабылдау және/немесе қабылдамау туралы журнал редакциясының хаты және т. б.).

ҚОЛЖАЗБАНЫ РЕЦЕНЗИЯЛАУ, МӘТІНДІ ДЕРЕКТЕУ ЖӘНЕ МАҚАЛАЛАРДЫ ЖАРИЯЛАУ

Қолжазба рецензиясы. Сарапшылар *С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық* журналы сайтына пікірлерін жібергеннен кейін автор электрондық хат алады. Редактор рецензенттердің пікірлерін тексереді және оларды тиісті авторға қосымша түсініктемелері бар немесе онсыз жібереді. Тиісті автор 4 апта ішінде редакторлардың және/немесе рецензенттердің пікірлері негізінде өңделген қолжазбаны ұсынуы керек. Тиісті авторға көбірек уақыт қажет болса, ол редактордың рұқсатын алуы керек. Егер автор рецензенттің ескертулерімен келіспесе, ол әрбір пікірге негіздеме хат береді. Әрбір қолжазба бойынша соңғы шешімді бас редактор қабылдайды.

Мәтінді түзету. Автор(лар) қолжазбаның мазмұнына өздері жауапты. Мәтінді түзетуді бақылау авторлармен де, редакторлармен де өңдеудің әр кезеңінен кейін жасалып отыру керек. Редактор мен рецензенттердің барлық түсініктемелері/сұрақтары, сондай-ақ корреспондент автордың түзетулері мен жауаптары Word бағдарламасындағы рецензиялау функциясын қолдана отырып, қолжазбаның бір мәтінінде жасалу керек.

Басылым. *С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық* журналының онлайн және қағаз нұсқасында жарияланған мақалаларға DOI нөмірі (сандық нысан идентификаторы) беріледі.

Жарияланымды төлеу туралы ақпарат

Төлем редакция мақаланы басылымға қабылдағаннан кейін жасалады. «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің ғылым жаршысы» журналында мақалаларды орналастырғаны үшін төлем мөлшері 2022 жылдың № 53-Н бұйрығымен бекітілген:

Пәнаралық сериясында:

1. «Ауыл шаруашылығы ғылымдары» бөлімінде:
 - С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті қызметкерлерімен білім алушылары үшін – 4 000 (төрт мың) теңге/1бет;
 - Басқа тарап/ұйымдары үшін – 8 000 (сегіз мың) теңге/1бет;
 - Шетелдік авторлардың жеке мақаласы – тегін.
2. «Биология ғылымдары», «Техника ғылымдары», «Гуманитария ғылымдары» және «Экономика ғылымдары» бөлімдері баспасына мақала жариялауға:
 - С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті қызметкерлерімен білім алушылары үшін – 1 000 (бір мың) теңге/1бет;
 - Басқа тарап/ұйымдары үшін – 2 000 (екі мың) теңге/1бет;
 - Шетелдік авторлардың жеке мақаласы – тегін.

Төлем «Мақаланы жариялау үшін» деген белгімен Халық банкінің кассаларында жүргізіледі. Мақаланы жариялауға оң қорытынды алған авторлар келесі мәліметтер бойынша ақы төлеуі керек.

«С.Сейфуллин ат. ҚАТЗУ» КеАҚ-ның «Қазақстан Халық Банкі» АҚ-дағы реквизиттері:

БИН 070740004377

ИИК KZ 446010111000037373 KZT БИК HSBKZZKX

Код 16

КНП: 890

Банк: АРФАО No 119900 «Қазақстан Халық Банкі»

Байланыс телефоны: 8 (7172) 31-02-45;

Электрондық пошта: vestnik_katu@kazatu.kz

Мекен-жайы: 010011, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Жеңіс даңғылы, 62

Сондай-ақ Kaspi. kz мобильді қосымшасы арқылы (университеттер мен колледждер).

ҚОЛЖАЗБА ҮЛГІСІ

ӘОЖ

Журналға ұсынылған қолжазбаның атауы
(Қолжазбаның атауы бірінші әріпті қоспағанда, кіші әріппен жазылуы керек)

Түйін

Алғышарттар мен мақсат.....

Материалдар мен әдістер.....

Нәтижелер.....

Қорытынды.....(300 сөзден артық емес)

Кілт сөздер:.....(4-6 сөз)

Кіріспе.....

Материалдар мен әдістер.....

Нәтижелер және талқылау.....

Қорытынды.....

Авторлардың қосқан үлесі.....

Қаржыландыру туралы ақпарат.....

Әдебиеттер тізімі

1 Думова, В.В., Мищенко, А.В., Никешина, Т.Б. (2008). Противовирусные антитела в молозиве и молоке коров. *Российский Ветеринарный журнал*, 49, 40-42.

References

1 Dumova, V.V., Mishchenko, A.V., Nikeshina, T.B. (2008). Protivovirusnye antitela v molozive i moloke korov [Antiviral antibodies in colostrum and cow's milk]. *Rossiyskij Veterinarnyj zhurnal* [Russian Veterinary Journal], 49, 40-42.

Название рукописи, представленной в журнал

Фамилия И.О.

Аннотация

Ключевые слова:(4-6 слов)

Title of the manuscript submitted to the Journal

First name P.(if any) Family

Abstract

Key words:(4-6 words)

ҚОЛЖАЗБАНЫҢ ТИТУЛДЫҚ ҮЛГІСІ

ӘОЖ 631. 46: [631.862:636.2]

Микроағзалардың культуралды сүзіндісінің бидай дәнінің өнгіштігі мен дамуына әсері

Науанова А. П.,¹ Шуменова Н.Ж.,² Алгожина А.Ш.,¹ Макенова М.М.,²
Темирханов А.Ж.,³ Сармурзина З.С.³

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
2«БИО-КАТУ» ЖШС

³«Республикалық микроағзалар коллекциясы» ЖШС, Астана, Қазақстан

Корреспондент-автор: Науанова А.П.: nauanova@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1:НШ) nazym.shumenova@mail.ru; (2: ММ) m.makenova89@mail.ru
(3:АА) asya.kz@mail.ru; (4:АТ) aszhte@gmail.com; (5: ЗС) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1ⁱⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2ⁱⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3ⁱⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4ⁱⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9375-4594>

5ⁱⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6ⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Ескерту:** «Авторлардың үлесін» белгілеу үшін авторлардың аты-жөнінің қысқартуларын қолдану керек, мысалы:

Авторлардың қосқан үлесі: АН, НШ және АА зерттеудің тұжырымдамасын жасады және жобалады, жан-жақты әдебиеттерді іздестірді, жиналған деректерді талдап, қолжазбаның жобасын жасады. ММ, АТ және ЗС: қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциясын орындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зертеулер BR18574066 «Биотехнология, экология, ауыл шаруашылығы саласындағы биоқауіпсіздік үшін биотехнологиялық маңызы бар өнеркәсіптік микроорганизмдер биобанкін құру» ғылыми-техникалық бағдарламасының 2022-2024 жылдарға арналған бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде қаржылық қолдаумен орындалды.

ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

УДК 631. 46: [631.862:636.2]

Влияние культуральной вытяжки из микроорганизмов на всхожесть и развитие пшеницы

Науанова А.П.,¹ Шуменова Н.Ж.,² Алгожина А.Ш.,¹ Макенова М.М.,²
Темирханов А.Ж.,³ Сармурзина З.С.³

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

²ТОО «БИО-КАТУ»

³ТОО «Республиканская коллекция микроорганизмов», Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Науанова А.П.: nauanova@mail.ru

Соавторы: (1:НШ) nazym.shumenova@mail.ru; (2: ММ) m.makenova89@mail.ru
(3:АА) asya.kz@mail.ru; (4:АТ) aszhte@gmail.com; (5: ЗС) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2^{ой} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3^{ий} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9375-4594>

5^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6^{ой} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Примечание:** для обозначения «Вклада авторов» следует использовать сокращения имен авторов, например:

Вклад авторов

АН, НШ и АА: Концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ММ, АТ и ЗС: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках программно-целевого финансирования на 2022-2024 годы научно-технической программы BR18574066 «Создание биобанка промышленных микроорганизмов биотехнологического значения для биобезопасности в области биотехнологии, экологии, сельского хозяйства».

SAMPLE TITLE PAGE

UDC 631.46: [631.862:636.2]

Influence of cultural extract from microorganisms on germination and development of wheat

Ainash P. Nauanova¹, Nazymgul Zh. Shumenova², Meruert M. Makenova²,
Asiya Sh. Algozhina¹, Aslan Zh. Temirkhanov³, Zinigul S. Sarmurzina³

¹S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

²LLP «БИО-KATU»,

³LLP "Republican collection of microorganisms", Astana, Kazakhstan

Corresponding author: Ainash P. Nauanova, nauanova@mail.ru

Co-authors: (1: NSh) nazym.shumenova@mail.ru; (2: MM) m.makenova89@mail.ru
(3:AA) asya.kz@mail.ru; (4:AT) aszhte@gmail.com; (5: ZS) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1st Author: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2nd Author: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3rd Author: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4th Author: <https://orcid.org/0000-0002-9765-008X>

5th Author: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6th Author: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Note:** Abbreviations of author names should be used for “**Authors’ Contributions**”, e.g.:

Authors’ Contributions

AP, NSh and AA: Conceptualized and designed the study, conducted a comprehensive literature search, analyzed the gathered data and drafted the manuscript. MM, AT and ZS: Conducted the final revision and proofreading of the manuscript. All authors have read, reviewed, and approved the final manuscript.

Information on funding

The work was carried out with financial support within the framework of program-targeted financing for 2022-2024 of the scientific and technical program BR18574066 "Creation of a biobank of industrial microorganisms of biotechnological importance for biosafety in the field of biotechnology, ecology, agriculture".

МАЗМҰНЫ

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

<i>O. Y. Solovyov, V. V. Zaika, V. K. Shvidchenko, A. M. Smagulova, U. I. Amanbayeva, V. S. Kiyau, L. Capo-Chichi</i> Molecular identification and morphological characterisation of multiple fungal pathogens of triticale in Northern Kazakhstan.....	4
<i>Масалимова Ш.К., Әбдүкерім Р.Ж., Қонысбаева Д.Т., Горбуля В.С., Джетигенова У.К.</i> Основные вредители цитрусовых растений в условиях закрытого грунта Главного Ботанического сада города Алматы.....	14
<i>Жанзаков Б.Ж., Құлынтай Ф.К., Шүпанова И.В., Ошергина И.П., Тен Е.А.</i> Оценка урожайности крупносеменных образцов чечевицы на основе вегетационных индексов.....	25
<i>Ситахметова Г.Қ.</i> Оценка морфологических признаков сибирского осетра на ранних этапах онтогенеза....	37
<i>Қуанчәлеев Ж.Б., Сыздықов Қ.Н., Андрущак А.Г., Мусин С.Е., Мусина А.Д., Кищера V., Бадрызлова Н.С.</i> Влияние кормления различными видами кормов при выращивании пресноводной креветки розенберга (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) в установке замкнутого водоснабжения.....	46
<i>Искаков Р.М, Абилжанұлы Т., Гуляренко А.А., Хан В.А., Ремшев Е.Ю.</i> Исследование высушивания кормов в комбинированном измельчающе-сушильном и перемешивающем устройстве.....	55
<i>Гуляренко А.А, Бембенек М., Искаков Р.М., Шаймуратова Э.С., Дешко Т.А.</i> Обзор исследований и разработка модели оптимизации надежности тракторов.....	64
<i>Редреев Г.В., Червенчук В.Д., Помогаев В.М.</i> Моделирование и исследование системы технического сервиса.....	75
<i>К. Zh. Iskhan, A. K. Makhmutov, V. M. Strochkov, D. I. Kabybekova, Sh. N. Kassymbekova, Zh. Zh. Bimenova</i> Breeding work with kazakh horses Zhabe type.....	84
<i>Науанова А.П., Алғожина А.Ш., Қасимхан А., Назарова А.Ж.</i> Фунгицидные свойства почвенных актиномицетов и их влияние на рост и развитие гороха.....	94

ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

№ 3 (122) 2024

Журнал Қазақстан Республикасы
Мәдениет, ақпарат және спорт министрлігінің
Ақпарат және мұрағат комитетінде тіркелген
(№ 5770-Ж куәлік)
(№ 13279-Ж куәлік)

Құрастырған: Ғылым және инновациялар департаменті

Редакторы: Н.К. Кокумбекова

Техникалық редакторы: М.М. Жумабекова

Компьютерде беттеген: С.С. Романенко

Теруге берілді 20.07.2024 Басуға қол қойылды 29.09.2024 Пішімі 60 x 84^{1/8}
Times New Roman гарнитурасы Шартты б.т. 7,13 Есептік б.т. 6,95
Таралымы 300 дана Тапсырыс № 24131

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу
университетінің баспасында басылды.
010011, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62 «а»
Анықтама телефондары: (7172) 31-02-45
e-mail:office@kazatu.kz
vestniknauki@bk.ru