

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2020 • 6

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE 1944



ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі
М.Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Адекенов С.М. проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)
Бенберин В.В., проф., академик (Қазақстан)
Березин В.Э., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Величкин В.И. проф., корр.-мүшесі (Ресей)
Вольдемар Вуйцик проф. (Польша)
Елешев Р.Е., проф., академик (Қазақстан)
Жамбакин Қ.Ж., проф., академик (Қазақстан)
Иванов Н.П., проф., академик (Қазақстан)
Илолов М.И. проф., академик (Тәжікстан)
Кригер Виктор проф. (Германия)
Кененбаев С.Б., проф., академик (Қазақстан)
Леска Богуслава проф. (Польша)
Локшин В.Н. проф., академик (Қазақстан)
Неклюдов И.М. проф., академик (Украина)
Нур Изура Удзир проф. (Малайзия)
Нургожин Т.С., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Перни Стефано проф. (Ұлыбритания)
Потапов В.А. проф. (Украина)
Прокопович Полина проф. (Ұлыбритания)
Рамазанов Т.С. проф., академик (Қазақстан)
Раманкулов Е.М., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Садықұлов Т., проф., академик (Қазақстан)
Семенов В.Г., проф., академик (Россия)
Сикорски Марек проф., (Польша)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Уразалиев Р.А., проф., академик (Қазақстан)
Харин С.Н. проф., академик (Қазақстан)
Харун Парлар проф. (Германия)
Чечин Л.М. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Энджун Гао проф. (Қытай)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *наноматериалдар алу, биотехнология және экология саласындағы бірегей зерттеу нәтижелерін жариялау.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 500 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219, 220 бөл.; тел.: 272-13-19, 272-13-18,

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2020

Типографияның мекенжайы: «NurNaz GRACE», Алматы қ., Рысқұлов көш., 103.

Главный редактор
д.х.н., проф., академик НАН РК
М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

Адекенов С.М. проф., академик (Казахстан) (зам. гл. ред.)
Бенберин В.В., проф., академик (Казахстан)
Березин В.Э., проф., чл.-корр. (Казахстан)
Величкин В.И. проф., чл.-корр. (Россия)
Вольдемар Вуйчик проф. (Польша)
Елешев Р.Е., проф., академик (Казахстан)
Жамбакин К.Ж., проф., академик (Казахстан)
Иванов Н.П., проф., академик (Казахстан)
Илолов М.И. проф., академик (Таджикистан)
Кригер Виктор проф. (Германия)
Кененбаев С.Б., проф., академик (Казахстан)
Леска Богуслава проф. (Польша)
Локшин В.Н. проф., академик (Казахстан)
Неклюдов И.М. проф., академик (Украина)
Нур Изура Удзир проф. (Малайзия)
Нургожин Т.С., проф., чл.-корр. (Казахстан)
Перни Стефано проф. (Великобритания)
Потапов В.А. проф. (Украина)
Прокопович Полина проф. (Великобритания)
Рамазанов Т.С. проф., академик (Казахстан)
Раманкулов Е.М., проф., чл.-корр. (Казахстан)
Садыкулов Т., проф., академик (Казахстан)
Семенов В.Г., проф., академик (Россия)
Сикорски Марек проф., (Польша)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Уразалиев Р.А., проф., академик (Казахстан)
Харин С.Н. проф., академик (Казахстан)
Харун Парлар проф. (Германия)
Чечин Л.М. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Энджун Гао проф. (Китай)

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *публикация оригинальных результатов исследований в области получения наноматериалов, биотехнологии и экологии.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 500 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28; ком. 219, 220; тел. 272-13-19, 272-13-18,

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2020 г.

Адрес типографии: «NurNaz GRACE», г. Алматы, ул. Рыскулова, 103.

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

M.Zh. Zhurinov**E d i t o r i a l b o a r d :****Adekenov S.M.** prof., academician (Kazakhstan) (deputy editor in chief)**Benberin V.V.**, prof., academician (Kazakhstan)**Berezin V.Ye.**, prof., corr. member. (Kazakhstan)**Velichkin V.I.** prof., corr. member (Russia)**Voitsik Valdemar** prof. (Poland)**Eleshev R.E.**, prof., academician (Kazakhstan)**Zhambakin K.Zh.**, prof., academician (Kazakhstan)**Ivanov N.P.**, prof., academician (Kazakhstan)**Iolov M.I.** prof., academician (Tadjikistan)**Krieger Viktor** prof. (Germany)**Kenenbayev S.B.**, prof., academician (Kazakhstan)**Leska Boguslava** prof. (Poland)**Lokshin V.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Nekludov I.M.** prof., academician (Ukraine)**Nur Izura Udzir** prof. (Malaysia)**Nurgozhin T.S.**, prof., corr. member. (Kazakhstan)**Perni Stephano** prof. (Great Britain)**Potapov V.A.** prof. (Ukraine)**Prokopovich Polina** prof. (Great Britain)**Ramankulov E.M.**, prof., corr. member. (Kazakhstan)**Sadykulov T.**, prof., academician (Kazakhstan)**Semenov V.G.**, prof., academician (Russia)**Sikorski Marek** prof., (Poland)**Ramazanov T.S.** prof., academician (Kazakhstan)**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief**Urazaliev R.A.**, prof., academician (Kazakhstan)**Kharin S.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Kharun Parlar** prof. (Germany)**Chechin L.M.** prof., corr. member (Kazakhstan)**Endzhun Gao** prof. (China)**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2224-5227****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan **No. KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.Thematic scope: *publication of original research results in the field of obtaining nanomaterials, biotechnology and ecology.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 500 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Biotechnology in agriculture, crop production and zootechnics

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-1483.129>

Volume 6, Number 334 (2020), 5 – 13

UDK 577.21; 576.3; 576.5 /57.085.23

IRSTI 34.15.25; 34.15.27; 62.33.29; 68.37.31

**N.P. Malakhova¹, Y.A. Skiba^{1,2}, E.R. Maltseva^{1,2}, G.A. Iskakova¹, D.A. Naizabayeva^{1,2},
B. K. Tezekbayeva¹, A.O. Bissenbay^{1,2}, K.A. Toibayeva¹, G.A. Ismagulova¹**

¹ M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry under the Science Committee of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan;

² Almaty Branch of National Center for Biotechnology under the Science Committee of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Central Reference Laboratory (CRL), Almaty, Kazakhstan.
E-mail: gulnara@mail.ru

ASSESSMENT OF THE INTEGRATED CHITINASE GENE STABILITY IN WHEAT LINES AFTER BIOBALLISTIC TRANSFORMATION

Abstract. The synthesis of PR-proteins (pathogenesis related proteins), the most studied of which are chitinases and β -1,3-glucanases, occurs in response to infection with pathogens in plants. Information about the exact role of individual PR proteins within plant immunity makes it possible to use certain specific antifungal proteins for the development of transgenic plants with increased resistance to fungal diseases. At the same time, it is important not only to obtain a plant with the desired trait, but also to fix in it the stable expression of the transferred gene and the inheritance of the acquired trait in generations.

Herein we have studied the stability of the chitinase gene insertion in T1, T2 and T3 generations of transformed wheat lines obtained by the method of cis-gene transfer. Primary transformed regenerant plants were obtained as a result of bioballistic transformation of the chitinase gene into immature wheat germ of Saratovskaya 29 and Kazakhstanskaya 19 varieties. Following screening of regenerant plants by PCR for the presence of the target gene made it possible to select 6 lines presumably carrying the insert based on variety Saratovskaya 29 and 2 lines based on variety Kazakhstanskaya 19.

The seed material of the selected regenerant plants was cultivated in soil conditions and the seeds of the T1 generation were obtained. DNA amplification of 8 selected lines St-29№25, St-29№43, St-29№44, St-29№33, St-29№26, St-29№35, Kz-19№1, Kz-19№2 with specific primers revealed insert-carrying lines, partially cleaved lines and lines with a high degree of insert instability. According to the results of the T2 and T3 generations PCR analysis, a complete absence of insertion in the St-29№35 and St-29№33 lines was revealed, a partial cleavage of the trait in the St-29№43 and Kz-19№2 lines was revealed, and the stable inheritance of the chitinase gene in four lines St-29№25, St-29№44, St-29№26 and Kz-19№1 was confirmed. These lines were selected as promising for in-depth study of their resistance to fungal diseases and further replication.

Key words: transformed plants, DNA, wheat chitinase gene, insert stability.

Introduction. The modern level of biological technologies development, and in particular, genetic engineering, allows to perform targeted modifications in the genome of living organisms. This approach has found wide application in research aimed at adding the desired properties to any agricultural plant without changing its nutritional value.

One of the most important and critically difficult moments in obtaining plants with new features was the selection of an effective method for introducing foreign genes.

The discovery of a natural transformation system using soil Ti-plasmids - an ideal natural vector - was a breakthrough in the transformation of plant cells. However, recently, the method of bioballistic

transformation is increasingly used to transfer the "necessary" information and obtain plants with improved intrinsic properties, which allows to introduce exclusively target plant genes into the genome and does not require the participation of bacterial DNA. Nowadays bioballistics is one of the most effective methods for transforming not only monocotyledonous, but at the same time it is also successfully used on dicotyledonous plants. Callus and suspension cultures, cultivated immature embryos, and embryogenic pollen are usually used as the starting material for transformation. Monocotyledonous plants as corn, rice, barley, and dicotyledonous plants such as tobacco, potatoes, beets, soybeans, rapeseed, alfalfa, tomatoes, carrots, cabbage, grapes were transformed with a bioballistic gun. [1, 2].

Since the early 2000s, it has been proposed to divide genetically modified organisms into groups depending on the source of transgenes. [3-6]. Organisms the genome of which have been introduced with genes of the same species or species with their own regulatory elements with which they can interbreed are called cisgenic or intragenic. With this type of transformation, the gene is introduced with the regulatory regions of foreign genes. In this regard, it is believed that cisgenic plants are not genetically modified, although they are obtained by genetic engineering methods. Plants obtained by introducing constructs that alter the expression of plant genes by triggering the process of RNA interference are also referred to as cisgenic plants. To date, there are known cisgenic soybean lines (Treus™, Plenish™) with a modified composition of fatty acids in the seeds and resistance to herbicides based on sulfonylurea, tomatoes (Huafan No. 1) with delayed maturation, glyphosate-resistant corn lines (GA1 and its derivatives) [2]. Currently, transgenic technologies are increasingly used to increase the resistance of varieties and hybrids to environmental stressors, for example, to the action of various pathogens - viruses, bacteria, fungi and insects [7-8].

Wheat is the world's primary food crop. However, it is one of the last crops to be genetically transformed, and despite numerous field trials, genetically modified wheat has not yet been grown commercially.

Numerous protocols for the transformation of wheat have been developed, but today its efficiency is significantly lower than that of other cereals [9] due to the large (17000 Mb) and complex (hexaploid) genome and genotype-dependent reactions of wheat tissue cultures can lead to silencing of transgenes [10]. Nonetheless, particle bombardment is a reliable and well-used wheat transformation protocol [11], although it suffers from the lack of complex transgenic integration schemes such as DNA positioning / copying or fragmentation during bombardment. [12]. Moreover, identification and maintenance of regenerated callus without contamination for a certain period of time is complicated as well [13]. When developing and producing new plants by the bioballistic transformation method, some parameters such as the selection of plasmid, wheat genotypes and the composition of the medium for cultivating explants and regenerant plants are considered [14].

As a result of bioballistics, a successful transformation of *Triticum monococcum* L. has already been carried out and plants resistant to the herbicide phosphinothricin have been obtained.. Analysis of the expression of marker genes and treatment of regenerant plants with herbicides showed that the *gfp* and *bar* genes are stably integrated into the genome of *Triticum monococcum* and the acquired trait is inherited over several generations. [15].

An attempt was made to overcome the susceptibility of soft wheat *Fusarium graminearum* by introducing the rice chitinase gene (Cht-2) by bombardment of immature wheat embryos

The incorporation of Cht-2 into the genome of the transformants was confirmed by dot blot analysis and the evaluation of the transformants by PCR assay using specific primers. The transformation efficiency (number of transgenic plants / number of embryos) composed 6.01%. The biochemical characteristics of the transformants were studied and it was determined that the content of total protein, phenolic compounds and the activity of the antioxidant enzymes peroxidase and catalase significantly decreased in new plants, as well as under stress conditions caused by infection with *F. graminearum*, the activity of phenylalanine ammonia lyase and chitinase increased significantly. compared to non-transgenic plants [16].

In response to infection with phytopathogens - viruses, bacteria, fungi and insects, PR-proteins (pathogenesis related proteins) are synthesized [17-19]. The most studied of these are chitinases and P-1,3-glucanases, which inhibit the growth of certain types of bacteria and fungi. These enzymes hydrolyze the main components of the cell wall - chitin and P-1,3-glucan. In addition, chitinases and P-1,3-glucanases are encoded by single genes, which prompts interest in them. [17, 18, 20, 21]. The

determined role of PR proteins in plants immunity enables to use anti-fungal proteins for the development of transgenic plants with increased resistance to fungal diseases. Such plants have already been obtained and have been observed to be resistant to fungal pathogens. [16, 22-26].

The aim of this work is to study the inheritance stability of the chitinase gene insertion in transformed wheat lines of T1, T2, and T3 generations obtained by the method of cisgenic bioballistics.

Materials and methods. The objects of the study were transformed lines of soft wheat *Triticum aestivum* based on Saratovskaya 29 and Kazakhstanskaya 19 varieties of T1, T2, and T3 generations obtained by the method of bioballistic transformation, and DNA samples isolated from these plants. In all experiments, non-transformed wheat plants of Saratovskaya 29 and Kazakhstanskaya 19 varieties was used as the control.

DNA isolation from transformed and non-transformed (control) plants was carried out from 100 mg of leaf plates of 2 - 3 week old seedlings using a GeneJET Plant Genomic DNA Purification Mini Kit (Thermo Fisher Scientific).

The presence of the target chitinase gene insert of was determined by PCR in a reaction volume of 20 µl, with the addition of 2 µl DNA, 2 µl HotTaq x10 buffer (Sileks, Russia), 2 mM MgCl₂, 0.2 mM dNTP, direct (ACC CTG TTG TTT GGT GTT ACT TCT GC) and reverse (GCA GTA GCC CCA GGA GTA GG) primers - 10 pmol each, and 1 unit. HotTaq DNA polymerase (Sileks, Russia) on Mastercycler ep gradient S (Eppendorf, Germany) in the following mode: initial denaturation at 95 ° C 15 min; (95 ° C - 60 sec; 58°C – 60 sec; 72°C – 60 sec) – 35 cycles; 72°C – 5min.

Amplification products were separated by electrophoresis in 1% agarose gel in 0.5 x TBE buffer at a voltage of 15 V/cm for 30 min. After electrophoresis, the gel was stained with a solution of ethidium bromide (1 µg / ml), followed by visualization in ultraviolet light on a GelDoc device (Bio-Rad, USA) in transmitted ultraviolet light at a wavelength of 260 to 360 nm.

Results. Wheat regenerant plants of the Saratovskaya 29 and Kazakhstanskaya 19 varieties presumably carrying an insert of the chitinase gene were obtained as a result of several series of bioballistic cisgenic transformation of immature embryos. Transformation was performed with genetic constructs with the wheat chitinase gene (Chit) applied to gold particles using a ballistic device Biolistic Particle Delivery System PDS-1000/He (Bio-Rad) according to the manufacturer's protocol and according to the established method [27].

The transformed regenerant plants were grown in soil under the conditions of a culture light room to the state of a ripe ear. Further studies and determination of the inheritance stability of the insert were carried out on lines that had no visible defects during cultivation, had a sufficient amount of seed material for planting, and, the most important criterion, had a confirmed insertion of the target chitinase gene according to the results of preliminary PCR analyzes. The collected seed material of six lines № 25, 26, 33, 35, 43 and 44 of regenerant plants based on the Saratovskaya 29 variety and two lines №1 and №2 of the Kazakhstanskaya 19 variety was planted in the soil and plants of the T1 generation were obtained. In all further studies, plants of the original varieties were planted in parallel as a control.

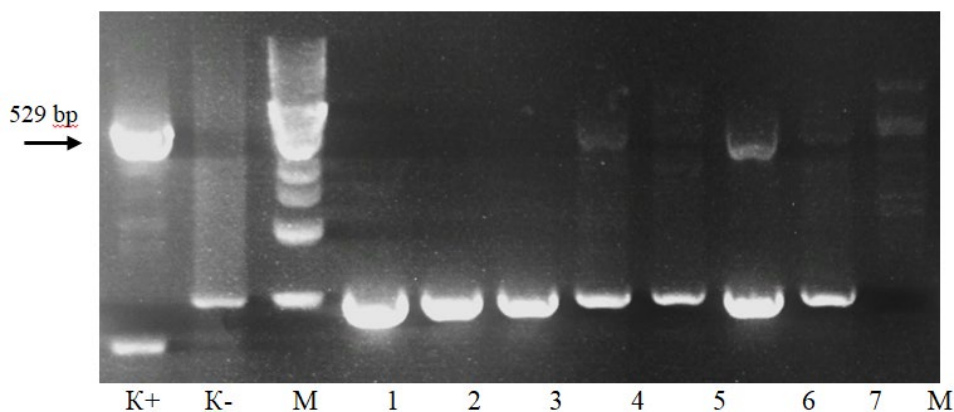
The plants was evaluated according to such parameters as plant height, lodging, flowering and heading periods. In general, according to the results of all visual observations, no visible differences from the control, untransformed seedlings of varieties Saratovskaya 29 were revealed. Significant differences in the growth rate, flowering and heading times were also not found when comparing the transformed lines with each other for all the indicated parameters.

In total, during the growing season of 375 wheat plants of the T1 generation, 468 samples of leaf bsamples were collected from 6 transformed lines based on the Saratovskaya 29 variety, 2 lines based on the Kazakhstanskaya 19 variety and 2 control variants. DNA was isolated to conduct the polymerase chain reaction, and, in order to exclude false negative results, the samples were analyzed three times. A total of 468 DNA samples from transformed plants were examined.

PCR for the presence of the chitinase gene insert was conducted with primers designed in such a way that it was possible to anneal simultaneously a part of the construct promoter and the subsequent chitinase gene sequence after the promoter (ACCCTGTTGTTTTGGTGTTACTTCTGC; GCAGTAGCCCCAGGAGTAGG; amplicon size 529 bp). This design was developed to exclude false positive results by amplifying the native wheat chitinase gene. Therefore, the detected amplification product of 529 bp in size indicated the presence of the target chitinase gene in the sample.

Figure shows the results of DNA amplification isolated from transformed wheat plants. Plasmid (K +) with the chitinase gene and DNA (K-) from non-transformed wheat plants of Saratovskaya 29 variety served as controls.

The generalized screening data of transformed T1 generation wheat lines and control plants of varieties Saratovskaya 29 and Kazakhstanskaya 19 for the presence of target inserts of the chitinase gene are shown in the table below (Table).



Screening results for the presence of the target chitinase gene. K+ - positive control (plasmid containing the chitinase gene), K- - negative control, M – DNA ladder (100 bp), 1-3, 5 – plants without the target chitinase gene, 4, 6, 7– plants carrying the target chitinase gene

These tables show that not all lines selected for preliminary screening had the insertion of the target gene. Based on the revealed percentage, the plants of the T1 generation were divided into three groups.

The first group included plants T1 St-29№35 и St-29№33, characterized by a high degree of the insert instability. Regarding line St-29№35, it can be assumed that it was chimeric at the time of the initial analysis, or its definition as carrying the insert was erroneous, or the localization of the insert caused its complete cleavage in the T1 generation.

The second group consisted of T1 plants of the St-29№43 и Kz-19№2 lines, in which partial cleavage occurred and the stability of the insert was 79.55% and 60%, respectively. These two lines can be further studied to clarify the point of the insertion.

The third group of plants, which combined plants of the lines St-29№25, St-29№44, St-29№26 and Kz-19№1, was distinguished by the inheritance stability of the target chitinase gene in the T1 generation.

To assess the stability of the detected insert in T2 wheat transformant plants, seeds of 8 lines of transformed wheat were sown in an experimental field and 357 T1 plants were cultivated. Seeds of the following wheat lines were sown: St-29№25, St-29№44, St-29№26, Kz-19№1, which we identified as carriers of a stable insert and line St-29№43 и Kz-19№2 with partial cleavage in plants by the presence of an insert, lines St-29№35 and St-29№33 without an insert.

Total 363 leaf samples were collected during the wheat plants vegetation season in the field, followed by DNA isolation from leaf samples analysis for the presence of an insert under the same conditions as in the previous year. The reaction was carried out three times to exclude false negative results.

The screening results of T2 generation experimental plants of 8 transformed wheat lines and control plants of Kazakhstanskaya 19 and Saratovskaya 29 varieties are given in Table.

The data in Table demonstrate that further partial cleavage occurs in the lines St-29№43 и Kz-19№2 and the stability of the insert is only 76.92% and 76.6%, respectively, which suggests that for obtaining a new wheat line with target traits of resistance to fungal diseases, these lines cannot be used. In the line St-29№35 and St-29№33, which we indicated as not showing the insertion of the target chitinase gene in the T1 generation, the insertion was not detected in the T2 generation either.

In contrast to the mentioned earlier lines, the plants of the lines St-29№25, St-29№44, St-29№26 и Kz-19№1 confirmed the stability of the chitinase gene inheritance in the T2 generation. In this regard, these four lines were used in further replication in the T3 generation. The line St-29№43, which showed a partial splitting of the trait, was also taken for reproduction and analysis of the next generation.

Under the conditions of the experimental field, the 5 lines of transformed wheat of T3 generation was obtained. In total, 232 plants of the T2 generation lines St-29№25, St-29№44, St-29№26, Kz-19№1, which were identified as carriers of the stable insert and the St-29№43 line with partial cleavage in plants by the presence of the insert, were cultivated. In addition, control plants of varieties Saratovskaya 29 and Kazakhstanskaya 19 were planted as well.

The presence of an insert was determined by amplification of DNA isolated from 456 leaf samples collected from experimental plants during the growing season. The results of screening experimental plants of the T3 generation of five transformed wheat lines and control plants are given in Table.

Again, chitinase gene insertions were found in lines St-29№25, St-29№2, St-29№44 и Kz-19№2 and the stability of inheritance ranged from 80 to 96%. Further partial cleavage occurred and the stability of the insert composed only 71.4% for the St-29No.43 line.

Results of screening of new wheat lines transformant plants for the presence of a target chitinase gene insert

Name of line	T1			T2			T3		
	Number of plants, each.	The presence of the chitinase gene	Total positive plants, %	Number of plants, each.	The presence of the chitinase gene	Total positive plants, %	Number of plants, each.	The presence of the chitinase gene	Total positive plants, %
Saratovskaya 29 (control)	45	-	-	46	-	-	46	-	-
St-29 №25	49	48	97,96	48	48	100	48	46	95,8
St-29 №26	47	45	95,8	46	42	91,3	47	43	91,6
St-29 №33	45	14	31,11	42	0	0			
St-29 №35	48	0	0	43	0	0			
St-29 №43	44	35	79,55	39	30	76,92	42	30	71,4
St-29 №44	50	45	90,0	45	43	95,55	47	38	80,9
Kazakhstanskaya 19 (control)	48	-	-	45	-	-	48	-	-
Kz-19 №1	47	47	100,0	47	47	100	48	41	85,4
Kz-19 №2	45	27	60,0	47	36	76,6			

Conclusions. The development of strategies for the host plant resistance against crop diseases is the foundation of future agricultural production. The development of technologies for rapid gene isolation, molecular labeling methods, the results of whole genome sequencing, as well as the development of knowledge of the field pathosystem are the potential for the implementation of effective and long-term programs for the creation of new varieties resistant to environmental stressors while reducing dependence on pesticides [28].

When transforming plants, an important factor is not only to obtain a transgenic plant with the desired trait, but it is also necessary that the transferred gene is expressed in the new plant and the acquired trait is inherited in generations [27].

Primary transformed regenerant plants were obtained as a result of cis-gene transfer of the chitinase gene into immature wheat germ of Saratovskaya 29 and Kazakhstanskaya 19 varieties. And primary screening of them by PCR for the presence of the target gene enabled to select 6 lines based on variety Saratovskaya 29 and 2 lines based on variety Kazakhstanskaya 19, presumably bearing an insert.

The seeds of the T1 generation were obtained from the selected regenerant plants by cultivation in the soil, which served as the material for the subsequent generations of T2 and T3.

In the field, leaf samples (plates) of the studied plants were collected to identify the lines carrying the wheat chitinase genes insertion. The presence of an insert was determined by PCR using designed primers capable of identifying the target gene. DNA amplification of 8 selected lines линий St-29№25, St-29№43, St-29№44, St-29№33, St-29№26, St-29№35, Kz-19№1, Kz-19№2 revealed lines carrying the insert, lines with partial cleavage and lines characterized by a high degree of instability of the insert.

The 4 lines St-29№25, St-29№2, St-29№44 and Kz-19№2 with the stability of chitinase inheritance ranged from 80 to 96% were established as a result of PCR analysis of wheat generations T1, T2 and T3. Partial cleavage occurred and the stability of the insert was less than 80% for St-29№43 and Kz-19№2 lines. Insertions of the desired gene were not found in lines St-29№35 and St-29№33.

Thus, the lines St-29№25, St-29№44, St-29№26 and Kz-19№1 were selected as promising for in-depth study of their resistance to fungal diseases and further replication.

Acknowledgements. The work was carried out within the framework of the grant funded by the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan 2018-2020., AP05132540 “Obtaining new lines of wheat and potatoes based on a complex of innovative approaches of genetic engineering and cell technology”.

**Н.П. Малахова¹, Ю.А. Скиба^{1,2}, Э.Р. Мальцева^{1,2}, Г.А. Искакова¹, Д.А. Найзабаева^{1,2},
Б.К. Тезекбаева¹, А.О. Бисенбай^{1,2}, К.А. Тойбаева¹, Г.А. Исмагулова^{1*}**

¹ ҚР БЖҒМ ҒК М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Алматы, Қазақстан;

² ҚР БЖҒМ ҒК Ұлттық биотехнология орталығының Алматыдағы филиалы, Орталық референттік лабораториясы, Алматы, Қазақстан

БИОБАЛЛИСТИКАЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯДАН КЕЙІН БИДАЙ ЛИНИЯЛАРЫНА ЕНГІЗІЛГЕН ХИТИНАЗА ГЕНІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Аннотация. Биобаллистика қазіргі кезде біржарнақты өсімдіктерді трансформациялауда тиімді әдістердің бірі болып саналады, бірақ бұл әдіс қосжарнақтыларға да сәтті қолданылуда. Баллистика арқылы күріш, жүгері, темекі, картоп, қызылша, соя, жүзім және басқа да дақылдар өзгеріске ұшырады.

2000 жылдан бастап жеке реттелетін элементтері бар гендердің бір түрінің немесе тұраралық гені енгізілген организмдерді цисгендік немесе интргендік деп атауға ұсынылды. Цисгенді өсімдіктер гендік инженерия негізінде алынғанымен, олар гендік модификацияланған деп саналмайды. Тұқымдағы май қышқылының құрамы өзгерген және сульфонилмочевина негізіндегі гербицидке төзімді сояның цисгенді линиялары, қызанақтың жетілуін бәсеңдететін, сонымен қатар глифосфатқа төзімді жүгері линиялары белгілі. Қазіргі уақытта трансгенді технологияларды қоршаған ортаның стрестік факторларынан, мысалы, түрлі қоздырғыштан – вирус, бактерия, саңырауқұлақ және жәндіктер әсерінен құтылу әрі сорттар мен будандардың тұрақтылығын арттыру үшін күнен-күнге қолданысы артуда. Цисгендік биобаллистикалық тасымалдау элементтері ретінде ген жиынтығы емес, керісінше бір генмен кодталатын өсімдік қоздырғышының зақымдануын инактивациялауға қатысатын ақуыздар қолданылады.

Өсімдіктер табиғатында патоген індетіне қарсы PR ақуызының (pathogenesis related proteins) синтезі жүреді, солардың ішінде көп зерттелгені – хитиназалар мен β -1,3-глюканазалар. Өсімдік иммунитетіндегі жеке PR ақуызының нақты рөлін білу арқылы саңырауқұлақ ауруына төзімділігі жоғары трансгенді өсімдіктерді өсіруде белгілі бір антифунгецитті ақуыз қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, қажетті белгі-нышаны бар өсімдік алумен қатар, берілетін геннің тұрақты экспрессиясы мен өсімдік тұқымында сол қасиетті бекіту маңызды.

Жұмыста цисгеннің ауысу әдісімен алынған бидайдың T1, T2 және T3 тұқымына енгізілген хитиназа генінің тұрақтылығы зерттелді.

Хитиназа генін Саратовская 29 және Казахстанская 19 сорттарының жетілмеген бидай тұқымына биобалистик трансформация нәтижесінде бастапқы трансформацияланған регенерант өсімдіктері алынды. ПТР скринингі арқылы мақсатты гені бар болжамды 6 линия, соның ішінде Саратовская 29 сорты негізінде 6 линия мен Қазақстанская 19 сорты негізінде 2 линияны сұрыптап алуға мүмкіндік берді. Таңдалған қалпына келтіретін өсімдіктердің тұқымдық материалы топырақта өсіріліп, T1 буынының тұқымы алынды. Сұрыпталған 8 линияның – Ст-29№25, Ст-29№43, Ст-29№44, Ст-29№33, Ст-29№26, Ст-29№35, Кз-19№1, Кз-19№2 ДНК-сын арнайы спецификалық праймермен амплификациялау нәтижесінде ген енгізілген 3 линия анықталды: енгізілген гені бар линиялардың жартылай ыдырауы арқылы және жоғары дәрежедегі тұрақсыздығы негізгі сипаты болып саналатын линиялар. Тұрақсыз тұқым қуалайтын дәрежедегі линиялар зерттеуден алынып тасталды және әрі қарайғы зерттеулерде қолданылмады. Жарым-жартылай ыдырайтын линиялар T2 буынын алу мақсатында жұмыстың келесі кезеңіне жіберілді. ПТР анализінің нәтижелері бойынша T1 буынында мақсатты хитиназа генінің енгізілгенін көрсетпеген Ст-29№35 және Ст-29№33 линиясы T2 буынында да анықталмаған. Ст-29№43 және Кз-19№2 линиясында одан әрі жарым-жартылай ыдырау үдерісі тіркеліп, тұрақтылығы 76,92% және 76,6% сәйкесінше құрады, сондықтан бұл линияларды кейінгі тәжірибеде қолдануға мүмкіндік болмады. Ст-29№25, Ст-29№44, Ст-29№26 және Кз-19№1 линиясы хитиназа генінің T2 буынында тұқым қуалайтын тұрақтылығы дәлелдеді. Осыған байланысты T3 буынын көбейту мақсатында аталған төрт линия арықарай да қолданылды. Белгінің жарым-жартылай ыдырайтын қасиеті сипатталған Ст-29№43 линиясы келесі тұқымды көбейту мен талдау үшін таңдалды. Тәжірибелік өріс жағдайында трансформацияланған бидайдың T3 5 линиясы алынды. Тұрақты енгізбенің тасымалдаушысы

ретінде Ст-29№25, Ст-29№44, Ст-29№26, Кз-19№1 линиясының Т2 буынының 232 өсімдігі және Ст-29№43 линиясының жарым-жартылай ыдырайтын енгізбесі бар өсімдіктер өсірілді.

Хитиназа генінің тұрақты тұқым қуалайтын қасиеті Ст-29№25, Ст-29№44, Ст-29№26 және Кз-19№1 төрт линияда анықталды. Келесі зерттеулерде Ст 29№25, Ст-29№44, Ст-29№26 және Кз-19№1 линиясының зертханалық және далалық жағдайда саңырауқұлақ ауруына төзімділігін және кейін көбею үдерісін қарастырылады.

Саңырауқұлақ қоздырғышына сезімталдықтың төмен және орташа дәрежесін көрсеткен сұрыпталған линиялар, жаңа сорт жасау және қоздырғыш пен өсімдіктің өзара әсерін зерттеу үшін қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: трансформацияланған өсімдіктер, ДНК, бидай хитиназа гені, енгізбе тұрақтылығы.

**Н.П. Малахова¹, Ю.А. Скиба^{1,2}, Э.Р. Мальцева^{1,2}, Г.А. Искакова¹, Д.А. Найзабаева^{1,2},
Б. К. Тезекбаева¹, А.О. Бисенбай^{1,2}, К.А. Тойбаева¹, Г.А. Исмагулова^{1*}**

¹Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина КН МОН РК, Алматы, Казахстан;

²Алматинский филиал Национального центра биотехнологии КН МОН РК в Центральной референтной лаборатории (ЦРЛ), Алматы, Казахстан

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ВСТРОЕННОГО ГЕНА ХИТИНАЗЫ В ЛИНИЯХ ПШЕНИЦЫ ПОСЛЕ БИОБАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Аннотация. Биобаллистика на сегодняшний день является одним из самых эффективных методов трансформации однодольных, но при этом также с успехом применяется на двудольных растениях. С использованием баллистики были трансформированы рис, кукуруза, табак, картофель, свекла, соя, виноград и др.

С начала 2000-х годов были предложены организмы, в геном которых были введены гены одного с ними вида или видов с собственными регуляторными элементами, с которыми они могут скрещиваться, называемые цисгенными либо интрагенными. Считается, что цисгенные растения не являются генномодифицированными, хотя они и получены методами генной инженерии. Известны цисгенные линии сои с измененным составом жирных кислот в семенах и устойчивостью к гербицидам на основе сульфонилмочевины, с замедленным созреванием томатов, устойчивые к глифосату линии кукурузы. В настоящее время трансгенные технологии все чаще используются для повышения устойчивости сортов и гибридов к стрессовым факторам окружающей среды, например, к действию различных патогенов – вирусов, бактерий, грибов и насекомых. В качестве элементов для цисгенного биобаллистического переноса используют белки, участвующие в процессах инактивации поражения патогенами растений и кодируемые одним геном, а не семейством генов.

В растениях в ответ на инфицирование патогенами происходит синтез PR-белков (pathogenesis related proteins), наиболее изученными из которых являются хитиназы и β -1,3-глюканазы. Знание точной роли отдельных PR-белков в иммунитете растений дает возможность использовать определенные специфические антигрибные белки при создании трансгенных растений с повышенной устойчивостью к грибным болезням. При этом, важно не только получить растение с нужным признаком, но и закрепить в нем стабильную экспрессию перенесенного гена и наследование приобретенного признака в поколениях.

Нами проведено исследование стабильности вставки гена хитиназы в поколениях Т1, Т2 и Т3 трансформированных линий пшеницы, полученных методом цисгенного переноса.

В результате биобаллистической трансформации гена хитиназы в незрелые зародыши пшеницы сортов Саратовская 29 и Казахстанская 19 получены первичные трансформированные растения-регенеранты, скрининг которых методом ПЦР на наличие целевого гена позволил отобрать предположительно несущие вставку 6 линий на основе сорта Саратовская 29 и 2 линии на основе сорта Казахстанская 19. Семенной материал отобранных растений-регенерантов был культивирован в почвенных условиях и получены семена поколения Т1. Амплификация ДНК 8 отобранных линий Ст-29№25, Ст-29№43, Ст-29№44, Ст-29№33, Ст-29№26, Ст-29№35, Кз-19№1, Кз-19№2 со специфическими праймерами выявила линии, несущие вставку, линии с частичным расщеплением и линии, характеризующиеся большой степенью нестабильности вставки. Линии с нестабильно степенью наследования были выбракованы и не использованы в дальнейших исследованиях. Линии с частичным расщеплением были включены в следующий этап работы с целью получения Т2 поколения. По результатам ПЦР анализа в линиях Ст-29№35 и Ст-29№33, не показавших в поколении Т1 вставку целевого гена хитиназы, в поколении Т2 так же вставки не выявили. В линиях Ст-29№43 и Кз-19№2 происходит дальнейшее частичное расщепление и стабильность вставки составила 76,92% и 76,6%, соответственно, поэтому данные линии не могут быть использованы в последующих экспериментах. Линии Ст-29№25, Ст-29№44, Ст-29№26 и Кз-19№1 подтвердили стабильность наследования

гена хитиназы в поколении Т2. В связи с этим, эти четыре линии были использованы в дальнейшем тиражировании в Т3 поколении. Линия Ст-29№43, показавшая частичное расщепление признака, также была нами взята для размножения и анализа следующего поколения. В условиях экспериментального поля было получено поколение Т3 5 линий трансформированной пшеницы. Всего осуществлено культивирование 232 растений Т2 поколения линий Ст-29№25, Ст-29№44, Ст-29№26, Кз-19№1, определенных нами как носителей стабильной вставки и линии Ст-29№43 с частичным расщеплением в растениях по наличию вставки.

Стабильное наследование гена хитиназы подтверждено в четырех линиях Ст-29№25, Ст-29№44, Ст-29№26 и Кз-19№1. Дальнейшие исследования предусматривают изучение устойчивости линий Ст-29№25, Ст-29№44, Ст-29№26 и Кз-19№1 к грибковым заболеваниям в лабораторных и полевых условиях с последующим тиражированием.

Отобранные линии, показавшие низкую и среднюю степень поражаемости к грибным патогенам, могут быть использованы для создания новых сортов и при изучении взаимодействия патоген-растение.

Ключевые слова: трансформированные растения, ДНК, ген хитиназы пшеницы, стабильность вставки.

Information about authors:

Malakhova Natalya Petrovna, PhD of biology science, Head of the Plant Bioengineering Laboratory, M.A Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan, tasha_malakhova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5312-9674>;

Skiba Yuriy Aleksandrovich, PhD of biology science, Head of the Laboratory of Molecular Biology Almaty Branch of National Center for Biotechnology in Central Reference Laboratory (CRL); Leader Researcher of the Laboratory of Genome, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry Almaty, Kazakhstan; yuriy.skiba@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4895-1473>;

Maltseva Elina Romanovna, PhD candidate at al-Farabi Kazakh National University, Head of the Department of Biosecurity and Biosafety Almaty Branch of National Center for Biotechnology in Central Reference Laboratory (CRL); Researcher of the Laboratory of Genome, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry Almaty, Kazakhstan; elina_m@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9198-695X>;

Iskakova Gulnur Ayupovna, PhD student of Kazakh National Agrarian University, Researcher of Genome Laboratory, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry Almaty, Kazakhstan; gulek-0883@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1989-9031>;

Naizabayeva Dinara Adamzhankyzy, Master of Biotechnology, Junior Researcher of the Laboratory of Molecular Biology Almaty Branch of National Center for Biotechnology in Central Reference Laboratory (CRL); Junior Researcher of the Laboratory of Genome, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry Almaty, Kazakhstan; dinara.naizabaeva@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-0606-4289>;

Tezekbaeva Botakoz Kulbaevna, Research of Plant Bioengineering Laboratory, M.A Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan, bota151283@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2313-9737>;

Bissenbay Akerke Ongarbaykyzy, PhD student of al-Farabi Kazakh National University, Researcher of Laboratory of Molecular Biology Almaty Branch of National Center for Biotechnology in Central Reference Laboratory (CRL); Junior Researcher of the Laboratory of Genome, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry Almaty, Kazakhstan; akerke.bissenbay@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7109-2534>;

Toibayeva Karlygash Amirovna, PhD of biology science, Researcher of the Laboratory of Genome, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Kazakhstan; k-toibaeva@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3611-5291>;

Ismagulova Gulnara Akimzhanovna, PhD of biology science, Head of the Laboratory of Genome, M.A Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan; i_gulnara@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2735-4939>.

REFERENCES

[1] Espinoza C, Schlechter R, Herrera D, Torres E, Serrano A, Medina C, Arce-Johnson P. Cisgenesis and Intragenesis: New tools For Improving Crops: Biological Research of the Volume 46 (2013), 323-331. DOI: 10.4067/S0716-97602013000400003 ISSN 0716-9760

[2] <https://www.isaaa.org>.

[3] Javier Sánchez-Martín, Beat Keller. Contribution of recent technological advances to future resistance breeding: Theoretical and Applied Genetics of the Volume 132 (2019), 713–732.

[4] Schouten H, Krens F, Jacobsen E. Do cisgenic plants warrant less stringent oversight?: Nature Biotechnology of the Volume 24, Number 7 (2006), 706-753. DOI: 10.1038/nbt0706-753.

[4] Matveeva T.V. Not exactly transgenic plants: Plant Protection News of the Volume 3, Number 89 (2016), 106-108 (in Russ).

[5] Matveeva T.V., Azarakhsh M. Genetically modified organisms that are allowed to grow and breed in Russia: Ecological genetics of the Volume 14, Number 4 (2016), 32-40 (in Russ). DOI: 10.17816/ecogen14432-40. ISSN 1811–0932.

[6] Sidorova T., Miroshnichenko D., Dolgov S., Tjukavin G. Transgenic carrot expressing thaumatin II gene has enhanced resistance against *Fusarium avenaceum*: Horticulture Symposium, South Africa (2013). 10.17660/ActaHortic.2013.974.14

[7] Alexander N.J. The TRI101 story: engineering wheat and barley to resist *Fusarium* head blight: World Mycotoxin Journal of the Volume 1, Number 1 (2008), 31-37. ISSN 1875-0710 print.

[8] Tarchevsky I.A. Plant cell signaling systems. Textbook. M.: Science. 2002. 294 p. (in Russ).

- [9] Jasdeep C.P., Avijit T. Genetic Transformation and Transgenic Wheat Development: An Overview: Clon Transgen of the Volume 5 (2016), 147. doi:10.4172/2168-9849.1000147.
- [10] Anand A., Zhou T., Trick H.N., Gill B.S., Bockus W.W., et al. Greenhouse and field testing of transgenic wheat plants stably expressing genes for thaumatin like protein, chitinase and glucanase against *Fusarium graminearum*: J. Exp.Bot. of the Volume 54 (2003), 1101-1111.
- [11] Kasirajan L., Kovilpillai B., Bansal K.C. Optimization of genetic transformation protocol mediated by biolistic method in some elite genotypes of wheat (*Triticum aestivum* L.): Afr. J. Biotechnol. of the Volume 12 (2013), 531-538.
- [12] Hu T, Metz S, Chay C, Zhou HP, Biest N, et al. Agrobacterium-mediated large-scale transformation of wheat (*Triticum aestivum* L.) using glyphosate selection: Plant Cell Rep. of the Volume 21 (2003), 1010-1019.
- [13] Sparks C.A., Jones H.D. Biolistic transformation of wheat: Methods Mol. Biol. of the Volume 478 (2009), 71-92.
- [14] Abdul R., Ishfaq A.H., Imran M., Azhar H. Development of in planta transformation protocol for wheat: African Journal of Biotechnology of the Volume 10 (2011), 740-775.
- [15] Miroshnichenko D., Ashin D., Pushin A., Dolgov S. Genetic transformation of einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum* L.), a diploid cultivated wheat species.: BMC Biotechnology (2018), 18:68. <https://doi.org/10.1186/s12896-018-0477-3>
- [16] Hashema Hanan A., Hassaneina Raifa A., Fahmyb Ashraf H., Ibrahimc Ahmed S., Shihyh Osama M. E., Qaid Ebtessam A. Particle bombardment-mediated co-transformation of the *ChT-2* gene in wheat and the associated changes in defense mechanisms in transgenic plants infected with *Fusarium graminearum*: Biocatalysis and Agricultural Biotechnology of the Volume 14 (2018), 204–214.
- [17] Yu. T. Dyakov. Fundamental phytopathology. 2017. ISBN: 9785396008243
- [18] Distefano G. La Malfa S., Vitale A., Lorito M., Deng Z., Gentile A. Defence-related gene expression in transgenic lemon plants producing an antimicrobial *Trichoderma harzianum* endochitinase during fungal infection: Transgenic Research of the Volume 17 (2008), 873–879.
- [19] Matthew A. Campbell, Heather A. Fitzgerald & Pamela C. Ronald. Engineering Pathogen Resistance in Crop Plants: Transgenic Research of the Volume 11 (2002), 599–613.
- [20] Sharma N., Sharma K.P., Gaur R.K., Gupta V.K. Role of Chitinase in Plant Defense: Asian Journal of Biochemistry. of the Volume 6, Number 2 (2011), 29-37. SSN 1815-9923. DOI: 10.3923/ajb.2011.29.37.
- [21] Mercado José A., Barceló Marta, Pliego Clara, Rey Manuel, Caballero José L., et al. Expression of the β -1,3-glucanase gene *bgn13.1* from *Trichoderma harzianum* in strawberry increases tolerance to crown rot diseases but interferes with plant growth: Transgenic Research of the Volume 24 (2015), 979–989.
- [22] Gentile A., Deng Z., La Malfa S., Distefano G., Domina F., Vitale A., Polizzi G., Lorito M./ Tribulato E. Enhanced resistance to *Phoma tracheiphila* and *Botrytis cinerea* in transgenic lemon plants expressing a *Trichoderma harzianum* chitinase gene: Plant Breeding of the Volume 126 (2007), 146-151.
- [23] Girhepuje P.V., Shinde G.B. Transgenic tomato plants expressing a wheat endochitinase gene demonstrate enhanced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*: Planr Cell, Tiss. Org. Cult.– of the Volume 105 (2011), 243-251.
- [24] Vellisce Gabriel R., Díaz Ricci Juan C., Hernández Lázaro , Castagnaro Atilio P. Enhanced Resistance to *Botrytis cinerea* Mediated by the Transgenic Expression of the Chitinase Gene *ch5B* in Strawberry: Transgenic Research of the Volume 15 (2006), 57–68. doi.org/10.1007/s11248-005-2543-6
- [25] Kovács G., Sági L., Jacon G., Arinaitwe G., Busogoro J.-P., Thiry E., Strosse H., Rony S., Remy S. c ('Gros Michel', AAA genome group) confers resistance to black leaf streak disease: Transgenic Research of the Volume 22 (2013), 117–130. DOI 10.1007/s11248-012-9631-1.
- [26] James V. A., Avart C., Worland B., Snape J. W., Vain P. The relationship between homozygous and hemizygous transgene expression levels over generations in populations of transgenic rice plants: Theoretical and Applied Genetics of the Volume 104 (2002), 553–561. doi.org/10.1007/s001220100745.
- [27] Ismagul Ainur, Iskakova Gulnur, Harris John C., and Eliby Serik. Biolistic Transformation of Wheat with Centrophenoxine as a Synthetic Auxin: Crop Breeding. Methods and Protocols. Ed. Delphine Fleury and Ryan Whitford. Humana Press. Adelaide, Australia (2014), 191- 202. ISBN 13: 978149390 4457.
- [28] Javier Sánchez-Martín, Beat Keller. Contribution of recent technological advances to future resistance breeding: Theoretical and Applied Genetics of the Volume 132 (2019), 713–732.

N.P. Malakhova^{1*}, Y.A. Skiba^{1,2}, E.R. Maltseva^{1,2}, G.A. Iskakova¹,
B. K. Tezekbayeva¹, G.A. Ismagulova¹, A.S. Nizkorodova^{1,2}

¹ M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry under the Science Committee of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan;

² Institute of Plant Biology and Biotechnology, under the Science Committee of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan Almaty, Kazakhstan.

*E-mail: tasha_malakhova@mail.ru

CISGENIC BIOLISTIC TRANSFORMATION FOR OBTAINING NEW FORMS OF POTATOES WITH IMPROVED RESISTANCE TO LATE BLIGHT

Abstract. This article presents the results of application of cisgenic biolistic transformation for the accelerated production of new forms of potato with increased resistance to late blight. The reason for late blight development is the parasitic organism *Phytophthora infestans*, belonging to oomycetes (pseudo-fungi), which infects valuable agricultural plants. In this study, with the aim of combating *P. infestans*, a number of experiments on the biolistic transformation of the most common potato varieties Aksor and Nevskiy were carried out in Kazakhstan. Two potato genes – *Rpi-vnt1.1* and *StREM1.3* – were selected as targets for introduction. Expression of the first gene should be activated, and the expression of the REMORIN1.3 gene should be suppressed. *Rpi-vnt1.1* was under the control of *Solanum tuberosum* polyubiquitin gene promotor (*Pat*) and *Arabidopsis thaliana* polyubiquitin 5 gene terminator (*ubq5*). Knock-down double stranded RNA-hairpin gene construction for *StREM1.3* silencing was under the control of *Solanum tuberosum* phytochrome B gene promotor (*phyB*) and *Arabidopsis thaliana* hot-shock protein 18.2 terminator (HSP18.2). Three series of biolistic transformation were carried out, as a result of which 636 regenerated plants of potato varieties Aksor and Nevskiy were obtained. DNA was extracted from the plant material of potato transformant plants in the quality and quantity suitable for PCR analysis for the presence of an insert. PCR analysis was carried out, revealing 52 plants carrying the VNT insert. *StREM1.3* silencing gene construction was detected in plant lines by qPCR, based on comparative analysis of of gene expression level and revealed 6 lines with reliably lower *StREM1.3* expression level in comparison with wild-type plants.

Key words: biolistic transformation, cisgenes, *Phytophthora infestans*, RNA-silencing, resistance genes.

Abstract. Late blight caused by the oomycete *Phytophthora infestans* is known to be one of the most harmful diseases of cultivated solanaceous plants such as potato, tomato, eggplant, and pepper. Due to late blight, annual losses of potatoes in the world reach 10-15% and, for example, in the USA alone, they cause damage of more than \$ 6 billion [1, 2]. In case of severe damage to potatoes by late blight, in some years, the yield decrease can reach 70% or more.

Considering the fact that *P. infestans* is one of the most complex and variable parasitic organisms affecting agricultural plants, modern methods of genetic engineering and biotechnology are currently used to fight late blight. One of these approaches is the use of direct biolistic transformation of plants by their own resistance genes. It is known that about 74% of the *P. infestans* genome consists of repeating regions, with a large number of genes encoding effector proteins that are necessary for successful colonization of plant cells. RXLR proteins, which are the main class of transported effectors, are encoded by 550 phytophthora genes [3, 4]. These effector proteins that are recognized by plant immune receptors known as R-proteins (Resistance protein).

The use of potato's own genes encoding known R-proteins for biolistic transformation of potato plants may become one of the most successful approaches, which will allow obtaining new lines with increased resistance to most existing phytophthora strains.

The complexity of this approach is that despite the large number of crops that have been successfully modified by the method of biolistic transformation over the past 20 years [5], direct genetic transformation of potatoes is still rarely used to obtain new forms of this crop. Since the publication of the first work on potato bombardment in 2001 [6], the number of such works remains insignificant and mainly devoted to the analysis of the size of the inserted inserts [7], comparison with the method of PEG-mediated transformation of protoplasts [8], and studies on bombardment potato agrobacterial cells carrying three genes of interest [9].

Thus, the experimental work on the transformation of potato plants with genes of resistance to late blight carried out in this study will provide experimental data on the effectiveness of biolistic transformation of potatoes and the possibility of using this method to create new lines with resistance to late blight.

The goal of the research was to study the possibility of obtaining new forms of potatoes with increased resistance to late blight by cisgenic biolistic transformation.

Materials and methods. The object of the study: the varieties taken for the biolistic transformation were 2 varieties of domestic and Russian selection with different resistance to late blight. The domestic variety Aksor is relatively resistant, while the Russian variety Nevskiy is moderately resistant to disease.

Two potato genes - Rpi-vnt1.1 and StREM1.3 – were used as target genes. The Rpi-vnt1.1 gene is supposed to be expressed as an effector in transgenic plants, while the expression of the StREM1.3 gene, on the contrary, should be suppressed.

Genetic engineering constructs.

The sequence of the *Rpi-vnt1.1* gene from *Solanum venturii* was taken from the UniProt database (ID FJ423044) and is a genomic sequence from chromosome 9. It is 4310 bp long and carries one intron [10, 11]. For construction, the CDS sequence (710 ... 3385) was used. The *Rpi-vnt1.1* gene sequence is flanked by the potato *Pat* polyubiquitin gene transcription promoter from *Solanum tuberosum*, taken from the UniProt database (HM439286). At the 3' end, the *Rpi-vnt1.1* gene sequence is flanked by the *Arabidopsis thaliana* ubiquitin 5 (*ubq5*) transcription terminator. The sequence was taken from the GenBank database (At3g62250), the terminator length is 250 bp. [12]. The genetic construct was synthesized and assembled in the pUC57 plasmid by GenScript Limited.

The construction of the knockdown gene with a double-stranded RNA hairpin for StREM1.3 silencing is under the control of the *Solanum tuberosum* phytochrome B gene promoter (*phyB*) and the *Arabidopsis thaliana* heat shock protein 18.2 terminator (HSP18.2). The sequence of the *StRem1.3* gene from *Solanum venturii* was taken from the GenBank database (LOC102577743) and is a 597 bp mRNA sequence that encodes a 155 aa peptide [13]. Based on on-line sequence analysis in the Sfold program [14] with confirmation of the selected target sequences for RNA interference in commercial search engines BLOCK-iT RNAi Designer (ThermoFisher) and siRNA Target Finder (GenScript), two adjacent sites were selected -targets for small interfering RNA (siRNA): +348 - +369 bp and +411 - +432 bp. In the VectorNTI Suite 11.3 program, a sequence was created containing these regions (90 bp) in forward and reverse orientations, separated by an intron from catalase-2 of castor bean (*Ricinus communis*). At the 5'-end, the sequence of the knockdown sequence of the *StRem1.3* gene is flanked by the potato *phyB* (*Solanum tuberosum* phytochrome B) promoter. The sequence is from GenBank (Y14572.1). At the 3' end, the sequence is flanked by the transcriptional terminator of the *Arabidopsis thaliana* heat shock protein 18.2 (HSP18.2) gene. The sequence was taken from the GenBank database (NM_125364.3), the length of the terminator is 249 bp. [15]. The construct was synthesized and assembled on the pUC57 plasmid by GenScript Limited.

Genetically engineered constructs were cloned in chemically competent cells of *E. coli* strain DH-5 α . Colony screening was carried out on LB medium containing 100 μ g/ml ampicillin.

Isolation of plasmid DNA

Isolation of plasmid DNA was carried out using mini-columns and a DNA Extraction Kit (Thermo). *E. coli* cells carrying the plasmid were cultured overnight in 4 ml of Luria-Bertani (LB) medium on a shaker at 37 °C; further isolation was performed according to the manufacturer's instructions.

Preparation of genetically engineered cassettes for biolistic transformation

Plasmids pUC-patVNT_{hsp} and pUC-phyREM_{hsp} were treated with *EcoRI* / *SaI* restriction endonucleases and eluted from a 1% agarose gel with a QIAEX II Gel Extraction Kit (Qiagen).

Biolistic transformation of plant material

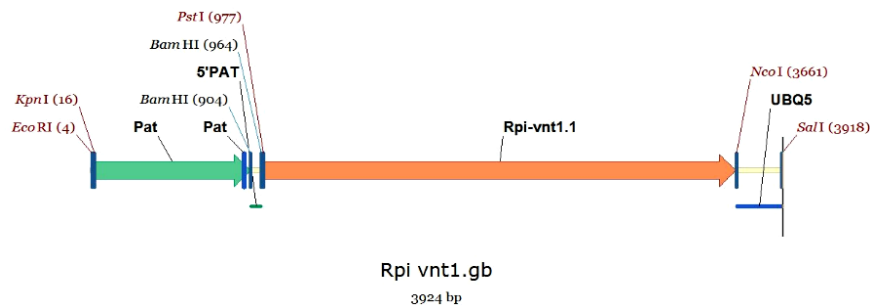
Biolistic transformation of potato internodes was carried out on a Biolistic PDS-1000/He Particle Delivery System (Bio-Rad) according to the manufacturer's instructions. For each experiment, 100 ng of elution-purified MEU, the minimal expression unit, was used. We used microparticles (1 µm) of gold (Bio-Rad) coated with DNA according to the binding procedure [16]. For each design, four to seven shots were fired using both 900 psi and 1100 psi discs.

General molecular biological methods

Determination of the amount of nucleic acids was carried out by measuring the ultraviolet absorption on a spectrophotometer Ultraspec 2000 (Pharmacia) at a wavelength of 260 nm. It was assumed that one absorption unit with a 1 cm wide cuvette corresponds to 35 µg of single-stranded DNA oligonucleotide or 50 µg of double-stranded DNA in 1 ml of solution.

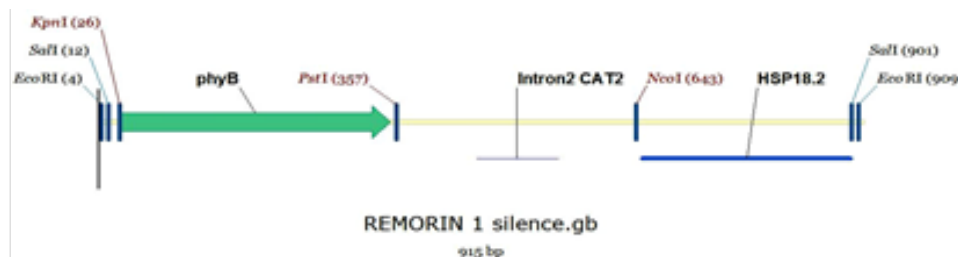
Nucleic acid electrophoresis was performed in a standard way [17] in agarose (1-2%) gel in TAE buffer.

Research results and discussion. To carry out the research, two genetically engineered constructs, Rpi_vnt1.1 and StREM1.3, carrying the sequences of two genes, two promoters and two terminators were constructed (figure 1, 2). All regulatory elements and target genes are cis-genic for the potato genus.



Rpi-vnt1.1 - sequence of the gene for resistance to late blight from *Solanum venturii*; Pat — promoter of transcription of the potato polyubiquitin gene from *Solanum tuberosum*; 5'PAT - 5'-NTP of the potato polyubiquitin gene from *Solanum tuberosum*; UBQ5 - terminator of transcription of the ubiquitin 5 gene from *Arabidopsis thaliana*

Figure 1 - Map of genetic engineering construct Rpi_vnt1.1 (VectorNTI Suite 11.3)



phyB - promoter *phyB* (*Solanum tuberosum* phytochrome B gene); Intron2 CAT2 - sequence of the second intron of castor bean catalase-2 (CAT-2); HSP18.2 - transcription terminator of the gene for heat shock protein 18.2 (HSP18.2) from *Arabidopsis thaliana*

Figure 2 - Map of the genetically engineered construction StREM1.3 (VectorNTI Suite 11.3)

The resulting constructs were transformed into chemically competent cells of *E. coli* strain DH-5α for the production of constructs in preparative quantities required for research. Colonies containing the insert were screened in LB medium with 100 µg/ml ampicillin. Isolation of plasmid DNA was performed using mini-columns and a DNA Extraction Kit (Thermo). *E. coli* cells with a confirmed insert were cultured overnight in 4 ml of LB medium on a shaker at 37 °C, after that the plasmid was isolated according to the manufacturer's instructions.

A significant amount of plant explants obtained from internodes of test-tube potato plants were used to carry out biolistic transformation. More than 1000 test-tube plants of each variety Aksor and Nevskiy were produced by micropropagation method.

Obtaining DNA fragments for biolistic transformation of plant material

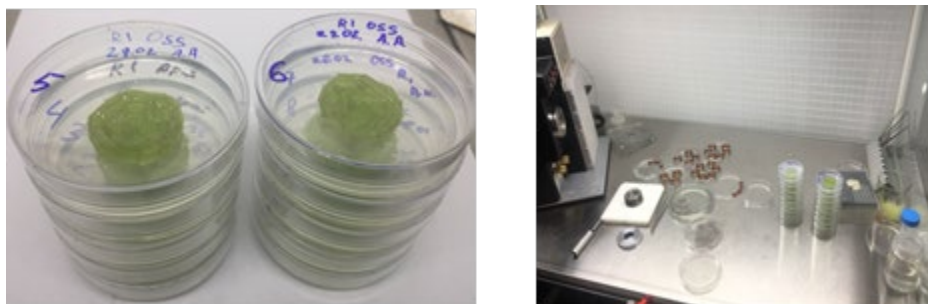
At the next stage of work, after obtaining and checking by restriction analysis of both constructs, we obtained DNA fragments suitable for biolistic transformation of plants. All genetically engineered constructs were treated with *EcoRI* / *SalI* restriction endonucleases. Since the amount of DNA required for plant transformation was preparative, restriction was carried out in large volumes, after which the restriction mixtures were precipitated with isopropanol, and fragments of the required size were eluted from 1% agarose gel. The purified preparations of DNA fragments were checked for integrity by subsequent electrophoresis, the amount was measured and the purity of the preparation was assessed ($OD_{260/280}$). After that, the DNA concentrations in the obtained preparations were equilibrated and used for plant transformation.

Biolistic transformation of potato internodes

Potato internodes were prepared in advance (50-60 pieces per cup) and subjected to genetic bombardment at the rate of 100 ng of DNA fragment per experiment. The procedure was carried out in a standard manner according to the manufacturer's instructions for the Biolistic PDS-1000/He Particle Delivery System (Bio-Rad), taking into account our optimized parameters.

For the best binding of genetic constructs to gold particles in the experiments, we used PM buffer containing polyethylene glycol and magnesium [16]; the helium pressure during the shot was 1100 psi.

In total, 3 series of biolistic transformations were carried out on 3483 explants of internodes of test tube plants of potato varieties: Aksor (1779 pcs.) And Nevskiy (1704 pcs.) (figure 3).



A - internodes of Aksor potatoes on osmotic medium (OSS), ready for biolistics; B - biolistic transformation

Figure 3 - A series of biolistic experiments on potato internodes

After cultivation of the transformed internodes on the M6 callus-formation medium (MS medium with vitamins 4.43 g/L, 30 g/L sucrose, 2.4 D 2 mg/L and zeatin 0.5 mg/L), 625 calli of the Aksor variety and 556 calli of the Nevskiy variety were obtained, some of which were capable of embryogenesis. Embryogenic calli were passaged on R4 regeneration medium, which is based on MS medium with a standard vitamin content of 4.43 g/L, sucrose 30 g/L and 2 mg/L gibberellic acid (figure 4).



A - embryogenic calli of the Aksor variety; B - embryogenic calli of the Nevskiy variety;
C - regenerating plants of the Aksor variety

Figure 4 - Regeneration of potato plants on callus cultures after biolistic transformation

According to the results of biolistic transformation, 636 transformed regenerant plants of potato varieties Nevskiy and Aksor were obtained. DNA samples were isolated from all transformants and their quality was checked for suitability for further analysis for the presence of inserted genes. All DNA samples were verified by amplification with primers to the actin reference gene, which is present in all plants. This stage was necessary to exclude false negative results in further experiments when determining the insertion of the target gene. PCR studies with the reference actin gene showed that all DNA samples met the requirements for PCR to detect the insert. Further, quantitative PCR analysis of the DNA of the transformant plants was carried out, which revealed 52 plants of the Aksor cultivar carrying the *VNT* insert.

The presence in the transformant plants of the construct with the *StREMI.3* gene was also determined by the method of quantitative PCR through analysis of the level of gene expression in comparison with that in control wild-type plants. In total, this method revealed 6 lines of potato plants of the Aksor variety with a significantly lower level of expression of *StREMI.3*, which indicates the presence of this gene in them.

Thus, in general, the results obtained in the course of the conducted studies showed a certain effectiveness of the method of biolistic transformation in relation to potato plants. Two selected genes, *Rpi_vnt1.1* and *REMORINI.3*, potentially suitable for creating new lines of *P. infestans* resistant potatoes, were transformed into plants by this method. As a result of 3 series of ballistic transformation of potato plants, 636 regenerant plants were obtained, of which 52 plants with the *VNT* insert and 6 lines with *StREMI.3* were found only in plants of the Aksor variety. The absence of gene insert in plants of the Nevskiy variety indicates that the use of the method of cisgenic biolistic transformation requires careful selection of conditions for each variety separately. Potato plants with the identified insert will be tested for resistance to late blight and with a high probability can be promising for creating new lines with improved resistance to the disease.

In general, based on the data obtained in the study, we can suggest that it is possible to create new lines of potatoes with improved qualitative characteristics in a short time based on the method of cisgenic biolistic transformation.

This research was carried out in the framework of the targeted program BR05236574 “The development of advanced technologies to produce crops resistant to stress factors in utilizing adaptive mechanisms of plants”, funded by the Ministry of Science and Education of the Republic of Kazakhstan in 2018-2020.

Н.П. Малахова^{1,2,*}, Ю.А. Скиба^{1,2}, Э.Р. Мальцева^{1,2}, Г.А.Искакова^{1,2},
Б.К. Тезекбаева^{1,2}, Г.А.Исмагулова^{1,2}, А.С.Низкородова^{1,2}

¹ ҚР БЖҒМ ҒК М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты,
Алматы, Қазақстан;

²ҚР БЖҒМ ҒК Өсімдіктер биологиясы және биотехнология институты, Алматы, Қазақстан

ЦИСГЕНДІ БИОБАЛЛИСТИКАЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ КАРТОПТЫҢ ФИТОФТОРОЗҒА ТӨЗІМДІ ЖАҚСАРТЫЛҒАН БЕЛГІЛЕРІ БАР КАРТОП ФОРМАЛАРЫН АЛУ

Аннотация. Мақалада цисгенді биобаллистика трансформациясы әдісін қолдану арқылы фитопфторозға төзімділігі жоғары картоптың жаңа түрлерін шығару жөнінде зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Бағалы ауылшаруашылық өсімдіктерін зақымдайтын, оомицеттерге жататын паразиттік организм *Phytophthora infestans* әсерінен фитопфтороз пайда болады. *P. infestans* – күрделі және өзгермелі паразиттік организмдердің бірі болғандықтан, қазіргі кезде онымен күресу үшін гендік инженерия мен биотехнологияның заманауи әдістері қолданылады. Сол тәсілдердің бірі – фитопфтора штамның көбісіне төзімді болып келетін жаңа линиялар құру мақсатында төзімділік гені бар өсімдіктердің тікелей биобалистикалық трансформациясын қолдану. Дақылдың жаңа түрлерін алу барысында картоптың тікелей генетикалық трансформация әдісі сирек қолданылатындықтан, аталған тәсілді қолдану қиынға соғады.

Бұл зерттеулерде *P. infestans*-ты бақылау мақсатында Қазақстанда ең көп таралған Аксор және Невский картобының цисгендік биобалистикалық трансформациясы бойынша бірқатар тәжірибелер жүргізілді. NCBI дерекқорында берілген ақпараттар негізінде ген-нысан ретінде картоптың екі гені – *Rpi-vnt1.1* және

StREM1.3 таңдалды. Картоптың конститутивті промоторларының бақылауымен таңдалған ген арқылы генетикалық конструкциялар синтезделіп және дизайны құрастырылды.

Биобаллистикамен трансформацияланған өсімдіктерде Rpi-vnt1.1 генінің экспрессиясы белсенділік танытып, REMORIN1.3 генінің экспрессиясы басып-жаншылуы керек. Rpi-vnt1.1 – *Solanum tuberosum* полиубиквитин генінің промоторы (Pat) және *Arabidopsis thaliana* полиубиквитин 5 гендік терминаторы (ubq5) бақылауында болса, ал StREM1.3-ті сайленсингке арналған екітізбекті РНҚ-шпилькасы бар «нокдаун» генінің конструкциясы *Solanum tuberosum* фитохром В генінің промоторы (phyB) және 18.2 *Arabidopsis thaliana* белок терминаторының (HSP18.2) бақылауында жүреді.

Алынған конструкциялар DH-5α штаммының *E. coli* хемикомпетентті клеткаларына зерттеуге қажетті мөлшерде трансформацияланды. Плазмидті ДНҚ бөліп алу үшін «Thermo» фирмасының миниколонналар мен DNA Extraction Kit реагенттер жинағы арқылы жүзеге асырылды.

Биобалистикалық трансформацияны жүзеге асыру үшін картоптың екі сорты пробиркада микроклоналды көбейтілді. Микроклоналды көбейту әдісі арқылы картоптың Аксор және Невский әр сорты үшін 1000-нан астам пробиркалық өсімдіктері көбейтілді. Тәжірибе барысында пробиркалық өсімдігінің түйінаралық бөлігінен алынған экспланттар қолданылды.

Биобалистикалық трансформацияның үш сериясы жүргізу нәтижесінде картоптың Аксор және Невский сортының 636 регенерант өсімдіктері алынды. Барлық трансформанттардан ДНҚ бөлініп және құрамына ген енгенін тексеру үшін сапалылығы тексерілді. ДНҚ-ның барлық үлгілері бүкіл өсімдікте кездесетін актин генінің праймерлеріне амплификация жүргізу арқылы тексерілді. Бұл кезең мақсатты геннің енгізілуін анықтаған кезде жалған теріс нәтижелерді болдыртпайды. Актиннің референтті гені арқылы жүргізілген ПТР зерттеулерінің нәтижесінде барлық ДНҚ үлгілері вставканы анықтау үшін ПТР жүргізу талаптарына сәйкес келетіндігін көрсетті.

Әрі қарай трансформант өсімдіктердің ДНҚ-сына сандық ПТР анализі жасалып, нәтижесінде VNT вставкасы бар Аксор сортының 52 өсімдігі анықталды. Сандық ПТР арқылы гендік экспрессия деңгейінің салыстырмалы талдауы негізінде StREM1.3 генінің құрылымы өсімдік линияларында анықталды. Жабайы типтегі өсімдіктермен салыстырғанда картоптың Аксор сортының 6 линиясында StREM1.3 экспрессиясы едәуір төмен болды, яғни бұл олардың құрамында аталған геннің бар екендігін көрсетеді.

Жүргізілген зерттеулер барысында алынған нәтижелер картоп өсімдігіне қатысты биобалистикалық трансформация әдісінің белгілі бір тиімділігін көрсетті. Бұл әдіс арқылы картоптың *P. infestans*-қа төзімді жаңа линияларын құру үшін таңдалған екі ген Rpi_vnt1.1 және REMORIN1.3 өсімдіктерге трансформацияланды. Анықталған вставкасы бар картоп өсімдіктері фитопфтораға төзімділігі үшін әрі қарай тексерілетін болады және ықтималдығы жоғары, ауруға төзімді жақсарған жаңа линияларды алуға болады. Жалпы зерттеу барысында алынған мәліметтерге сүйене отырып, цисгендік биобалистикалық трансформация әдісі арқылы қысқа мерзімде сапалы жаңа картоп линияларын жасауға болады.

Түйін сөздер: биобалистикалық трансформация, цисгендер, картоп фитопфтора инфестанттері, РНҚ-ны басу, қарсыласу гендері.

Н.П. Малахова^{1,2*}, Ю.А. Скиба^{1,2}, Э.Р. Мальцева^{1,2}, Г.А. Исакова^{1,2},
Б. К. Тезекбаева^{1,2}, Г.А. Исмагулова^{1,2}, А.С. Низкородова^{1,2}

¹Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина КН МОН РК,
Алматы, Казахстан;

² Институт биологии и биотехнологии растений КН МОН РК, Алматы, Казахстан;

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЦИСГЕННОЙ БИОБАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ КАРТОФЕЛЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ УСТОЙЧИВОСТИ К ФИТОФТОРОЗУ

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований по использованию метода цисгенной биобалистической трансформации для ускоренного получения новых форм картофеля с повышенной устойчивостью к фитопфторозу. Причиной развития фитопфтороза является паразитарный организм *Phytophthora infestans*, относящийся к оомицетам, поражающим ценные сельскохозяйственные растения. *P. infestans* является одним из наиболее сложных и изменчивых паразитических организмов, для борьбы с которым в настоящее время используют современные методы генной инженерии и биотехнологии. Одним из таких подходов служит использование прямой биобалистической трансформации растений собственными генами устойчивости для создания новых линий с повышенной устойчивостью к большинству существующих штаммов фитопфторы. Сложность такого подхода заключается в том, что прямая генетическая трансформация картофеля все еще редко используется для получения новых форм этой культуры.

В данном исследовании с целью борьбы с *P. infestans* был проведен ряд экспериментов по цисгенной биобаллистической трансформации наиболее распространенных в Казахстане сортов картофеля Аксор и Невский. На основе информации, представленной в базе данных NCBI, в качестве генов-мишеней выбраны два гена картофеля картофеля – *Rpi-vnt1.1* и *StREM1.3*. Осуществлен дизайн и синтезированы генетические конструкции с отобранными генами под контролем конститутивных промоторов картофеля.

Экспрессия *Rpi-vnt1.1* гена в трансформированных биобаллистикой растениях должна быть активирована, а экспрессия гена *REMORIN1.3* должна быть подавлена. *Rpi-vnt1.1* находится под контролем промотора гена полиубиквитина *Solanum tuberosum* (*Pat*) и терминатора гена полиубиквитина 5 *Arabidopsis thaliana* (*ubq5*). Конструкция гена «нокдаун» с двухцепочечной РНК-шпилькой для сайленсинга *StREM1.3* находится под контролем промотора гена фитохрома В *Solanum tuberosum* (*phyB*) и терминатора белка горячего шока 18.2 *Arabidopsis thaliana* (*HSP18.2*).

Полученные конструкции были трансформированы в хемикомпетентные клетки *E. coli* штамма DH-5 α для наработки конструкций в препаративных количествах, необходимых для исследований. Выделение плазмидной ДНК осуществляли с использованием мини-колонок и набора реагентов DNA Extraction Kit фирмы “Thermo”.

Для проведения биобаллистической трансформации предварительно проводили микроклональное размножение пробирочных растений картофеля обоих сортов. Методом микроклонального размножения было произведено свыше 1000 пробирочных растений каждого сорта Аксор и Невский. В экспериментах использовали растительные экспланты, полученные из междоузлий пробирочных растений.

Было проведено три серии биобаллистической трансформации, в результате которых получено 636 растения-регенеранта картофеля сортов Аксор и Невский. Из всех трансформантов выделены образцы ДНК и проверено их качество на пригодность к дальнейшему анализу на наличие встроенных генов. Все образцы ДНК были проверены амплификацией с праймерами к референтному гену актина, который имеется у всех растений. Данный этап позволил исключить в дальнейших экспериментах появление ложноотрицательных результатов при определении вставки целевого гена. ПЦР исследования с референтным геном актина показали, что все образцы ДНК соответствуют требованиям для проведения ПЦР на выявление вставки.

Далее был проведен количественный ПЦР анализ ДНК растений-трансформантов, который выявил 52 растения сорта Аксор, несущее вставку *VNT*. Конструкция с геном *StREM1.3* также была обнаружена в линиях растений с помощью количественного ПЦР, на основе сравнительного анализа уровня экспрессии генов. Всего было выявлено 6 линий картофеля сорта Аксор с достоверно более низким уровнем экспрессии *StREM1.3* по сравнению с растениями дикого типа, что говорит о присутствии в них данного гена.

Результаты, полученные в ходе проведенных исследований, показали определенную эффективность метода биобаллистической трансформации в отношении растений картофеля. Два выбранных гена *Rpi vnt1.1* и *REMORIN1.3*, потенциально пригодных для создания новых линий картофеля, устойчивого к *P. Infestans*, были трансформированы в растения данным способом. Растения картофеля с выявленной вставкой в дальнейшем будут исследованы на устойчивость к фитофторозу и с высокой вероятностью могут быть перспективными для создания новых линий с улучшенной резистентностью к заболеванию. В целом, основываясь на полученных в исследовании данных, можно утверждать, что на основе метода цисгенной биобаллистической трансформации за короткий срок можно создать новые линии картофеля с улучшенными качественными признаками.

Ключевые слова: биобаллистическая трансформация, цисгены, картофель *Phytophthora infestans*, подавление РНК, гены устойчивости.

Information about authors:

Malakhova Natalya Petrovna, PhD of biology science, Head of the Plant Bioengineering Laboratory, M.A Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan, tasha_malakhova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5312-9674>;

Skiba Yuriy Aleksandrovich, Ph.D of biology science, Head of the Laboratory of Molecular Biology Almaty Branch of National Center for Biotechnology in Central Reference Laboratory (CRL); Leader Researcher of the Laboratory of Genome, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry Almaty, Kazakhstan; yuriy.skiba@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4895-1473>;

Maltseva Elina Romanovna, PhD candidate at al-Farabi Kazakh National University, Head of the Department of Biosecurity and Biosafety Almaty Branch of National Center for Biotechnology in Central Reference Laboratory (CRL); Senior Researcher of the Laboratory of Genome, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry Almaty, Kazakhstan; elina_m@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9198-695X>;

Iskakova Gulnur Ayupovna, PhD student of Kazakh National Agrarian University, Researcher of Genome Laboratory, M.A Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry Almaty, Kazakhstan; gulek-0883@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1989-9031>;

Tezekbaeva Botakoz Kulbaevna, Research of Plant Bioengineering Laboratory, M.A Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan, bota151283@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2313-9737>;

Ismagulova Gulnara Akimzhanovna - PhD of biology science, Head of the Laboratory of Genome, M.A Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan; i_gulnara@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2735-4939>;

Nizkorodova Anna Sergeevna – PhD (biology), senior researcher in the laboratory of protein and nucleic acids, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan; anna_niz@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1597-7207>

REFERENCES

- [1] Haverkort A. J., Boonekamp P. M., Hutten R., Jacobsen E., Van der Vossen E. A. G. Societal costs of late blight in potato and prospects of durable resistance through cisgene modification // *Potato Res.* 2008. Vol. 51. P. 47-57.
- [2] Fry W.E., Birch P.R.J., Judelson H.S., Secor G., Smart C.D. Five reasons to consider *Phytophthora infestans* a reemerging pathogen // *Phytopathology.* 2015. Vol. 105. P. 966–981.
- [3] Haas B.J., Kamoun S., Nusbaum C. Genome sequence and analysis of the Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans* // *Nature.* 2009. Vol. 461. P. 393-398.
- [4] Yoshida K. The rise and fall of the *Phytophthora infestans* lineage that triggered the Irish potato famine // *eLife.* 2013. Vol. 2. P. e00731.
- [5] Taylor N.J., Fauquet C.M. Microparticle bombardment as a tool in plant science and agricultural biotechnology // *DNA Cell Biol.* 2002. V. 21, N. 12. P. 963-977.
- [6] Romano A., Raemakers K., Visser R., and Mooibroek H. Transformation of potato (*Solanum tuberosum*) using particle bombardment // *Plant Cell Rep.* 2001. Vol. 20, N. 3. P. 198-204.
- [7] Ercolano M. R., Ballvora A., Paal J., Steinbiss H. H., Salamini F., Gebhardt C. Functional complementation analysis in potato via biolistic transformation with BAC large DNA fragments // *Mol. Breed.* 2004. Vol. 13, N. 1. P.15-22.
- [8] Craig W., Gargano D., Scotti N., Nguyen T. T., Lao N. T., Kavanagh T. A., Dix P. J., Cardi T. Direct gene transfer in potato: A comparison of particle bombardment of leaf explants and PEG-mediated transformation of protoplasts // *Plant Cell Rep.* 2005. Vol. 24, N. 10. P. 603-611.
- [9] Nguyen T. T., Dix P. J., Nugent G. D. Transformation of potato via *Agrobacterium* coated microparticle bombardment // *Biol. Plant.* 2001. Vol. 54, N. 1. P. 141-144.
- [10] Foster S.J., Park T.H., Pel M., Brigneti G., Sliwka J., Jagger L., van der Vossen E., Jones J.D. Rpi-vnt1.1, a Tm-2(2) homolog from *Solanum venturii*, confers resistance to potato late blight // *Mol. Plant Microbe Interact.* 2009. Vol. 22(5). P. 589-600.
- [11] Pel M. A., Foster S. J., Park T. H., Rietman H., van Arkel G., Jones J. D., Van Eck H. J., Jacobsen E., Visser R. G., Van der Vossen E. A. Mapping and cloning of late blight resistance genes from *Solanum venturii* using an interspecific candidate gene approach // *Mol. Plant Microbe Interact.* 2009. Vol. 22(5). P. 601-615.
- [12] Nagaya S., Kawamura K., Shinmyo A., Kato K. The HSP terminator of *Arabidopsis thaliana* increases gene expression in plant cells // *Plant Cell Physiol.* 2010. Vol. 51(2). P. 328-332.
- [13] Perraki A., Binaghi M., Mecchia M. A., Gronnier J., German-Retana S., Mongrand S., Bayer E., Zelada A. M., Germain V. StRemorin1.3 hampers Potato virus X TGBp1 ability to increase plasmodesmata permeability, but does not interfere with its silencing suppressor activity // *FEBS Lett.* 2014. Vol. 588 (9). P. 1699-1705.
- [14] Ding Y., Chan C. Y., Lawrence C. E. Sfold web server for statistical folding and rational design of nucleic acids // *Nucleic Acids Res.* 2004. Vol. 32. P. W135–W141.
- [15] Tabata S., Kaneko T., Nakamura Y. etc. Sequence and analysis of chromosome 5 of the plant *Arabidopsis thaliana* // *Nature.* 2000. Vol. 408 (6814). P. 823-826.
- [16] Maltseva E.R., Skiba Yu.A., Yan N., Iskakova G.A., Baizhumanova S.S. A new procedure for binding DNA with gold particles for effective biolistic transformation of wheat [Electronic resource] // *Materials of the conference Lomonosov-2014, 2014.* URL: <https://lomonosov-msu.ru/rus/event/2200/>.
- [17] Sambrook J., Russel D.W. The condensed protocols from molecular cloning: a laboratory Manual. New-York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2006. 800 p.

УДК 575.633.11.

**Н. Сарыбай, Ж.Ж. Чунетова, Д.М. Искакова, Б.А. Жумабаева,
Ш. Ыргынбаева, Н.А. Алтыбаева, Б.А. Ертаева**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: Zhanar.Chunetova@kaznu.kz

ЖҰМСАҚ БИДАЙ СОРТТАРЫНАН АЛЫНҒАН МУТАНТТЫ ЛИНИЯЛАРДЫҢ ДАМУ ТИПІНЕ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ

Аннотация. Дәнді дақылдың ішінде адамзаттың негізгі азығы ретінде және еліміздің экономикасын жетілдіруде бидай ерекше орын алады. Селекцияның негізгі міндеті – Қазақстанның түрлі табиғи климаттық аймақтарының қолайсыз сыртқы орта жағдайына тұрақты, бағалы белгілердің бірлестігінен тұратын құнды бидай сорттарын шығару. Будандастыру үрдісінде мутантты қолданудың болашағы әлемдік және отандық селекция жетістіктерінен көрінеді. Химиялық қосылыстардың түрлі ертіндісінің өсімдікке әсері алғашқы күннен-ақ бидай өскінінде байқалды. Хлорлы кадмий мен хлорлы цинктің белгілі бір 0,01% ертіндісімен өңделген тұқымның алғашқы өскінінің өсуі, клетканың бөліну белсенділігі мен хромосомалардың құрылымдық бұзылыстары Қазақстанская 3, Шағала, Жеңіс және Лютесценс 32 сортындағы өзгергіш негізінде көрінді.

Бидайдың құрғақ дәнін хлорлы кадмийдің 0,1% концентрациясымен өңдегенде өскіннің өсу жағдайын летальды жағдайға әкелсе, 0,01% өскіннің өсуін 4 күнге тежеді, ал 0,001% ертіндісінде бақылау дәнінің өсу қарқынымен бірдей болды. Керісінше, хлорлы цинктің 0,1% тік ертіндісі өскінді 1 аптаға, 0,01% үш күнге тежеді.

Зерттелген концентрация ішінде хлорлы кадмийдің 0,01% ертіндісі өскіннің өсу үдерісін тежеп, клетка бөлінуінде хромосомалық аберрация және морфологиялық өзгергіштіктер туғызды. Сондықтан, кадмий тұзының 0,01% концентрациясы бидайдағы өзгергіштік шегін кеңейту үшін, оптимальды концентрация ретінде алынды.

Осыған байланысты зерттеуімізде хлорлы кадмийдің 0,01% ертіндісі бидайда өзгергіштік шегін кеңейтетін тиімді концентрация екендігі анықталды. Осы мөлшердегі ертіндінің әсері өсімдікте морфологиялық өзгеріске (сабақтың түптенуі, масақтың ұзаруы, бас масақтағы дән саны мен салмағының, 1000 дән салмағының жоғарлауы т.б.) түсіріп, өзгерген белгілер М1 - М4 тұқымы бойынша тұрақты түрде тұқым қуалады. Қазақстанская 3 және Шағала сорттарына кадмий тұзының 0,01 пайыздық ертіндісінің әсерінен құнды селекциялық белгілерімен ерекшеленетін Л1, Л2 және Л3 мутантты линиялар алынды. Осы өзгерген линиялардың даму типіне генетикалық талдау жүргізіліп, нәтижесінде Шағала сортынан өзгерген ұзын (16 см), тығыз масақты (0,80) өсімдікті бақылау сортының (0,50) призма тәрізді өсімдігімен будандастыру нәтижесінде оның жаздық типі (vrn генінен) күздік типіне (Vrn геніне) ауысқаны анықталды. Зерттеу нәтижесінде Қазақстан 3, Қазақстан мутант 3 сорттары Vrn 1, Vrn 3 гендерінен тұрады. Ал Шағала сорты Vrn1, Vrn2 генінен тұратындығы анықталды. Vrn1, Vrn3 генінен тұратын сорттар жылдам пісетінін көрсетеді. Алайда олардың бір-бірінен масақтану кезеңі бойынша өзгешелігі болды.

Түйін сөздер: бидай, сорт, мутант, өзгергіштік, линия.

Кіріспе. Селекция тәжірибесінде алғашқы материал алудың шегін кеңейту үшін бастапқы сорттан құнды белгілері бойынша ерекшеленетін мутантты линияларды қолданудың болашағы зор [1].

Қазіргі заманғы өсімдік селекциясының мақсаты – түрлі агроэкотипке арналып шығарылған сорттарды сыртқы орта жағдайына көбірек бейімдей түсу, яғни белгілі бір генотип пен сыртқы ортаның абиотикалық және биотикалық факторлары арасындағы үйлесімділікті барынша арттыра түсу [2].

Селекция үшін түрлі стресс жағдайына төзімді сорттар шығарудың маңызы бар. Селекционерлерге жылдам пісетін сорттар шығару тиімді. Себебі кеш пісетін сорттар дәннің қалыптасу кезеңінен құрғақшылық кезеңге тап болады да, сапасы төмендеп, өнімі аз болады. Сонымен қатар, жаздық бидай кеш пісетін болса, солтүстік аймақтарда күздік суыққа шалынады [3]. Осы проблемаларды шешу селекционерлердің негізгі мақсаты болып саналады. Ол үшін жергілікті жерге бейімделген сорттардың жылдам пісу табиғатына генетикалық зерттеу жүргізу қажет. Өйткені, кеш пісетін сорттардың жоғары сапасы мен дән қалыптасуы төмендейді. Ауыл шаруашылығына құнды белгілердің барлығының бір сортта қалыптасуы мүмкін емес. Кейбір белгілер арасында кері корреляция жүреді. Мысалы, өнімділігі жоғарылаған сайын сапасы, өсімдік сабағының қысқалығы мен өнімділігі немесе өсімдіктің ауруға төзімділігі мен сапасының жоғарылауы әсер етеді [4-7]. Жұмсақ бидайдың дамуы, жекелей алғанда тез жетілуі белгілі бір экологиялық жағдайларға байланысты. Ауыл шаруашылығына құнды белгілерді қалыптастыратын жеке ген ролін зерттеу үшін изогенді линиялар қолайлы өсімдіктің белгілі бір ортаға бейімделуін анықтайтын жылдам пісу қасиеті жатады. Оның өнімділікке тікелей қатысы бар және қолайсыз сыртқы орта жағдайынан: үсік, құрғақшылық, зиянкес, аурудан шығып кете алатын, сонымен қатар қолайлы жағдайды түгелдей пайдалана алатын қабілетімен сипатталады. Жұмсақ бидайдың жылдам пісуіне көбінесе Vrn1-3 жүйесі әсер етеді [8-10].

Сондықтан, сорттың даму типін, жергілікті жағдайда, оның онтогенездегі фазааралық ұзындығы өсімдік өнімділігі мен жоғары және төменгі экстремальді температураға тұрақтылығын ұштастыра отырып комплексті түрде зерттелгені дұрыс. Мұндай бағытталған зерттеулер селекцияда жылдам пісетін, яғни жетілу кезеңі қысқа, жұмсақ жаздық бидай шығаруға мүмкіндік туғызады. Осыған байланысты жергілікті селекция мен гендік қорға түрлі шет елдерден шоғырланған сорттар мен линиялардың даму типін зерттеп, жылдам пісетін сорт түрлерін генетикалық тұрғыдан талдау жүргізу селекцияның актуальды мәселесі болып саналады. Сондықтан зерттеу жұмысымыздың мақсаты: аймақталған және келешегі бар селекция сорттарынан алынған мутантты линиялардың даму типіне генетикалық талдау жүргізу.

Зерттеу әдістері мен материалдар. Зерттеу әдістері ретінде мутациялық, гибридологиялық, цитологиялық және моносомдық талдаулар қолданылды.

Тәжірибені жүргізу үшін материал ретінде жергілікті селекцияда кең қолданылатын, аудандастырылған жұмсақ бидай сорттары: Шағала, Лютесценс 32, Казахстанская 3, сортынан алынған мутантты линиялар және Казахстанская 126 сортының моносомалық линиялары қолданылды. Зерттеуге алынған материалдар кадмийдің ауыр металл тұзымен ($CdCl_2$) өңделді.

Зерттеу нәтижелері мен талқылаулар. Жоғарыда атап өткен алкильді химиялық қосылыстардың дәнді дақылдарға әсері, көбінесе, селекция үшін құндылығы жоқ, морфологиялық өзгергіштікке (морфоз) және өсімдіктің хлорофиль дәндерінің түзілмеуіне (хлороз) әкеледі [11]. Сондықтан, өсімдіктің өзгергіштік шегін ғана ұлғайтып, өніміне улы әсерін тигізбейтін химиялық қосылыстардың әлсіз концентрациясын іздеу керек. Мутация мәселесіне қызығушылық және көп орындалған жұмыстарға қарамастан, өзгергіштіктің генетикалық табиғаты мен механизмі әлі де болса жеткілікті зерттеуді қажет етеді. Ауыр металл тұзының әсерінен жұмсақ бидай сортында индукцияланған өзгергіштікке морфобиологиялық және цитогенетикалық тұрғыдан баға беру тиіс [12].

Топырақтағы және өсімдіктегі кадмий мөлшері атомдық адсорбциялық әдіспен зерттелді. Өсімдіктің даму кезеңінде, әсіресе, пісіп жетілген уақытта кадмий мөлшері қауіпсіз концентрация шегінен жоғарыламады. Бірақ жылжымалы кадмийдің жұмсақ бидай сорттары – Казахстанская 3, Шағала егілген ақшыл қоңыр топырақта кездесуі дән тұқымның металл қосылыстарымен және кадмийдің түрлі концентрациясымен өңделгендігін байланыстыруға болады.

Мутаген тиімділігін бағалау үшін митоздық индекс және хромосома бұзылысын сипаттайтын мәліметтер кең қолданылады [8; 13-16]. Олар химиялық, физикалық факторлар әсерінен өсімдіктегі өзгергіштіктің дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді. Хлорлы кадмий мен хлорлы цинктің белгілі бір концентрациясымен (0,01%) индукцияланған алғашқы өскіннің өсуі, клетканың бөліну белсенділігі мен хромосомалардың құрылымдық бұзылыстары зерттелді. Химиялық қосылыстардың түрлі ертіндісінің өсімдікке әсері алғашқы күннен-ақ бидай өскінінде байқалды. Хлорлы кадмий мен хлорлы цинктің белгілі бір 0,01% ертіндісімен өңделген тұқымның алғашқы өскінінің

өсуі, клетканың бөліну белсенділігі мен хромосомалардың құрылымдық бұзылыстары Қазақстанская 3, Шағала, Жеңіс және Лютесценс 32 сорттарындағы өзгергіштікпен көрінді.

Бидайдың құрғақ дәнін хлорлы кадмийдің 0,1% концентрациясымен өндегенде өскіннің өсу жағдайын летальды жағдайға әкелсе, 0,01% өскіннің өсуін 4 күнге тежеді, ал 0,001% ертіндісінде бақылау дәнінің өсу қарқынымен бірдей болды. Керісінше, хлорлы цинктің 0,1% тік ертіндісі өскіннің өсу үдерісін 1 аптаға, 0,01% үш күнге тежеді.

Зерттелген концентрация ішінде хлорлы кадмийдің 0,01% ертіндісі өскінді тежеп, клетка бөлінуінде хромосомалық аберрациялар және морфологиялық өзгергіштіктер туғызды. Сондықтан, кадмий тұзының 0,01% концентрациясы бидайдағы өзгергіштіктің шегін кеңейту үшін оптимальды концентрация ретінде алынды.

Цинк тұзының 0,1% және 0,01% ертінділері өскіннің өсуін тежегенімен, клетканың бөлінуі мен морфологиялық белгілерінде айтарлықтай өзгеріс бермеді. Барлық сорт дәні хлорлы кадмийдің 0,01% ертіндісімен бір мәрте өңделді.

Қазақстанская 3 сортының хлорлы кадмий және хлорлы цинктің 0,01% ертінділерімен өңделген дән өскініндегі меристемалық клеткалардың бөліну белсенділігін зерттеу үшін бақылау сорты мен әрбір вариантынан 500-ден астам клеткаға цитологиялық талдау жүргізіліп, митоздық индекс есептелді. Химиялық қосылыстармен өңделген варианттардың ішінде хлорлы цинктің 0,01% ертіндісіндегі клеткалардың бөлінуінің орташа белсенділігі ($4,75 \pm 0,05$) хлорлы кадмиймен өндегенге ($2,25 \pm 0,02$) қарағанда жоғары болды (кесте А-1). Клетканың бөліну белсенділігі екі вариантта да бақылаумен ($6,61 \pm 0,02$) салыстырғанда төмен көрсеткіштерімен сипатталды (1-кесте).

1 кесте - Хлорлы кадмий мен хлорлы цинк концентрациясына байланысты Қазақстанская 3 сортының меристемалық ұлпасындағы клетканың митоздық белсенділігі

Тәжірибе	Қаралған клеткалар саны	Көрінген митоздар	Митоздық индекс пайызы	Митоз кезеңі					
				профаза		метафаза		анафаза	
				саны	%	саны	%	саны	%
Бақылау	523	177	$6,61 \pm 0,02$	102	0,19	46	0,08	29	0,05
ZnCl ₂ 0,01	654	127	$4,75 \pm 0,05$	63	0,09	26	0,03	38	0,05
CdCl ₂ 0,01	549	86	$2,25 \pm 0,02$	15	0,02	31	0,05	40	0,07
CdCl ₂ + ZnCl ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZnCl ₂ + CdCl ₂	589	70	$0,54 \pm 0,03$	35	0,05	24	0,04	11	0,01

Бұл химиялық қосылыстардың бір қатардағы тұзға жатуына қарамастан, клетканың бөлінуіне түрлі әсер ететіндігі байқалды. Хлорлы цинк әсерінен клетканың бөліну белсенділігі жылдамдаса, ал хлорлы кадмий әсерінен клетканың бөліну қарқыны тежелді, яғни оның өсімдікке зиянды әсері бар. Сонымен қатар, бірлескен екі тұздың өсімдікке әртүрлі бағыттағы әсері байқалды: бірінші бағытында тұқымды алдымен хлорлы кадмийдің судағы ертіндісімен 5 сағат өндегеннен кейін, дистильді сумен шайылып, қосымша 5 сағат хлорлы цинк ертіндісінде ұсталды. Екінші бағытында, керісінше, өндеуге алдымен хлорлы цинк алынды. Екі бағыттағы өндеудің біріншісі өсімдікті өсірмей тастаса, екіншісі клетканың бөліну белсенділігін тежеді.

Тәжірибеде қолданған хлорлы кадмийдің 0,01% концентрациясы меристемалық клетка бөлінуінде аберрация тудырды: екі-үш ядролы және ядросыз клеткалар, хромосомадағы ахроматин жіпшелерінің бұзылуы, анафазадағы көпірлер, сақиналар.

Хлорлы кадмийдің әсерінен Қазақстанская 3, Шағала сорттарының М2 ұрпағында вегетациялық кезеңі бақылауға қарағанда 15 - 17 күнге кешікті.

Шағала және Қазақстанская 3 сортының М3 және М4 тұқымында вегетациялық кезеңінің ұзақтығы бақылау вариантымен салыстырғанда 2-3 күнге кешеуілдеді. Өсімдіктің онтогенездегі өсіп, жетілуінің тежелуі келесі тұқымға тұрақты берілгенімен, оның бұл қасиеттерінің көріну шегі сыртқы орта жағдайына бағынышты екендігі көрінді.

Тек Лютесценс 32 сортының өзгерген өсімдігінің масақтану және пісу кезеңдері алғашқы сортпен бірдей болды. Бірде бір мутантты линиялардың толық пісіп-жетілу кезеңі бақылау сорттарымен салыстырғанда ерте басталмады.

Мутантты линиялардың М2-М4-тегі масақтану және пісу уақытына фенологиялық бақылау нәтижесінде, өсімдіктердің даму жылдамдығы алғашқы сорттармен салыстырғанда кеш пісетіні

байқалды. Ерте пісетін мутанттарға қысқа сабақты скверхедтер, компактоидтар, мұртшалы, мұртшасыз сирек масақтылар, ал кеш пісетіндерге (4-8 күнге) цилиндр және тығыз масақты линиялар жатты. Сонымен, кадмий тұзының әсерінен жұмсақ бидай дәнінің өніп - жетілуі бақылау варианттарымен салыстырғанда М1-М2 ұрпақтарында 1-2 аптаға тежелсе, ал М3-М4 ұрпақтарында 3-4 күнге тежелді.

Тәжірибе варианттары дәнінің өнуі мен өсіп-жетілуі генотип ерекшелігіне және орта жағдайына бағынышты. Ауыр металл тұзының әсері тек бір кезенді қамтымай, барлық кезеңде өсімдіктің өсіп, дамуына әсерін тигізетіні тәжірибе барысында дәлелденді.

Селекция моделі үшін жылдам пісетін, ауруға төзімді, өнімді, сапасы жоғары сорттарды шығару үшін сандық және сапалық белгілердің генетикалық табиғатын әртүрлі селекциялық параметрлерді комплексті зерттеу арқылы ғана жоғары нәтижеге жетуге және алғашқы құнды материалды будандастыру үшін сұрыптап алуға болады. Мұндай құнды сорт түрлері мен әртүрлі ген жүйесі бойынша изогенді линиялар еліміздің жұмсақ бидайдан гендік қорын жинақтауға мүмкіндік береді [10-12].

Казахстанская 3 және Шағала сортынан өзгерген белгілерімен өсімдіктерді алғашқы сорттармен, талдаушы будандастыру жүргізілді. Казахстанская 3 сортының зерттелген белгілерінің өзгерген және қарапайым өсімдіктерге ажырауы 1:1 болып, F₂ тұқымында 3:1 қатынасында ажырауы мутантты белгілердің моногенді тұқым қуалайтындығын дәлелдейді.

Шағала сортының тығыз масақты және жапырақ құлақшасының қоңыр қошқыл түсімен өсімдіктерін алғашқы сортпен талдаушы будандастыру нәтижесінде, қалыпты және өзгерген өсімдіктердің шығымы 1:1 болып, F₂ - де 3:1 қатынасына ажырады, яғни мутантты белгі моногенді, доминантты тұқым қуалайды. Керісінше, сабақтың түптенуі мен масақтың ұзаруынан талдаушы будандастыру нәтижесі 3:1 қатынасына, ал F₂ популяциясындағы ажырау 15:1 және 13:3 қатынастарын көрсетті (2- кесте).

Бұдан мутантты линиялардың келтірілген белгілерінің күрделі, аллельді емес ген әсерінен (полигенді және эпистазды) тұқым қуалайтындығы анықталды.

Шағала сортынан өзгерген ұзын (16 см), тығыз масақты (0,80) өсімдікті бақылау сортының (0,50) призма тәрізді өсімдігімен будандастыру нәтижесінде, оның жаздық типі (v_{rn} генінен) күздік типіне (V_{rn} геніне) ауысқаны анықталды. Жаздық егістікте масақтанбай түптену қалпында қалған өсімдік саны төртеу болса, оның біреуі масақтанып, өнім берді.

2 кесте - Казахстанская 3 және Шағала сортынан өзгерген белгілердің, BC₁, F₂ тұқымында ажырауы

Мутанттардың форма белгілері	Мутанттар мен қарапайым өсімдіктердің қатынасы					
	BC ₁ ,			F ₂		
	Фактілік	Теориялық	χ^2	Фактілік	Теориялық	χ^2
Линия Л1						
Масақтың ұзындығы	27:25	1:1	0,06	188:57	3:1	0,40
Мұртшасыз масақ	32:29	1:1	0,04	168:48	3:1	0,89
Қоңыр қошқыл сабақ	10:13	1:1	0,20	126:32	3:1	1,89
Жапырақтың түктілігі	8:10	1:1	0,20	112:28	3:1	1,87
Линия Л3						
Сабақтың тізеленуі	22:20	1:1	0,90	118:31	3:1	1,38
Сабақтың түптену саны	45:13	3:1	0,20	120:5	15:1	1,14
Масақтың ұзындығы	45:18	3:1	0,42	223:51	13:3	0,00
Жапырақ құлақшасының қоңыр қошқыл түсі	19:23	1:1	0,38	97:29	3:1	0,26
Тығыз масақты	33:31	1:1	0,06	85: 54	3:1	1,38

Өздігінен тоздандыған өзгерген өсімдіктің ұрпағы күздік егістікте жаппай масақтанғанына қарағанда Шағала сортының даму жылдамдығына жауапты ген гетероаллельді – V_{rn1}V_{rn1}v_{rn2}v_{rn2} генотипінен тұратындығын, яғни Шағала сортының әрі күздік әрі жаздық жағдайға бейімделген даму типімен ерекшеленетіндігін дәлелдейді.

Сонымен, кадмий тұзының әсерінен Казахстанская 3 сортынан шыққан мутантты өсімдіктердің генотипі мен өзгерген белгінің доминантты тұқым қуалауы талдаушы будандастыру нәти-

жесінде белгілі болса, ал F₂-де мутантты белгілердің неше генмен тұқым қуалайтындығы анықталды.

Шағала сортының тәжірибе вариантында F₂ ұрпақтағы ажырау сабақтың түптенуінен 15:1, масақ ұзындығынан 13:3, ал масақ тығыздығынан 9:7 қатынастарына сәйкес келіп, аллельді емес геннің күрделі Шағала және Казахстанская 3 тұқым сорты M1 мутантты белгілерінің (сабақтың буынының жуандануы, сабақтың тізеленуі, түптенуі, дән формасы, масақтың түсі, мұртшалылығы) қасиеті реципрокты будандастыру бағытына байланыссыз өзгермей тұқым қуалайтындығы байқалды.

Өсімдіктердің даму типін экспериментальды түрде күздік және жаздық типке дәлдікпен шектеу қиынға соғады. Көбінесе бұл шек тәжірибе өтетін орта жағдайына байланысты бидайдың вегетациялық кезеңінің ұзындығымен анықталады. Бұл шек ауа-райы жағдайына байланысты ауытқып отырады. Сондықтан, жаздық және күздік шегін дәлдікпен анықтайтын экспрессивтілігі төмен Vrn2 генінен жаздық бидай сортын экспериментке қолданып, алғашқы сабақ салу кезеңін анықтау қажет. Жаздық бидай сортының генотипі кез-келген доминантты Vrn генімен анықталады, ал күздік сорттар барлық доминантты локустардың /Vrn1 Vrn1 Vrn2 Vrn2 Vrn3 Vrn3 Vrn4 Vrn4/ рецессивті аллельімен анықталады [14].

Келесі маңызды жүйе – prd локусы /photoperiod-фотопериодтық күннің ұзақтық өзгерісіне әртүрлі әсері/. Vrn генотиптері белгілі-бір орта жағдайында даму жылдамдығы бойынша әртүрлілікті қамтамасыз етеді. Сонымен қатар яровизация мен фотопериод реакциясына байланысы жоқ генетикалық әртүрліліктің бөлігі бар екендігі анықталды. Ол Vrn және prd локустары бойынша белгілі бір генотиптің 4 күннен 10 күнге дейінгі аралықтағы айырмашылықты анықтайтын жүйе, яғни генотипке тән даму жылдамдығы деген ұғым. Vrn жүйесінен рецессивті локустар Vrn1, Vrn2 және Vrn3 түпкілікті зерттелген гендер. Олар яровизациялық реакцияны анықтайды, күздік сорттарға тән және prd гендерінен әртүрлі болады(3-кесте).

Vrn гендері бойынша бір немесе бірнеше доминантты аллельдерден тұратын жүйе төменгі температураға яровизациялануды жартылай немесе толық тежейді. Мұндай генотиптерге жаздық сорттар тән, олар да фотопериод жүйесі бойынша айырмашылығы бар. Екі генетикалық жүйеден /даму типі Vrn - фотокезең prd/ тұратын генотиптер екіжақтылық қасиет көрсетеді, әрі күздік, әрі жаздық даму типін сипаттайды. Мұндай гомозиготты генотипке Vrn2 локусы бойынша доминантты, ол басқа локустардан екі система бойынша да рецессивті ген тән – Vrn1 Vrn2 Vrn3 prd1 prd2 prd3 [12].

3 кесте - Селекцияда будандастырылған сорттардың өскен күннен бастап, масақтануға дейінгі вегетациялық кезеңі

Сорттар	Себу күні	Өскіннің шығу күні	Бидайдың масақтану күні
Қазақстан 3	15.04	21.04	12.06
Қазақстан мутант 3	15.04	21.04	10.06
Линия 1	15.04	21.04	14.06
Шағала	15.04	21.04	14.06
Линия 2	15.04	21.04	21.06
Линия 3	15.04	21.04	21.06

Көптеген автордың айтуынша [5,10], Vrn1 геніне тұратын сорттар яровизациялануды қажет етпейді, жылдам піседі. Қазақстан 3, Линия 1, Линия 2 сорттары Vrn1 генінен тұрады, яғни бұл локус жылдам пісуді анықтайды, алайда олар 21-маусымда масақтанды [3Л кесте], ал қалған сорттардың ерте піскені айқындалды. Сірә, бұл сорттарда масақтануды тежеп отыратын prd гені болуы мүмкін. Prd локусы фотокезеңді көрсетеді. Бұл кезең күннің ұзақтығына байланысты өсіп шығу, масақтану кезеңдерін тежеуге әсер ететін ген. Кез-келген сортқа әсер етпейді. Prd генінің әсері белгілі бір генотипке байланысты [4]. Зерттеу нәтижесінде Қазақстан 3, Қазақстан мутант 3 сорттары Vrn 1, Vrn 3 гендерінен тұрады. Ал Шағала сорттары Vrn1, Vrn2 генінен тұратындығы анықталды. Vrn1, Vrn3 генінен тұратын сорттар жылдам пісетіндігін көрсетеді. Алайда олардың бір-бірінен масақтану кезеңі бойынша өзгешелігі болды.

Н. Сарыбай, Ж.Ж. Чунетова, Д.М. Искакова, Б.А. Жумабаева,
Ш. Ыргынбаева, Н.А. Алтыбаева, Б.А. Ертаева

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

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТИПОВ РАЗВИТИЯ МУТАНТНЫХ ЛИНИЙ ОТ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Среди зерновых культур особое место занимает пшеница как основной кормовой продукт человечества и в совершенствовании экономики страны. Основная задача селекции – выпуск ценных сортов пшеницы, состоящего из объединения ценных признаков, устойчивых к неблагоприятным условиям внешней среды различных природно-климатических зон Казахстана. Перспективы применения мутанта в процессе гибридизации проявляются в достижениях мировой и отечественной селекции. Влияние различных растворов химических соединений на растительность наблюдалось с первых дней в росте зерна. Рост первоначальных пороков семян, обработанных определенным раствором хлористого кадмия и хлористого цинка – 0,01%, активность разделения клеток и структурные нарушения хромосомы проявились изменчивостью в сортах Казахстанская 3, Шагала, Женис и Лютесценс 32.

При обработке сухого зерна пшеницы с концентрацией 0,1% хлористого кадмия, рост подраста привел к летальному состоянию, 0,01% сдерживал рост подраста на 4 дня, а в растворе 0,001% были одинаковыми темпами роста контрольных зерен. Напротив, 0,1% вертикальный раствор хлористого цинка сдерживал рост подраста на 1 неделю, 0,01% на три дня.

Из исследованных концентраций 0,01% раствор хлористого кадмия сдерживал рост подраста, вызвал хромосомные aberrации и морфологические изменчивости в выделении клеток. Поэтому концентрация кадмийской соли 0,01% взята в качестве оптимальной концентрации для расширения предела изменчивости в пшенице.

В связи с этим в исследовании было установлено, что 0,01% раствор хлористого кадмия является эффективной концентрацией, расширяющей пределы изменчивости пшеницы. Влияние раствора в этом количестве приводит к морфологическим изменениям в растениях (крошка стебля, удлинение колоса, увеличение количества и массы зерна в головном колосе, увеличение массы 1000 зерен и т. д.), измененные признаки постоянно наследуются в потомствах М1 – М4. Получены мутантные линии Л1, Л2 и Л3, отличающиеся ценными селекционными пояса под влиянием 0,01 процентного раствора кадмийной соли на сорта Казахстанская 3 и Шагала. Был проведен генетический анализ типа развития этих измененных линий, в результате которого было установлено, что в результате скрещивания из сорта Шагала с измененной длиной (16 см), плотной Колосовой (0,80) растительности с призмобразной растительностью (0,50), ее летний тип (из гена *vrn*) на озимый тип (гена *Vrn*). В результате исследования установлено, что Казахстан состоит из 3-х сортов мутантов Казахстана, 3-х сортов *Vrn* 1, *Vrn* 3. Также выяснилось, что сорта Шагала состоят из генов *Vrn1*, *Vrn2*. Сорта, состоящие из генов *Vrn1*, *Vrn3*, указывают на быстрое созревание. Однако они отличались друг от друга по фазе иждивенчества.

Ключевые слова: пшеница, сорт, мутант, изменчивость, линия.

N. Sarybay, Zh. Zh. Chunetova, D. M. Iskakova, B.A. Zhumabaeva,
Sh. Argynbaev, N.A. Altybaeva, B. A. Ertayeva

al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

GENETIC ANALYSIS OF THE TYPES OF DEVELOPMENT OF MUTANT LINES FROM COMMON WHEAT VARIETIES

Abstract. Among cereals, a special place is occupied by wheat as the main food of humanity and in improving the country's economy. The main task of breeding is to produce valuable wheat varieties that are stable to the unfavorable external environment of various natural climatic zones of Kazakhstan, consisting of a combination of valuable features. The prospects for the use of mutants in the process of hybridization are reflected in the achievements of world and domestic selection. The effect of various solutions of chemical compounds on the plant was observed from the first days during the growth of wheat sprouts. The growth of the first sprout of seeds treated with a certain solution of cadmium chloride and zinc chloride - 0.01%, the activity of cell division and structural disorders of chromosomes were manifested by variability in the varieties Kazakhstani3, Shagala, Zhenis and Lutescens 32.

When treating dry wheat grain with a concentration of 0.1% cadmium chloride, it brought the growth of the Sprout to a lethal state, 0.01% inhibited the growth of the Sprout for 4 days, and in a 0.001% solution, the growth rate of the control grains was the same. On the contrary, a 0.1% vertical solution of zinc chloride inhibited the growth of the Sprout for 1 Week, 0.01% for three days.

Among the studied concentrations, a 0.01% solution of cadmium chloride inhibited the growth of sprouts, causing chromosomal aberrations and morphological variability in cell division. Therefore, a concentration of 0.01% of cadmium salt was obtained as an optimal concentration to expand the limits of variability in wheat.

In this regard, in our study, it was found that a 0.01% solution of cadmium chloride is an effective concentration that expands the limits of variability in wheat. The effect of this amount of solution leads to morphological changes in the plant (Binding of the stem, elongation of the earlobe, increase in the number and weight of grains in the headlobe, increase in the weight of 1000 grains, etc.), and changes in the characteristics of the M1 - M4 offspring are constantly inherited. Mutant lines L1, L2 and L3 differ in valuable breeding characteristics under the influence of a 0.01 percent solution of cadmium salt were obtained for the Kazakhstanskaya 3 and Shagala varieties. A genetic analysis of the type of development of these altered lines was carried out, as a result of which a long (16 cm) dense ear (0.80) changed from the Gull variety to a prismatic plant of the control variety (0.50), as a result of hybridization, its summer type (from the *vrn* gene) to the autumn type (*Vrn* gene). As a result of the study, Kazakhstanskaya 3, Kazakhstanskaya mutant 3 varieties contain the genes *Vrn* 1, *Vrn* 3. Well, it was found that Shagala varieties consist of the genes *Vrn*1, *Vrn*2. Varieties containing the genes *Vrn*1, *Vrn*3 show rapid maturation. However, they differed from each other in the period of intoxication.

Keywords: wheat, variety, mutant, variability, line.

Information about authors:

Sarybay N., 2nd year Master's student of al-Farabi Kazakh national University; sarybay_nazerke1@live.kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-4678-2533>;

Chunetova Zh. Zh., Ph. D., associate Professor of the Department of genetics and molecular biology, al-Farabi Kazakh National University; Zhanar.Chunetova@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1150-9668>;

Zhumabaeva B.A., Ph. D., associate Professor of the Department of genetics and molecular biology, al-Farabi Kazakh National University; Beibytgul.Zhumabaeva@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7946-5553>;

Iskakova D. M., graduate Student of 2 course of KazNU. Al-Farabi; <mailto:Dina.iskakova.98@list.ru>, <https://orcid.org/0000-0001-7593-2724>;

Argynbaev sh, C.b.N. lecturer in genetics and molecular biology, KazNU al-Farabi; shynaryrgynbaeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0230-0181>;

Altybaeva N. And., C.b.N., lecturer in genetics and molecular biology, KazNU al-Farabi; Nazgul.Altymbaeva@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6373-4699>;

Ertayeva B. A., teacher of the Department of genetics and molecular biology, al-Farabi Kazakh National University; Bybynur.Ertayeva@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1353-6190>

REFERENCES

- [1] Bogdanova E.D. Epigenetic variability induced by nicotinic acid. *Genetika*, 2003, v. 39, No. 9, p. 1-6. (Bogdanova E.D., Epigenetic Variation, Induced in *Triticum aestivum* L. by Nicotinic Acid., [Rus.J. Genetics, 2003. V.39, No. 9. P.1221-1227).
- [2] Bogdanova E.D. Effect of nicotinic acid on genetic variability in wheat // Abstr. Of the 18th Intern. Congr. of genetics (August 10-15, 1998). Beijing, China, 1998. P.140.
- [3] Larchenko E.A., Morgun V.V. Comparative analysis of hereditary variability of plants during mutagen treatment of generative cells and maize seeds // *Tsitol Genet.* 2000. T.34. № 4. P.17-19;
- [4] Chunetova Zh.Zh., Omirbekova N.Zh., Shulembaeva K.K. Morphogenetic variability of soft wheat varieties induced by CdCl₂ // *Genetics*, 2008. T.44, №11. P. 1503-1507.
- [5] Tokubayeva A.A., Shulembaeva K.K., Zhanayeva A.B. Cytological analysis of distant hybrids of the soft wheat. *International Journal of Biology and Chemistry*, 2013. 6 (2). P.26-29
- [6] Omirbekova N.Zh. Evaluation of the effect of CdCl₂ on the anatomical structure of soft wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Bulletin of KazNU, Ecological series*, No. 1 (24) 2009. S. 83-89.
- [7] Shulembaeva K.K., Chunetova Zh.Zh., Zhussupova A.I. Distant and intraspecific hybridization, induced mutagenesis in soft bread wheat. *International Journal of Biology and Chemistry*, 2016. 9 (1). P.19-23.
- [8] Shulembayeva K.K., Chunetova Zh.Zh., Daultbayeva S.B., Tokubayeva A.A., Omirbekova N.Zh., Zhunusbayeva Zh.K., Zhussupova A.I. Some results of the breeding and genetic studies of common wheat in the south-east of Kazakhstan // *International Journal of Biology and Chemistry*, 2014. 2 (6). P. 6-10.
- [9] Rappoport IA Discovery of chemical mutagenesis. Selected works. Moscow: Nauka, 1993. 268 p.
- [10] Pathirana R. Plant mutation breeding in agriculture. In: Hemming D., ed. *Plant sciences reviews* 2011. Cambridge: CABI, 2012. P.107-125.
- [11] Roychowdhury R, Tah J. Mutagenesis - a potential approach for crop improvement. In: Hakeem K. R., Ahmad P., Ozturk M., ed. *Crop improvement: new approaches and modern techniques*. New York (NY): Springer, 2013. P.149-187.
- [12] Foy C.D., Chaney R.L., White M. The physiology of metal toxicity in plants, *Ann Rev Plant Physiol. J.*, 2005. 29. P.511-566.
- [13] Cable V.V. Rajase L.M. Walker-Simmons M.K., Jones S.S. Mapping of abscisic acid responsive genes and a Vpl to chromosomes in wheat and *Lophopjrum elongatum* // *Genome*. 2002. Vol.37.№1. P. 129-13.
- [14] Kihara H. Cutologische und genetische Studien bei wichtigen Getreidearten mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen und Sterilität in den Bastarden. - *Ven. Coll. Sc. Kusto JmP. Univ* 1.1. 2000.19-24.
- [15] Beibitgul Zhumabaeva et al. / *OnLine Journal of Biological Sciences* 2017, 17 (4): 335.342
- [16] Larchenko EA, Morgun V.V. Comparative analysis of hereditary variability of plants during mutagen treatment of generative cells and maize seeds // *Tsitol Genet.* 2000. T.34., №4. Pp. 16-20.
- [17] Gomes-Arroyo S., Cortes-Eslava J., Bedolla-Cansino R.M. and all. Sister chromatid exchange induced by heavy metals in *Vicia faba* // *Biologia Plantarum*, 2001. 44 (4). P. 591-594.
- [18] Armor V.A. Methods of field experiment. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.

A. U. Issayeva^{1*}, B. Leska², A. A. Uspabaeva³, A. Ye. Tleukeeva³, A. Abubakirova³

¹ Shymkent University, Shymkent, Kazakhstan;

² A. Mickiewicz Poznań State University, Poznań, Poland;

³ M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: akmaral.issayeva@bk.ru, bogunial@amu.edu.pl, aseltleukeeva@mail.ru,
uspabaeva73@mail.ru, azhar.baikal79@mail.ru

BIODIVERSITY OF THE MICROFLORA OF THE SALT LAKES DZHAKSY-KLYCH AND BUGA-DZHAILY

Abstract. The article illustrates the results of microbiological and chemical studies of samples of salt lakes in the south of Kazakhstan, such as Dzhaksy-Klych and Buga-Dzhaily. It was found that the samples from the bottom of the dried up Small Aral Sea are dominated by ions of magnesium, potassium, calcium, iron and copper. Moreover, the presence of pesticides was revealed: acetamiprid, fenhexamide, folpet-like compounds, tetrahydroptolamide, which are used in the agro-industry. Samples of Lake Dzhaksy-Klych were isolated from different layers of halite, magnesium, and sulfate salts. Salt-containing raw material of Lake Buga-Dzhaily contains 96.0 ± 8.9 wt.% NaCl, the content of magnesium ions ranges from 0.17 ± 0.01 - 4.01 ± 0.0 wt.%, The presence of sulfur is within $0,26 \pm 0.02\%$. 1.71 ± 0.12 wt%. The amount of heavy metals is below the permissible concentration. It was found that the increased content of magnesium in the samples proves the presence of mixed sodium-magnesium layers. he number of heterotrophic microorganisms in the samples of salt lakes is approximately 103-104 CFU/g, enterobacteria -103 CFU / g, micromycetes in the amount of $(6.0 \pm 0.5) \times 103$ CFU/g g were found only in the sample of sulfate salts and silt sampled at a distance of 1.0 m from the coastline. The distribution and density of microflora on the coastline indicate an increased anthropogenic factor due to salt extraction.

Key words: salt lakes, salt-containing raw materials, microflora, heterotrophic microorganisms, micromycetes, pesticides.

Introduction. Continental salt water bodies differ markedly in chemical and microbiological composition, while the seas are similar in this composition. The composition of these waters directly depends on the geological, climatic and biogeochemical conditions and can be neutral, alkaline and acidic. Salt water bodies are poor in the presence of microorganisms. Moreover, the variety of these organisms is limited. Continental salt water bodies are often confined to areas with an arid climate, for example, in the south of Kazakhstan.

Numerous studies show a low level of biodiversity of microorganisms, which are widespread in the water itself and the coastal area. Most organisms, adapting to extreme conditions, begin to adapt at the cellular and functional levels [1,2]. Such changes have been investigated for further industrial application [3].

According to the chemical composition of some sodium salts, salinization of water can be sulfate, chloride, soda or mixed, with the most harmful effects of Na⁺ and Cl⁻ ions. The salinity of water is the main factor in the adaptation of aquatic organisms to environmental conditions. Adaptive mechanisms are based on the regulation of the concentration of ions in the intracellular fluid and its osmotic pressure [4,5]. The concentration of inorganic ions in the aquatic environment can vary over a very wide range, which leads to an increase in the ionic gradient between the body and the environment.

The maintenance of osmotic pressure inside the cell under conditions of different salinity of the aquatic environment is carried out by two mechanisms: a change in the concentration of organic osmotically active substances in the cytoplasm and a change in the content of inorganic ions in it [6,7]. The molecular aspects of adaptation of prokaryotes to changes in the salinity of the aquatic environment have been established [8]. According to [9, 10], NaCl in concentrations higher or lower than optimal, but still within acceptable limits, can play the role of a stress factor that causes morphophysiological and behavioral changes in organisms. The influence of salinization of water bodies on the stability and change in the structure of the population of organisms of aquatic organisms has been established [11,12,13].

On the other hand, in studies by Loukas et al. shows that the salinity level of the reservoir is a less significant limiting factor than expected. The formation of biocenoses of salt water bodies is influenced by a combination of factors such as pH of the environment, oxygen content and ionic composition of water, anthropogenic impact, hydrological and geographical characteristics of the reservoir, and paleoclimatic parameters [14,15,16, 17]. The influence of climatic conditions on the landscape is shown in the work on the basis of a model of biological and ecological productivity of landscape systems of the South Kazakhstan region, including Almaty, Zhambyl, Turkestan and Kyzylorda regions using long-term data from 32 meteorological stations located in the region [18].

In this regard, the purpose of the study was to study the effect of saline raw materials on the biodiversity of microflora in the Dzhaksy-Klych and Buga-Dzhaily lakes located in the south of Kazakhstan.

Objects and methods of research. As a research objects were used salt-containing raw from lakes Dzhaksy-Klych and Buga-Dzhaily: halite, halite-sulfate, sulphate, sulphate-magnesium salt, brine, surface brine (halite layer), brine (sulfate formation) etc.

Lake Dzhaksy-Klych –the biggest salt lake of the Caspian lowlands located in the Aral sea region. The lake is of marine origin and consists of two parts with an area of 18 and 58 km. The thickness of the salt deposit is about 2 m.

Lake Buga-Dzhaily is one of the largest lakes in the system of salt lakes located in the Suzak district of Turkestan region. Every year, up to 150 thousand tons of table salt is extracted by open method.

Sampling was carried out in accordance with GOST 33770-2016. Samples were taken from the Dzhaksy-Klych Deposit by “ONYX-R” LLP and the authors of the article; from the Buga-Dzhaily Deposit- by “As-Dinar” LLP.

Microscopic studies were performed using "Tauda" and "Mikmed-5" microscopes, light microscopy methods.

Microorganisms were isolated and cultured on the appropriate nutrient media: heterotrophs - on MPA, micromycetes - on Chapek medium, enterobacteria-on Endo-Ploskirev medium. Haloresistance of isolated cultures of microorganisms was determined by their ability to grow at various concentrations of NaCl from 0 to 20%.

In the study of sulfur-containing raw materials, a mass spectrometer with inductively coupled plasma was used, the elements were determined in accordance with ST RK ISO 17294-2-2006. Chemical analysis was carried out according to GOST 13685-84. Research conditions: temperature-250C; humidity -83.0%; pressure-714 mm Hg.

Statistical processing of the results was performed by calculating the arithmetic mean and the standard deviation. All determinations were carried out in 3-and 5-fold repetitions. The data was processed using an IBM Pentium personal computer based on Excel application software packages.

Research results and discussion. To use salt-containing raw materials from two salt lakes in the South of Kazakhstan as bases for cosmetology products, it was necessary to make sure that they were harmless to human health. In this regard, physical, chemical and microbiological studies were carried out. In previous studies (Aladin et al., 2008), it was found that the content of sulfates in the Aral sea salts exceeds 31% (of the total amount of salts), and sodium chloride is only 54%. The ionic composition of the salts is as follows: sodium - from 2.83 to 13.73%; sulfate-ion-7.5-30.14; calcium - up to 1.08; magnesium-3.03; potassium-0.93; carbonate-ion-0.18; chlorine-2.09; water - up to 55.23%. The analysis of the elemental composition of salt samples taken during expedition trips in 2019 from the dried bottom of the Small Aral sea revealed the predominance of magnesium, potassium, calcium, iron and copper ions in them (table 1). The chemical composition of the Aral salts belongs to the chloride group, although in some cases there are also deposits of sulfide compounds, while the proportion of sodium chloride in samples from 15 sampling points is 89.98%, and sulfates-no more than 2.0%.

Table 1 – Chemical composition of salts of the bottom of the Small Aral sea (main components)

Elements	Mas. %	mkg/l
B	0,001039747	593,7200
Mg	0,046351029	63073,6600
Al	0,003912761	78,0350
P	0,005430454	203,2210
K	0,018169232	11514,1000
Ca	0,236304506	67786,4576
Ti	0,000126723	5,2341
Fe	0,025324563	1263,2342
Cu	0,002123332	2132,5411
Zn	0,002343253	3,1234
Ag	0,000045364	2,2534
Co	0,000012432	0,3243
Ba	0,0006243001	7,2364
Cr	0,0034524321	32,4323
Ni	0,000254364	4.6300
Mo	0.0000354231	15,6534
Na ₂ SO ₄	1,89	1,98 g/l
NaCl	89,98	1188,98 g/l

Due to the fact that the Aral sea region is characterized as an agro-industrial region where a variety of pesticides are widely used for agricultural production, analyses were conducted for the content of pesticides in samples of salt-containing samples. In the analyzed samples was not detected biphenyl, diphenylamine, but is revealed acetamiprid, phenhexamid, pholpet-like compositions, tetrahydrofolate. In total, about 400 active substances were searched on LC-MS/MS and GC-MS/MS. Almost all compounds were found on GC-MS/MS, acetamiprid on LC-MS/MS. Comparing the detector responses (peak size), by far the largest residue was found for phengexamide (a fungicide) used to protect against the gray mold *Botrytis cinerea* in crops including strawberries, raspberries, or blueberries. Other substances are found only in trace amounts.

In the average samples of lake Buga-Dzhaily salt, the pH of the salt solution did not exceed 6.34 ± 0.5 . No lead, arsenic, zinc, or iron were found in the samples. Chemical analysis of averaged samples of salt-containing raw materials showed that the NaCl content in the feed salt ranges from 96.68-98.06 wt.%; in the food salt-92.88 – 93.94 wt.%; in the brine -26.13 ± 0.01 wt.%; in the sedimentary silt -11.02 wt.%. Elemental analysis showed the presence of magnesium ions, the content of which in the feed salt is in the limit, wt.% -0.17 ± 0.01 ; in the food salt -1.87 ± 0.11 ; brine -4.01 ± 0.0 ; sludge -0.79 ± 0.0 . In addition, all analyzed samples revealed the presence of sulfur, the amount of which in the samples of feed salt was in the range, wt.% -0.26 ± 0.02 ; in brine -1.71 ± 0.12 ; in silt sediment -0.49 ± 0.0 ; in food salt, an increase in the sulfur content to 0.98 ± 0.05 was noted. The content of other elements, including heavy metal ions, is below the safety limit. Analysis of the elemental composition of sample salt samples showed that in addition to sodium chloride and sulfate (0.71-1.05% wt.) and insoluble residue (0.07-0.28% wt.) in decimal and hundredths of % wt. boron, magnesium, potassium, and calcium are noted. The prevalence of magnesium in these samples shows the probability of mixed sodium-magnesium layers in the Buga-Dzhaily deposit.

Microscopy of samples of surface brine and brine taken from the sulfate layer of lake Dzhaksy-Klych showed the absence of living objects. Crystals of various sizes and cuboidal shapes were found. In the brine taken from the halite formation from a depth of 0.3 m, in addition to cuboidal forms of salt crystals, amorphous formations and a few amoeboid structures were found. The microflora is represented along with small coccoid and rod-shaped motile bacteria and clusters of small convoluted motile microorganisms noted earlier in the studies of E. G. Dobrynin(1984) of the Eupatoria solprom garden brine.

As a result of microbiological studies, it was found that the number of heterotrophic microorganisms in the samples taken from lake Dzhaksy-Klych ranges from 10^4 CFU/g. However, the number of heterotrophic microorganisms increases to 10^5 CFU/g in samples of halite salt samples taken at a distance of 3-5 m from the coastline. The smallest number of microorganisms was found in samples of sulfate salts,

where the number of heterotrophic microorganisms was within the range of $(4.2 \pm 0.3) \times 10^3$ CFU/g. The number of enterobacteria in all samples ranges from 10^3 CFU/g. Micromycetes in the amount of $(6.0 \pm 0.5) \times 10^3$ CFU / g were found only in a sample of sulfate salts and silt taken at a distance of 1.0 m from the coastline.

In samples of salt-containing raw materials of lake Buga - Dzhaily, the number of heterotrophic microorganisms was in the range of 10^4 CFU/g, enterobacteria- 10^3 CFU/g. In almost all samples, micromycetes of 10^3 CFU/g were detected, with the exception of samples of deep silt and halite salt taken from a depth of 1.0 m from the center of the lake. From the studied samples, taking into account the morphological and cultural properties of microorganisms, 10 cultures of microorganisms were isolated, the dominant part of which consisted of representatives of the genera-*Micrococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*. The genus *Micrococcus* is represented by three dominant species-*M.luteus*, *M. roseus*, *Micrococcus sp.* Enterobacteria are represented by the species – *Enterobacter sp.* Micromycetes are represented by the genera *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Fusarium*. The presence of these taxonomic groups of microorganisms and the nature of the distribution of microflora indicates the contamination of the surface of salt-containing raw materials as a result of human activity.

Haloresistance of isolated cultures of microorganisms was determined by their ability to grow at various concentrations of NaCl from 0 to 20%. As follows from the presented data, it was found that *M. roseus* grows intensively on a medium with 3-10% NaCl, good growth is observed on a medium with 13% NaCl, and there is no growth on a medium with 17-25% NaCl. *Micrococcus sp.* it grows intensively on medium with 3-5% NaCl, on medium with 10-17% NaCl it grows well, and on medium with 20-25% NaCl there is no growth. *M. luteus* and *Bacillus sp.* they grow intensively on a medium with 0-17% NaCl, on a medium with 20% NaCl, good growth is observed, with an increase in the percentage of NaCl to 25%, there is no growth. Cultures of *Pseudomonas sp.* and *Enterobacter sp.* grow intensively on medium with 3-10% NaCl, with an increase in the concentration of NaCl to 13-17% culture *Pseudomonas sp.* it grows well, with a further increase in the salt concentration to 20% or higher, the growth of this culture stops, and the growth of *Enterobacter sp.* it is suppressed already on the medium with 17-25% NaCl. *Aspergillus sp.* it grows intensively on a medium with 3-13% NaCl, on a medium with 17-20% NaCl there is good growth, and on a medium with 25% NaCl there is no growth. *Mucor sp.* on the medium with 3-5% NaCl, good growth is observed, in other variants, the growth of this culture is absent. On a medium with 3-10% NaCl *Penicillium sp.* it grows intensively, and good growth is observed in the environment with 13-17% NaCl. *Fusarium sp.* it grows intensively on medium with 3-5% NaCl, with an increase in the percentage of NaCl by 10-13%, there is a good growth, and with an increase from 17% to 25%, the growth is completely absent.

Conclusion. Thus, the results of physico-chemical and microbiological studies showed that the salt-containing raw materials of the Dzhaksy-Klych and Buga-Dzhaily deposits contain 96.0 ± 8.9 wt.% NaCl, the content of magnesium ions ranges from 0.17 ± 0.01 - 4.01 ± 0.0 wt.%, the presence of sulfur is noted in the range of 0.26 ± 0.02 - 1.71 ± 0.12 wt.%. the Content of other elements, including heavy metal ions, is below the safety level, in decimal and hundredths of % wt. boron, potassium and calcium are noted.

It was found that the number of heterotrophic microorganisms ranges from 10^3 - 10^4 CFU/g, enterobacteria - 10^3 CFU/g, and micromycetes were found only in samples of salt-containing raw materials from the Buga-Dzhaily deposit. The nature of the distribution and abundance of microflora indicates the anthropogenic presence in the area of salt production. It was found that the cultures of *M. luteus*, *Bacillus sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* and *Fusarium sp.* isolated from salt-containing substrates are resistant to 17-20% NaCl.

Acknowledgement.

The work was carried out under the grant of the Ministry of education and science of the Republic of Kazakhstan AR05131728: "Development of production technology and obtaining prototypes of new cosmetic products based on pharmacological studies of domestic salt-containing and vegetable raw materials" (2018-2020).

А.Ө. Исаева^{1*}, Б. Леска², А.А. Успабаева³, А.Е. Тлеукеева³, А. Абубакирова³

¹ Шымкент университеті, Шымкент, Қазақстан;

² А.Мицкевич атындағы Познань мемлекеттік университеті, Познань, Польша;

³ М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

ЖАҚСЫ ҚЫЛЫШ ЖӘНЕ БҰҒА-ЖАЙЛЫ ТҰЗДЫ КӨЛ МИКРОФЛОРАСЫНЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ӘРТҮРЛІЛІГІ

Аннотация. Мақалада Қазақстанның оңтүстігіндегі Жақсы қылыш және Бұға-жайлы сынды тұзды көл үлгілерін микробиологиялық және химиялық зерттеу нәтижелері көрсетілген.

Континентальды тұзды су айдындары химиялық және микробиологиялық құрамы бойынша айтарлықтай ерекшеленеді, ал теңіздер де құрамы бойынша ұқсас келеді. Судың құрамы тікелей геологиялық, климаттық және биогеохимиялық жағдайға байланысты бейтарап, сілтілі және қышқыл болуы мүмкін. Тұзды су объектілерінде микроорганизмдер популяциясы өте төмен және таралуы тұздың концентрациясына тікелей қатысты.

Адаптивті механизмдер жасушаішілік сұйықтықтағы ион концентрациясын және оның осмотық қысымын реттеуге негізделген. Су ортасындағы бейорганикалық ион концентрациясы кең ауқымда өзгеруі мүмкін, бұл организм мен қоршаған орта арасындағы ионды градиентті жоғарылатады. Қазақстанның оңтүстігіндегі екі тұзды көлден алынған тұзды шикізатты косметикаға негіз ретінде пайдалану үшін оның адам денсаулығына зиянсыз екендігіне көз жеткізу мәселесін алға қойдық. Осыған байланысты физикалық, химиялық және микробиологиялық зерттеулер жүргізілді.

Құрғаған Арал теңізінің түбінен алынған сынамаларда магний, калий, кальций, темір және мыс иондары басым екендігі анықталды. Сонымен қатар, пестицидтердің: агроөнеркәсіпте қолданылатын ацетамиприд, фенгексамид, фолпет тәрізді қосылыстар, тетрагидрофтоламид бар екендігі айқындалды. Жақсы қылыш көлінің сынамалары галит, магний және сульфат тұзының түрлі қабаттарынан оқшауланған. Бұға-жайлы көліндегі тұзды шикізат құрамында $96,0 \pm 8,9$ мас.% NaCl, магний иондарының мөлшері $0,17 \pm 0,01$ – $4,01 \pm 0,0$ % құрайды, күкірттің мөлшері $0,26 \pm 0,02$ % аралығында кездеседі. $1,71 \pm 0,12$ мас.%. Ауыр металл мөлшері қажетті концентрациядан төмен. Сынамалардағы магний құрамының жоғарылауы натрий-магний аралас қабаттарының бар екендігін дәлелдейтіні анықталды. Бұл тұзды көлдегі гетеротрофты микроорганизмдер саны шамамен 103-104 КҚБ/г құрайды, энтеробактериялар 103 КФБ/г, $(6,0 \pm 0,5) \times 10^3$ CFU/гг мөлшеріндегі микромицеттер тек сульфат үлгісінде анықталған тұз бен лай жағалау сызығынан 1,0 м қашықтықта сыналды. Жағалау сызығындағы микрофлораның таралуы мен тығыздығы тұз шығару эсерінен антропогендік фактордың жоғарылағанын көрсетеді.

Түйін сөздер: тұзды көл, құрамында тұзы бар шикізат, микрофлора, гетеротрофты микроорганизмдер, микромицеттер, пестицидтер.

А.У. Исаева^{1*}, Б. Леска², А.А. Успабаева³, А.Е. Тлеукеева³, А. Абубакирова³

¹ Шымкентский университет, Шымкент, Казахстан;

² Познаньский государственный университет им. А. Мицкевича, Познань, Польша;

³ Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

БИОРАЗНООБРАЗИЕ МИКРОФЛОРЫ СОЛЕННЫХ ОЗЕР ДЖАКСЫ-КЛЫЧ И БУГАЖАЙЛЫ

Аннотация. В статье представлены результаты микробиологических и химических исследований образцов соленых озер юга Казахстана, таких как Джаксы-Клыч и Буга-Джайлы.

Континентальные соленые водоемы существенно различаются по химическому и микробиологическому составу, а моря похожи по составу. Состав этих вод напрямую зависит от геологических, климатических и биогеохимических условий и может быть нейтральным, щелочным и кислым. Популяция микроорганизмов в соленых водоемах очень мала, и их распространение зависит от концентрации соли.

Адаптивные механизмы основаны на регуляции концентрации ионов во внутриклеточной жидкости и ее осмотического давления. Концентрация неорганических ионов в водной среде может широко варьироваться, что приводит к увеличению ионного градиента между организмом и окружающей средой. Для применения соледержащего сырья из двух соленых озер на юге Казахстана в качестве основы для косметических средств, необходимо было убедиться, что оно безвредно для здоровья человека. В связи с этим были проведены физико-химические и микробиологические исследования.

Установлено, что в пробах со дна высохшего Малого Аральского моря преобладают ионы магния, калия, кальция, железа и меди. Кроме того, выявлено наличие пестицидов: ацетамиприда, фенгексамида, фолпетоподобных соединений, тетрагидрофтоламида, которые используются в агропромышленном комплексе. Пробы озера Джаксы-Клыч были выделены из разных слоев галита, магния и сульфатных солей. Соледержащее сырье озера Буга-Джайлы содержит $96,0 \pm 8,9$ мас.% NaCl, содержание ионов магния колеблется от $0,17 \pm 0,01$ до $4,01 \pm 0,0$ мас.%,

Содержание серы находится в пределах $0,26 \pm 0,02\%$. $1,71 \pm 0,12$ мас.%. Количество тяжелых металлов ниже допустимой концентрации. Установлено, что повышенное содержание магния в образцах свидетельствует о наличии смешанных натрий-магниевых слоев. Количество гетеротрофных микроорганизмов в образцах соленых озер составляет примерно 103-104 КОЕ/г, энтеробактерий -103 КОЕ/г, микромицеты в количестве $(6,0 \pm 0,5) \times 10^3$ КОЕ/г обнаружены только в образце сульфатных солей и илов, отобранных на расстоянии 1,0 м от береговой линии. Распределение и плотность микрофлоры на береговой линии указывают на повышенный антропогенный фактор из-за добычи соли.

Ключевые слова: соленые озера, солесодержащее сырье, микрофлора, гетеротрофные микроорганизмы, микромицеты, пестициды.

Information about authors:

Issayeva Akmaral Umurbekovna, ScD, Professor, Director of Ecology and Biology research Institute, Shymkent University, Shymkent;

Leska Boguslawa, Dr hab, Professor, Department of Chemistry, A. Mickiewicz Poznań State University, Poznań, Poland;

Uspabaeva Aigul Amankulovna, PhD, head of the biotechnology laboratory, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent;

Tleukeeva Assel Yerzhanovna, doctoral student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent;

Abubakirova Azhar, doctoral student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent

REFERENCES

- [1] Aladin N., Micklin P. & Plotnikov I. (2008) Biodiversity of the Aral Sea and its importance to the possible ways of rehabilitating and conserving its remnant water bodies. In: NATO Science for Peace and Security Series – C: Environmental Security. Environmental Problems of Central Asia and their Economic, Social and Security Impacts. Edited by Jianguo Qi, Kyle T. Evered. Springer:73–98.
- [2] Berger E., Frör O. & Schäfer R.B. (2019) Salinity impacts on river ecosystem processes: a critical mini-review. *Phil. Trans. R. Soc. B* 374, 2018. 0010. (doi:10.1098/rstb.2018.0010)
- [3] Biswas J& Paul AK.(2017) Diversity and production of extracellular polysaccharide by halophilic microorganisms. *Biodiversity Int J.* 1(2):32–39. DOI: 10.15406/bij.2017.01.00006
- [4] DasSarma S& DasSarma P. (2015) Halophiles and their enzymes: negativity put to good use. *Curr Opin Microbiol.* 25:120-6. doi: 10.1016/j.mib.2015.05.009. Epub 2015 Jun 9.
- [5] Derevenskaya O.& N Urazaeva. (2018) Evaluation of the lake Lybiazhie (Kazan, Russia) state by indicators of communities of hydrobionts. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 107 012129
- [6] Dobrynin E.G. (1984) Microbiological processes of organic matter circulation in hyperhaline reservoirs [*Microbiologicheskie process krugovorota organicheskogo veshchestva v gypergalinnyh vodoemah*], PhD thesis-Borok, 1984. 237 p. (in Russ.)
- [7] Ejsmont-Karabin J & Karabin A (2013) The suitability of zooplankton as lake ecosystem indicators: crustacean trophic state index *Polish Journal of Ecology* 61(3) pp 561-573
- [8] Horrigan N. (2005) Response of stream macroinvertebrates to changes in salinity and the development of a salinity index. / N. Horrigan [et al.] // *Mar. Freshwat. Res.* 56. : 825–833.
- [9] Haberman J& Haldna M (2014) Indices of zooplankton community as valuable tools in assessing the trophic state and water quality of eutrophic lakes: long term study of Lake Vörtsjärv *J.Limnol.* 73 (2) pp 263-273, DOI: 10.4081/jlimnol.2014.828J.
- [10] GOST 33770-2016. Food salt. Sampling and sample preparation. Determination of organoleptic parameters.
- [11] Loukas A., Kappas I. & Abatzopoulos T.J. (2018) HaloDom: a new database of halophiles across all life domains. *J Biol Res (Thessalon).* 15;25:2. doi: 10.1186/s40709-017-0072-0. eCollection 2018 Dec.
- [12] Paul S., Bag S.K., Das S., Harvill ET&Dutta C. (2008) Molecular signature of hypersaline adaptation: insights from genome and proteome composition of halophilic prokaryotes. *Genome Biol.* 9;9(4):R70. doi: 10.1186/gb-2008-9-4-r70.
- [13] Rivera-Ingraham G.A. & Lignot J-H. (2017). Osmoregulation, bioenergetics and oxidative stress in coastal marine invertebrates: raising the questions for future research. *J. Exp. Biol.* 220, 1749-1760. (doi:10.1242/jeb.135624)
- [14] Velasco J., Gutiérrez-Cánovas C., Botella-Cruz M., Sánchez-Fernández D., Arribas P., Carbonell J. A., Millán A. & Pallarés S. (2019). Effects of salinity changes on aquatic organisms in a multiple stressor context. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 374, 2018.0011, <http://doi.org/10.1098/rstb.2018.0011>
- [15] Venâncio C., Castro B.B., Ribeiro R., Antunes S.C., Abrantes N., Soares AMVM & Lopes I. (2019). Sensitivity of freshwater species under single and multigenerational exposure to seawater intrusion. *Phil. Trans. R. Soc. B* 374, 20180252. (doi:10.1098/rstb.2018.0252)
- [16] Wang Y., Mopper S & Hasenstein K.H. (2001) Effects of salinity on endogenous levels of ABA, IAA, JA, and SA in *Iris hexagona*. *Journal of Chemical Ecology.* 27: 327 – 342.
- [17] Adilbektegi G.A., Mustafayev J.S., Uvatayeva T.K., Dulatbekova Z.N., Mosiej Jozef. (2019) Quantitative and qualitative assessment of biological and ecological potential of the landscapes of Southern Kazakhstan, *News of the academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*, <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.160>

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-1483.133>

Volume 6, Number 334 (2020), 35 – 41

UDC 615.322: 577.21

Zh.Sh. Rakhymberdieva, A.N. Kaliyeva, G.D. Medeuova

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

E-mail: Rakhymberdieva80@mail.ru, anar.kaliyeva28@gmail.com, medeuova.galia96@gmail.com

**MOLECULAR GENETIC PLANT ANALYSIS,
ARTEMISIA L. GENUS, WITH ISSR-MARKERS**

Abstract. Molecular genetic analysis of three plants of thistle family has been carried out in the scope of this paper (*Artemisia karatavica* Krasch. & Abolin ex Poljakov, *Artemisia cina* Berg ex Poljakov, *Artemisia porrecta* Krasch. ex Poljakov). The plants have been collected in Turkestan region, Shardarinsky district, 15 km north-east of the village Komsomol, and along the road in Turkestan region, Baydibeksky district, 4.5 km south-east of the village Shakpak, and in the steppes in Turkestan region, Aryssky district, 1 km north-east of the village Darmino. In this paper, we used modern methods of molecular biology in order to determine genetic relatedness.

ISSR analysis using universal primers has been conducted. *ISSR*-markers are the most common markers, and they are used for phylogenetic analysis. This method is based on amplification of sequences limited by two microsatellite repeats using the primer that is complementary to the sequence of this microsatellite (4-12 repeat units). *ISSR* (region of the genome between two adjacent, oppositely oriented microsatellites) the sequence of microsatellite medullar part with some (1-3) nucleotides adjacent to the repeat tandem are used as primers. Tens of fragments of locus variety received in PCR are separated by electrophoresis and assessed for the presence or absence (due to marker dominance) of the fragments of a particular size. The main advantage of this type of markers - lack of necessity for knowledge of the sequences during primer designing.

Key words: *Artemisia L.*, genotyping, identification, *ISSR*-markers.

Introduction. Kazakhstan's flora is characterized by the variety of medicinal plant raw material, many species of which may be used on an industrial scale. The most common medicinal plants within the territory of the Republic of Kazakhstan include *Artemisia L.* genus - sagebrush - one of the most multi-species and complex, from a systematic viewpoint, genus of dicotyledon plants of *Asteraceae L.* *Artemisia* family includes hardy herbaceous plants and shrubs that are known for their active chemical components in essential oils. *Artemisia* genus belongs to the thistle family that includes more than 500 species spread in the areas of the northern hemisphere of the Old and the New World, Eurasia and Asia [1-3].

Artemisia L. - numerous anthodes, small, homogamous, i.e. all of the florets are androgynous, tubular, fertile, in a small, 3-8 (10), number (*Seriphidium* subgenus (Bess.) Rouy.), or heterogamous, heterosexual: ray florets are, pistillate, and central disk florets are bisexual; in *Artemisia Less* subgenus. All the florets, ray pistillate and bisexual leucocarpous, with half-grown subtle ovary; corollas of pistillate florets are very narrow, sometimes almost creeping and tubular, with 2-3 short teeth, almost colorless or tubular, with 2-4 teeth, colored; corollas of disk florets are tubular, campanulately amplified upwards, 5 teeth, variously colored (yellow to purple), 5 stamens on short or long filaments, anthers are linear, sharp at the apex, blunt at the base knitted into a tube, inside of which there are capillary bilobed stile, laminas of snouts are of equal or unequal length, pilose at the apex, and they are generally narrow and linear in ray pistillate florets, not pilose at the apex, stile of vestigial pistil of disc florets (*Dranculus* subgenus (Bess.) Rydb.) with very short, almost blunt, ciliated laminas; nuts are small, oblong ovoid, bare, blunt at the apex, without pappus or margin; anthodes are oblong ovoid and obloid, with a foliole spathe; primordial leaves are grass, 2-7 rows, external ones are longer but shorter than inner ones, or all of them are of equal length, with pronounced loma on the edge; anthodes are paniculate, racemous, very rare, almost spiked. Annual and perennial herbaceous plants or subshrubs with erect, ascending or more rare - lodged stems; leaves are alternate, simple, or more often - pinnatisect to different extents. Vast and polymorphous genus containing

over 500 species spread primarily in the temperate zone of Eurasia and North America, and in Kazakhstan 81 [4-6].

Nowadays, medical scientists pay more and more attention to medicinal plants and prove how each of them is beneficial for the body. In this regard, significant progress has been made and the demand for herbal medicine is growing. [7].

Great contribution to the study of sagebrush was made by W. Besser (1829, 1834, 1835) who divided genus into three sections based on the sex composition of florets in a anthode. Group of species that has only bisexual florets in the anthode was allocated by him to *Seriphidium* Bess section; species that have ray pistillate florets in the anthode, and disc ones - staminal with vestigial pistil - to *Dracunculus* Bess section; species that have ray pistillate florets in the anthode, and disc ones - bisexual, are combined into *Abrotanum* Bess section. A substantial part of sagebrushes has been described by K. Linnaeus, Weber, K.F. Ledebour, and I.M. Krasheninnikov [8].

Information about sagebrushes are also given in the scope of papers of I. Gmelin, B. Bessera, Ledsbur, I. M. Krasnoborov; "Flora of Western Siberia" (Krylov, 1949). Traditionally accepted, broad understanding of sagebrushes as a single *Artemisia* genus was approved by K. Linnaeus. Despite of the substantial volume and a colossal across-species polymorphism, the genus splits into 5 groups: *Abrotanum*, *Absinthium*, *Dracunculus*, *Seriphidium*, and *Tridentatae* distinguished by the whole set of features, primarily, anthode formation and sex composition of florets in them, spectrotype of biologically active substances. Many species of sagebrush are polymorphous, they have vast realm and large raw mass which determines the prospects for common use [9].

Economically important representatives of the *Artemisia* genus have wide application in pharmaceutics, landscape architecture and agriculture [10].

Economic character of sagebrush is of primary importance in the desert and steppe zones as a natural forage supply at autumn and winter pastures. In Kazakhstan, this includes almost *Seriphidium* subgenus. Due to content of essential oils, many species of sagebrush are used in perfume and alcoholic beverage industry. Anthodes of *A.cina* Berg. and *A.transiliensis* Poljak. contain santonine, classical helminthagogue. Almost all sagebrushes contain glucosides, and some species - alkaloids. So, *A.taurica* Willd. is considered to be a noxious plant. Testing and domestication of many sagebrushes, and their selection is quite perspective.

A study of genetic variation among 216 accessions was conducted using ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) markers to assess the polymorphism at the species level. A total of 60 polymorphic loci were scored using four primers revealing a high level of genetic polymorphism among *A. herba-alba* accessions. Correlation analysis revealed no direct relation between morphological traits, geographic distance and genetic distance. Correlogram analysis showed a patchy distribution of the genetic variability of *A. herba-alba* accessions revealing the contribution of local ecological and geographic conditions on variability [11].

Genetic variation between *A. capillaris* was evaluated using random amplified polymorphic DNA (RAPD) and inter simple sequence repeats (ISSR) markers. RAPD and ISSR marker systems were found to be useful for the genetic diversity studies in *A. capillaris* and to identify the variation [12].

Over the past twenty years, the molecular marker field has completely transformed the meaning of conservation genetics which has emerged from a theory-based field of population biology to a full-fledged pragmatic discipline [13].

For extension and conservation of the genofond of the plants that are of medical or agricultural importance, as well as for genetic monitoring of natural populations, different methods of genetic marking are applied. RAPD analysis may serve as express method for detecting genetic polymorphism and genom marking in population studies [14].

The aim of this study is to assess the level of intraspecific differences of natural plant populations of *Artemisia karatavica* Krasch & Abolin ex Poljakov, *Artemisia cina* Berg ex Poljakov, *Artemisia porrecta* Krasch. ex Poljakov) using RAPD marking results.

Materials and methods. Three species of *Artemisia* L., (*A. karatavica* Krasch. & Abolin ex Poljakov, *A.cina* Berg ex Poljakov, *A.porrecta* Krasch. ex Poljakov) of thistle family served as the material for the study. The plants have been collected in Turkestan region, Shardarinsky district, 15 km north-east of the village Komsomol, and along the road in Turkestan region, Baydibeksky district, 4.5 km south-east of the village Shakpak, and in the steppes in Turkestan region, Aryssky district, 1 km north-east of the village

Darmino. Test samples were collected at the end of flowering period. The aerial parts of three different species of *Artemisia L.*

DNA purification. 3 samples of each species were used for purification. Genomic DNA was purified from the aerial parts of *Artemisia L.* using CTAB [15-16] with some modifications: 100 mg of leaves were rubbed in cooled mortar in the presence of 1 mL of extraction buffer (100 mmol of Tris-HCl pH 8.0; 20 mmol of EDTA, pH 8.0; 1.4 M NaCl, 2% CTAB, PVP and 2-mercaptoethanol were added prior to the use of final concentration of 2 and 0.2%, respectively). The derived homogenate was incubated at 60°C for 30 minutes and then extracted with chloroform. 0.5 volume of 5M NaCl and 2 volumes of ethanol were added to the aqueous phase. The mixture was incubated at 4°C for 15-20 minutes and centrifuged for 15 minutes at 13,000 g. DNA residual matter was washed with 70% ethanol and dissolved in 100 µl of bidistilled water. DNA was treated with RNA. Assessment of DNA quality and amount was performed by electrophoresis in 1% agarose gel in 1x TAE buffer and upon absorption at 260 nm to 280 wavelengths using Nanodrop 2000 spectrophotometer (Thermo Scientific).

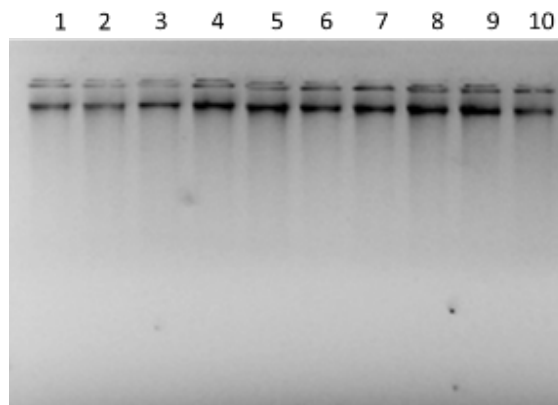
Quality control of the genomic DNA purified using PCR amplification of 18S ribosomal DNA. Quality of DNA samples was tested in PCR amplification of 18S ribosomal DNA using the following primers: f 5'-GAGAAACGGCTACCACATCCAAGG-3';5'- rCCATGCACCACCACCCATAGAATC-3'. The expected product size was 870 bp. PCR was performed in the final volume of 25 µl containing 0.2 mmol of deoxyribonucleotide triphosphates, 0.2 µmol of each primer, 0.5 U TaqDNA polymerase (Thermo Scientific), 2.5 mmol of MgCl₂, and 40 ng of DNA in 1 X Taq Buffer with (NH₄)₂SO₄ (750 mmol of Tris-HCl, pH 8.8, at 25°C, 200 mmol (NH₄)₂SO₄ and 0.1% (v/v) Tween 20). Amplification: 2 min of initial denaturation at 94°C; 25 cycles at 94°C for 30 sec, annealing at 67°C for 15 seconds, and synthesis at 72°C for 15 seconds. Final elongation at 72°C for 10 min.

Selection of ISSR markers and PCR conditions. 9 ISSR markers were used for genotype estimation. The material for the study - 10. DNA with absorption ratio indicators at 260/280 wavelengths from 1.68 to 1.87 (Nanodrop 2000 spectrophotometer (Thermo Scientific) was used in all other experiments.

PCR was performed in 20 µl containing 2 µl of 10 x Taq buffer (750 mmol of TrisHCl, pH 8.8, 200 mmol of (NH₄)₂ SO₄, 0.1% Tween 20), 2.5 µl of 25 mM MgCl₂, 0.4 µl of 10 mmol dNTP mix, 0,8 µl of 10 mmol oligonucleotides of the marker used, 12.7 µl of sterile deionized water and 1 unit of Taq polymerase. Concentration of genomic DNA was 40-60 ng / 20 µl. Amplification was performed as per the following program: one cycle at 94°C for 2 minutes; 35 cycles consisting of the following steps: 94°C – 40 sec, 44°C–45 sec, 72°C –1,5 min; final cycle at 72°C –15 min.

Electrophoresis of amplification products resulting from ISSR-PCR, was performed in 2% agarose gel, after staining they were visualized with ethidium bromide under UV light using a BioRad gel documenting system.

Results and discussion. *ISSR analysis.* For analysis, three repeats were used for each sample, purification of genomic DNA was performed using all samples. Following purification of genomic DNA, the quality analysis of genomic DNA was performed via measurement using the spectrophotometer (NanoDrop 2000C) and gel electrophoresis in 1% agarose gel, see figure 1.

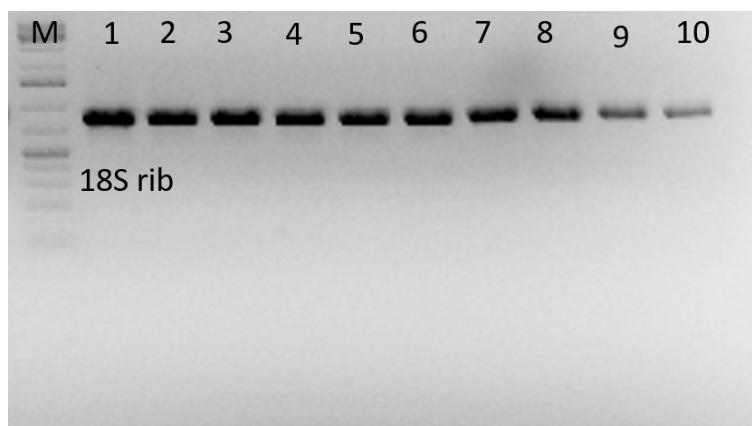


1-3 – repeats of the sample 1; 4-6 – repeats of the sample 2; 7-10 – repeats of the sample 3

Figure 1 – Electrophoresis of genomic DNA in 1% agarose gel

To verify the absence of inhibitors in the preparations of DNA purified according to modified protocol [15], test PCR using oligonucleotides specific to 18 S gene of ribosomal RNA was performed.

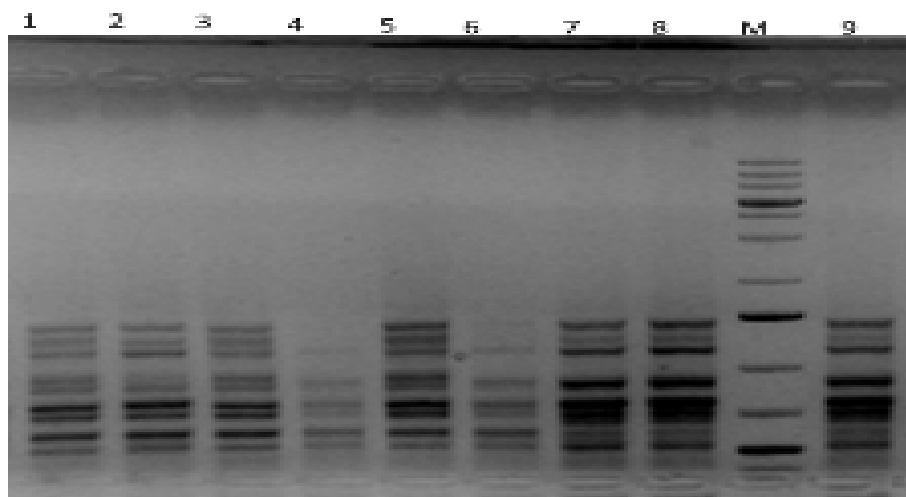
Figure 2 shows electrophoretogram of PCR products of *Artemisia* ribosomal DNA. Electrophoretogram of PCR products confirms the absence of reaction inhibitors in DNA preparations derived.



1-10 – PCR products of 18S gene fragment of ribosomal DNA of the analyzed samples;
M - DNA marker, GeneRuler™ 1kb (Fermentas)

Figure 2 – Electrophoretogram of PCR product of 18S RNA gene

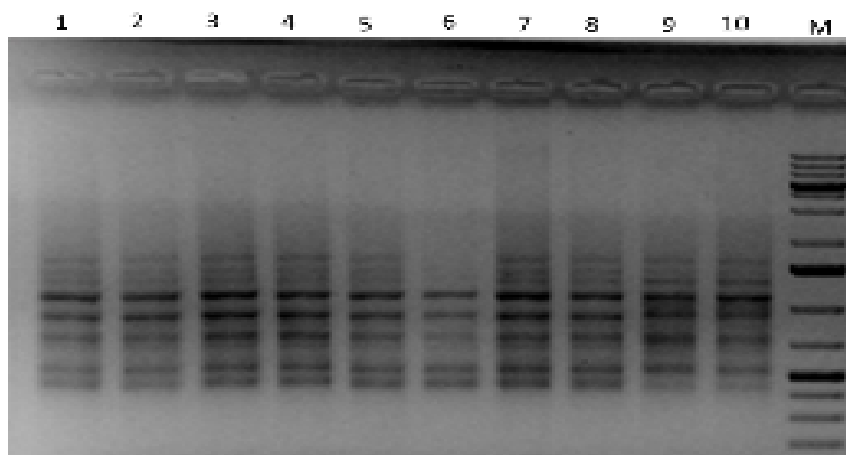
Then analysis was performed using 9 primers complementary to various microsatellites. As an example, electrophoregrams at Figure 3 and 4 show ISSR-PCR amplification results using (A)-VHV-(GT)₇ and (B)-(CA)₆-RY primers.



1-3 – repeats of the sample 1; 4-6 – repeats of the sample 2; 7-9 – repeats of the sample 3

Figure 3 – Results of amplification using VHV-(GT)₇ primer

Amplification using VHV-(GT)₇ primer for the 4th repeat of sample 3 failed. 3 repeats of sample 3 showed similar results as per the results of statistical processing of the analysis data. The analysis results show that three samples of *Artemisia* do not differ genetically using VHV-(GT)₇ primer.



1-3 – repeats of the sample 1; 4-6 – repeats of the sample 2; 7-10 – repeats of the sample 3

Figure 4 – Results of amplification using RY–(CA)₆ primer

Usage of the above 9 polymorphic *ISSR* primers showed no intraspecific variability. Each species has a characteristic number of discs per the primer and the total number of them.

Conclusion. Molecular genetic analysis of three plants (presumably of three various species) *Artemisia L.* has been carried out in the scope of this paper while using modern methods of molecular biology in order to determine genetic relatedness. In the scope of this paper, *ISSR* analysis using universal primers has been conducted. *ISSR*-markers are the most common markers, and they are used for phylogenetic analysis [17-19]. This method is based on amplification of sequences limited by two microsatellite repeats using the primer that is complementary to the sequence of this microsatellite (4-12 repeat units). *ISSR* (region of the genome between two adjacent, oppositely oriented microsatellites) the sequence of microsatellite medullar part with some (1-3) nucleotides adjacent to the repeat tandem are used as primers [20-22]. Tens of fragments of locus variety received in PCR are separated by electrophoresis and assessed for the presence or absence (due to marker dominance) of the fragments of a particular size. The main advantage of this type of markers - lack of necessity for knowledge of the sequences during primer designing. It should be noted that homoplasmy, non-homology of the fragments of the same size are possible due to multi-locus. Markers of this type are used to identify the genetic identity, genealogy, differentiation of clones, microclones and lines, taxonomy of closely related species [23-24].

The analysis results showed that 3 samples of *Artemisia* do not differ genetically using 9 *ISSR* primers. The analysis results did not show genetic variability among the study samples.

Ж.Ш. Рахимбердиева, А.Н. Калиева, Ғ.Д. Медуова

Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

ISSR -МАРКЕРЛЕРДІ ҚОЛДАНЫП, ARTEMISIA L. ТУЫС ӨСІМДІКТЕРІН МОЛЕКУЛАЛЫҚ-ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ

Аннотация. Мақалада күрделігүлділер тұқымдасының үш түріне (*Artemisia karatavica* Krasch. & Abolin ex Poljakov, *Artemisia cina* Berg ex Poljakov, *Artemisia porrecta* Krasch. ex Poljakov) молекулалық-генетикалық талдау жүргізілді. Өсімдіктер, оның ішінде 1-өсімдік Түркістан облысы, Шардара ауданы, Комсомол ауылынан солтүстік-шығысқа қарай 15 км жерден жиналған, 2-өсімдік Түркістан облысы, Бәйдібек ауданы, Шақпақ ауылынан оңтүстік-шығысқа қарай 4,5 км жерден, 3-өсімдік Түркістан облысы, Арыс ауданы, Дармино ауылынан солтүстік-шығысқа қарай 1 км жерден қазан, қараша айында жиналды. Жусанның экономикалық маңызы шөл және дала аймағында күзгі және қысқы жайылымдарда табиғи жемшөп қоры ретінде өте маңызды рөл атқарады. Қазақстан жусанының көп бөлігі шөл және тауда өседі. Жусан ауыл шаруашылығында, тамақ, парфюмерия және косметикалық өнеркәсіпте, медицинада қолданылады. Жусанның емдік қасиеттері ерте заманда белгілі болған. Медицинада улану, гинекологиялық және урологиялық ауруларға қолданылуы ескі кітаптарда айтылған. Көптеген түрі дәстүрлі медицинада және ветеринарияда ащы, ұстама ауруға қарсы, асқазан-ішек жолдарының ауруына

қарсы қолданылады. Жусанның *A.cina*, *A.glabella*, *A.absinthium*, *A.karatavica*, *A.annua*, *A.porrocta* түрлеріне қызығушылық артуда. *A.cina* Berg. және *A. transiliensis* Poljak. себеттерінде классикалық антигельминтикалық сантонин бар. Жусанның барлығында дерлік глюкозид, ал кейбір түрлерінде алкалоидтар болады. Осылайша, *A. taurica* Willd. улы өсімдік деп саналды. Біраз жусанды сынақтан өткізу және дақылға енгізу, сондай-ақ оларды таңдау перспективалы болып саналады.

Зерттеудің мақсаты RAPD таңбалау нәтижелерін қолдана отырып (*Artemisia karatavica* Krasch & Abolin ex Poljakov, *Artemisia cina* Berg ex Poljakov, *Artemisia porrecta* Krasch. ex Poljakov), табиғи өсімдік популяцияларының түршілік айырмашылықтарының деңгейін бағалау. Жұмыста генетикалық туыстықты анықтау үшін молекулалық биологияның заманауи әдістері қолданылды.

Әмбебап праймерлерді қолдана отырып, ISSR талдауы жүргізілді. ISSR маркерлері көбірек таралған және филогенетикалық талдау жүргізу үшін қолданылады. Бұл әдіс екі микросателитті қайталаумен шектелген тізбектерді осы микросателит тізбегіне (4-12 қайталау бірлігі) толықтыратын праймермен күшейтуге негізделген. Issr (екі көршілес, қарама-қарсы бағытталған микросателиттер арасындағы геномдық аймақ) праймерлер ретінде қайталану тандеміне іргелес бірнеше (1-3eu) нуклеотидтері бар микросателиттің ядро бөлігінің реттілігі қолданылады. ПЦР-де алынған көптеген локустардың ондаған фрагменттері электрофорез арқылы бөлінеді және белгілі бір мөлшердегі фрагменттердің болу немесе болмау (маркерлердің үстемдігіне байланысты) жағдайы бағаланады. Маркерлердің бұл түрінің басты артықшылығы – праймерлерді жобалау кезінде бірізділікті білу қажеттілігінің болмауы.

Талдау нәтижелері көрсеткендей, 9 ISSR праймерін қолданған кезде 3 жусан сынамасы генетикалық тұрғыдан ерекшеленбейді. Талдау зерттелген үлгілер арасында генетикалық өзгергіштік жағдайын көрсетті.

Түйін сөздер: *Artemisia L.*, генотиптеу, идентификация, ISSR-маркерлер.

Ж.Ш. Рахимбердиева, А.Н. Калиева, Ғ.Д. Медеуова

Казахский Национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСТЕНИЙ РОДА *ARTEMISIA L.* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ISSR-МАРКЕРОВ

Аннотация. В работе был проведен молекулярно-генетический анализ трех образцов (*Artemisia karatavica* Krasch. & Abolin ex Poljakov, *Artemisia cina* Berg ex Poljakov, *Artemisia porrecta* Krasch. ex Poljakov) из семейства сложноцветных. Растения собирали в Туркестанской области, Шардаринском районе, в 15 км северо-восточнее пос. Комсомол., вдоль дороги в Туркестанскую область, Байдибекский район, в 4,5 км юго-восточнее пос. Шакпак., по степям Туркестанской области, Арыского района, в 1 км северо-восточнее пос. Дармино. Хозяйственное значение полыни играет исключительно важную роль в пустынной и степной зонах в качестве естественного кормового фонда на осенних и зимних пастбищах. Казахстанская полынь в большинстве является эндемиком пустынь и гор. Полынь применяется в сельском хозяйстве, пищевой, парфюмерно-косметической промышленности, в медицине. Лечебные свойства полыни известны с древнейших времен. О применении их в медицине при отравлениях, гинекологических и урологических заболеваниях упоминается еще в старых книгах. Многие виды широко используются в народной медицине и ветеринарии при горечи, как противоглистные, противозипилептические и при желудочно-кишечных заболеваниях. Несомненный интерес представляет полынь *A.cina*, *A.glabella*, *A.absinthium*, *A.karatavica*, *A.annua*, *A.porrocta*. В корзинках *A.cina* Berg. и *A.transiliensis* Poljak. находится сантонин – классическое глистогенное средство. Почти у всех полыней отмечено присутствие глюкозидов, а у некоторых видов – алкалоидов. Так, *A.taurica* Willd. считается ядовитым растением. Испытание и введение в культуру многих полыней, а также их селекция вполне перспективны.

Целью настоящего исследования является оценка уровня внутривидовых различий природных популяций растений (*Artemisia karatavica* Krasch. & Abolin ex Poljakov, *Artemisia cina* Berg ex Poljakov, *Artemisia porrecta* Krasch. ex Poljakov) с помощью результатов RAPD-маркирования. В работе использовались современные методы молекулярной биологии с целью определения генетического родства.

Метод работы. Проведен ISSR-анализ с использованием универсальных праймеров. ISSR-маркеры являются наиболее распространенными маркерами и используются для проведения филогенетического анализа. Данный метод основан на амплификации последовательностей, ограниченных двумя микросателитными повторами с помощью праймера, комплементарного к последовательности данного микросателлита (4–12 единицам повтора). ISSR (область генома между двумя соседними, противоположно ориентированными микросателлитами) в качестве праймеров используются последовательность сердцевинной части микросателлита с несколькими (1-3мя) нуклеотидами, примыкающими к тандему повторов. Десятки фрагментов множества локусов, полученных в ПЦР, разделяются электрофорезом и оцениваются на присутствие или отсутствие (вследствие доминантности маркеров) фрагментов определенного размера. Главное преимущество данного типа маркеров – отсутствие необходимости знания последовательностей при конструировании праймеров.

Результаты анализа показали, что 3 образца полыни генетически не различаются при использовании 9 ISSR-праймеров. Анализ не выявил генетической вариабельности среди исследуемых образцов.

Ключевые слова: *Artemisia L.*, генотипирование, идентификация, ISSR-маркеры.

Information about authors:

Rakhymberdieva Zhanar Sherahmetovna, PhD, doctoral student of KazNWTTU; Rakhymberdieva80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9752-5986>;

Kaliyeva Anar Nurgaiypovna, PhD, acting associated professor KazNWTTU; anar.kaliyeva28@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2429-2610>;

Medeuova Galiya Dzhumahanovna, candidate of sciences (agricultural), acting associated professor KazNWTTU; medeuova.galia96@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3750-4758>

REFERENCES

- [1] Pellicer. J. (2011) *Artemisia* (Asteraceae): Understanding its evolution using cytogenetic and molecular systematic tools, with emphasis on subgenus *Dracunculus*. /T.Garnatje, J.Valles//Transworld Research Network. №2. P. 200–221.
- [2] Kubitzki K. (2007) The families and genera of vascular plants. Flowering plants. Eudicots. Asterales. / J.W. Kadereit, C.Jeffrey/ Berlin Heidelberg: Springer Verlag. Vol. 5–8. P. 358.
- [3] Aksenova L. (2008) Wormwood - bitter, healthy, beautiful. [Floriculture magazine] 6:58.
- [4] Flora Of Kazakhstan (1966) IX tom.Almaty.P.76-131
- [5] Boronnikova S.V. (2009). Molecular labeling and genetic certification of resource and rare plant species in order to optimize the conservation of their gene pools // Agrarian Bulletin of the Urals. T.2. p.57–59.
- [6] Mahmood T, Nadia H, Nazia N, Ishrat N. Phylogenetic analysis of different *Artemisia* species based on Chloroplast gene Rps11. Archives of Biological Sciences. 2011; 63(3):661-65.
- [7] Kaliyeva, A.N.,Dyuskaliev G.U, Kurmanbaeva M.S. (2013) *National Academy of Sciences* of the Republic of Kazakhstan. *NEWS*. Biology and medicine. Almaty. №1 (295). P.18-23. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1629.00> ISSN 2518-1629 (Online), ISSN 2224-5308 (Print).
- [8] Besser W.(1835)Dracunculi seu de sectione IV et ultima Artemisiarum Linnaei//Bull.Soc.Nat. Moscou.Vol.8.P.3–97.
- [9] Mamatova A.S. (2018) Pharmacognostic, pharmacological study of *Artemisia gmelinii* wormwood and creation of phyto-substances on its basis. dissertation, Almaty.
- [10] Onur Koloren,Zeynep Koloren,Seçil Eker (2016)Agriculture and Environmental Biotechnology. Molecular phylogeny of *Artemisia* species based on the internal transcribed spacer (ITS) of 18S-26S rDNA in Ordu Province of Turkey. .P 929-934 Received 05 Dec 2015, Accepted 09 May 2016, Published online: 31 May.2016 Download citation <https://doi.org/10.1080/13102818.2016.1188674>
- [11] Haouari Mohsen.(2008)Study of genetic polymorphism of *Artemisia herba-alba* from Tunisia using ISSR markers. African journal of biotechnology. January
- [12] Mohammad Reza Shafie, Sayed M. Zain Hasan, Abdullah M Hasan. (2011) RAPD and ISSR markers for comparative analysis of genetic diversity in wormwood capillary (*Artemisia capillaris*) from Negeri Sembilan, Malaysia. Journal of medicinal plant research 5 September
- [13] Maryam Sarwat,Gowher Nabi,Sandip Das &Prem Shankar. Molecular markers in medicinal plant biotechnology: past and present. Srivastava P 74-92 | Received 21 Aug 2010, Accepted 01 Jan 2011, Published online: 08 Jun 2011 Download citation <https://doi.org/10.3109/07388551.2011.551872>
- [14] Kaliyeva, A.N.,Dyuskaliev G.U.,Newsome, A. (2015) Study of polymorphism of different populations of agrimonia asiatica juz. and agrimonia pilosa ldb., common in South-East Kazakhstan. Ldb. Experimental Biology, [S.l.], v. 61, n. 2, p. 111-116, apr.. ISSN 2617-7498.
- [15] Aubakirova K., Omasheva M., Ryabushkina N., Tazhibaev T., Kampitova G., Galiakparov N. Evaluation of five protocols for DNA extraction from leaves of *Malus sieversii*, *Vitis vinifera* and *Armeniaca vulgaris* // Genetics and Molecular Research. 2014. Vol. 13 (1). P. 1278-1287.
- [16] Doyle J.J. and Doyle J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue // *Focus*. 1990. Vol.12.P.13-15.
- [17] Bhatia R., Singh K.P., Jhang T., Sharma T.R. Assessment of clonal fidelity of micropropagated gerberaplants by ISSR markers *Scientia Horticulturae*. 2009. V.119. P. 208–211.
- [18] Blair MW, Panaud O, McCouch SR (1999) Inter-simple sequence repeat (ISSR) amplification for analysis of microsatellite motif frequency and fingerprinting in rice (*Oryza sativa* L.). *Theor Appl Genet* 98:780–792.
- [19] Ammiraju JSS, Dholakia BB, Santra DK et al. (2001) Identification of inter simple sequece repeat (ISSR) markers associated with seed size in wheat. *Theor Appl Genet* 102:726–732.
- [20] Leroy XJ, Leon K (2000) A rapid method for detection of plant genomic instability using unanchored-microsatellite primers. *Plant Mol Biol Rep* 18 (2000) 283a–283 g.
- [21] Wang HZ, Wu ZX, Lu JJ et al (2009) Molecular diversity and relationships among *Cymbidium goeringii* cultivars based on inter-simple sequence repeat (ISSR) markers. *Genetica* 136(3):391–399.
- [22] Gupta S.K., Souframanien J, Gopalakrishna T (2008) Construction of a genetic linkage map of black gram, *Vigna mungo* (L.) Hepper, based on molecular markers and comparative studies. *Genome* 51:628–637.
- [23] Anderson GR, Brenner BM, Swede H et al. (2001) Intrachromosomal genomic instability in human sporadic colorectal cancer measured by genome-wide allelotyping and inter- (simple sequence repeat) PCR. *Cancer Res* 61:8274–8283.
- [24] Argade N.C., Tamhankar S.A., Karibasappa G.S., Patil G.S., Rao V.S. DNA profiling and assessment of genetic relationships among important seedless grape (*Vitis vinifera*) varieties in India using ISSR markers// *J. Plant Biochemistry& Biotechnology*. 2009. Vol. 18(1). P. 45-51.

K.R. Uteulin, K.Zh. Zhambakin

The Republican State Enterprise “Institute of Plant Biology and Biotechnology”. The Committee of Science.
The Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: gen_uteulink@mail.ru

TABLE OF CONTENTS AND LOCALIZATION OF RUBBER IN THE ROOTS OF KOK-SAGHYZ (*Taraxacum kok-saghyz Rodin*)

Abstract. This article presents biological features, botanical description, and the results of the anatomical and physiological study of the Dandelion kok-saghyz (*Taraxacum kok-saghyz Rodin*), a valuable resource plant of world significance. Kok-saghyz is used as a technical culture, a source of high-quality rubber.

Natural rubber is widely used in the rubber industry for the production of tires for automobiles, aircrafts, bicycles, as well as shoes, medical gloves and other products.

The global rubber industry faces the real danger of the destruction of plantations of the main source of natural rubber - the rubber tree of hevea (*Hevea brasiliensis*), grown in the tropical humid climate of Southeast Asia, due to its diseases. This has happened in South America, which was originally a world center for the production of natural rubber; it has completely lost its position due to epiphytotics. There is currently a phytosanitary quarantine and a person who was accessed to hevea in South America should not visit the countries of Southeast Asia.

Thus, there is a need for reserve additional plant species, the sources of natural rubber in the temperate zone, being adverse for acclimatization of hevea. Dandelion kok-saghyz is recognized as such a promising producer of natural rubber.

According to data published, rubber of kok-saghyz sits in the latex vessels of the root, and the rubber content (6 to 14%) depends on the number of circles of the latex vessels (3 to 14). The number of circles of the latex vessels and, therefore, the rubber content in the roots depends on genotype, agricultural background and stage of kok-saghyz ontogenesis.

The roots of kok-saghyz are known for high variability in the rubber content even in the same natural population of wild kok-saghyz from 0 to 47.87; 35.85 and 23.58% of the air-dry weight is due to several one-year covers in the root.

Kok-saghyz is a highly polymorphic species that can be used in breeding programs. Individual selection provides for the high rubber content in the roots of kok-saghyz (10 to 14%).

Currently, kok-saghyz is an important rubber plant with the following features: 1) high percentage of rubber; 2) flowering and fruiting in the first year of life; 3) high quality rubber. Kok-saghyz polymorphism provides for the selection of the most rubber-bearing and most precocious forms of this plant.

Keywords: kok-saghyz, rubber, latex vessels.

The main part. Problem. The purpose of this article - collection, analysis and discussion of the information about rubber content and location in the roots of the kok-saghyz (*Taraxacum kok-saghyz Rodin*).

Natural rubber (NR) is a strategically important material in the world industry. NR is used in rubber industry and in production of a wide range of goods: shoes, clothes, catheters, surgical gloves, tires for planes and cars as well as other goods [1, 2]. Kok-saghyz rubber has great prospects as an additive to bioplastics for the manufacture of biopackages with improved strength [3, 4].

In 2016 the world NR market amounted approximately up to \$ 24 bln with the consumption volume of 12.9 tons, and by the year of 2023 it is estimated that its consumption will increase up to 16.5 mln tons (International Rubber Study Group -IRSG).

The main sources of rubber are plantations of rubber woods- hevea (*Hevea brasiliensis*), grown in tropical humid climate of the South- Eastern Asia. Currently hevea plantations and consequently the world market of natural rubber face the following threats [5].

1. The threat from fungus parasite (*Microcyclus ulei*), which causes mass infection and the death of rubber trees as it happened in the South America, originally it has been the world center of natural rubber production but completely lost its stand due to epiphytotic.

At present we see phyto-sanitary quarantine there and individuals being in contact with hevea in the South America are not recommended to visit countries of the Southeast Asia. Fungus spores are being preserved on the human skin and clothes. Scientists are of the opinion that fungus parasite to crop up in the South-Eastern countries housing the world's leading natural rubber producers is just a matter of time. The UN Security Council classified *Microcyclus ulei*, as the type of the new biological weapon [6].

2. The year of 2024 must see development of up to 10 million hectares of the new rubber plantations. This level of hevea plantations enlargement will have a catastrophic effect on the biological diversity of the South-Eastern Asia [5].

The problem of the global rubber industry lies in the real danger of the destruction of plantations by diseases of the main source of natural rubber - the rubber tree of hevea.

Thus, reserve, additional, alternative plants as rubber source are needed in the area of temperate climate where hevea is not able to get adapted. Dandelion kok-saghyz is such a perspective producer of natural rubber. Natural rubber derived from kok-saghyz roots does not concede in quality the standard hevea rubber [3]. Moreover, the natural rubber of kok-saghyz has some advantages over hevea natural rubber as it does not contain allergenic which are characteristic to natural rubber of hevea [7].

Kok-saghyz, as a rubber producer, was discovered in 1932 by the botanist L.E. Rodin in the intermountain valleys of the Eastern Tien Shan of Kazakhstan [8].

From the thirties to the mid-fifties of the last century, kok-saghyz was grown in the former Soviet Union, however, after the opening of synthetic rubber and lifting the blockade from industrial plantations of hevea of Southeast Asia, work with kok-saghyz was stopped [9].

Since the beginning of the 21st century, in connection with threats to the hevea plantations and the global NK market, the studies of kok-saghyz have been resumed, aimed at organizing its industrial plantations in the USA, European Union countries, Russia, Korea, Japan and Kazakhstan [10-12].

Kok-saghyz is a perennial herbaceous, cross-pollinated plant, a plant of the genus Dandelion, the Asteraceae family, diploid (16 chromosomes) species.

The aerial part of the kok-saghyz plant is a rosette of 20-25 leaves tightly pressed to the ground. The leaves of the kok-saghyz are fleshy, bluish-green, without pubescence. They are whole-extreme, incised, dissected. By the time of flowering, kok-saghyz ejects tubular peduncles from the central part of the outlet, with baskets at the end.

Dandelion flower is not one flower, but a whole basket of tubular flowers with fused petals and stamens. Dandelion has a special system of green leaves surrounding the receptacle and supporting a basket called a wrapper. The wrapper protects the flowers in the basket by hiding them in rainy weather so as not to waste precious pollen. The root of kok-saghyz in wild populations is pivotal, in the culture it is often fibrous.

The main features by which kok-saghyz differs from other types of Dandelion are:

- the outer and inner leaves of the kok-saghyz wrapper end flower with a 2.5-5 mm horn-shaped appendage, bent at a right angle;
- smaller flower baskets have a lemon tint;
- kok-saghyz leaves do not have sharp spines along the edges;
- the rubber content in the root is high, above 6%, reaches 8-12%, in terms of the dry weight of the root [8,13].

The maximum amount of rubber is in the roots. Rubber is found in special vessels called the latex vessels. In them, it is in the form of milky juice - latex. During coagulation of rubber in the latex vessels, elastic threads are formed. In the root, the latex vessels are located in concentric circles in the parenchyma of the external (cortical) tissue.

The root structure of the biennial kok-saghyz plant is shown in Figure 1.

Numerous rows of latex vessels scattered between the xylem and the layer of the inner traffic jams are scattered behind the cambial ring in the parenchyma.

Next, between the inner and outer plugs is part of the root, also filled with rows of latex vessels. Outside, at the periphery of the root, cork layers lie under which layers of rubber are visible. The latex

vessels are located in the cortical part, and those of them that make up the rings located to the periphery itself and under the layer of the inner tube have the greatest power. There are from 2 to 14 rows (rings) of milky vessels.

The inner ring of the traffic jams cuts off the parenchyma lying outside of it with latex vessels enclosing the threads. The parenchyma gradually dies, and the external latex vessels with rubber threads exfoliate along with the cork. The outer traffic jams is multi-layered. Its peeling is especially noticeable in the spring; by the onset of summer, the cork layer becomes thinner. With an average rubber content of 8-12% in the root wood, the biennial cover also contains about 8-12%.

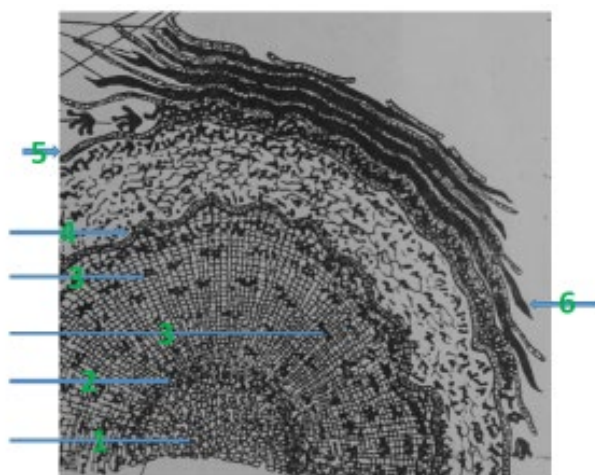


Figure 1 - Cross section of the root of the kok-saghyz (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin). In the center of xylem (1), cambium (2) behind it. After him there are rows of latex vessels (3) in the cortical parenchyma enclosed between the xylem and the layer of the inner traffic jams (4). Further, the root part, enclosed between the inner and outer traffic jams, with rows of latex vessels. To the outside are cork layers with layers of rubber lying (6) under them [8]

In the roots, the rubber is distributed along the length in such a way that its quantity gradually increases to a known depth (up to about 20 cm, counting from the root neck), and then begins to gradually decrease, as shown in table 1.

Table 1 – The rubber content in individual segments of the root of kok-saghyz [8]

The depth of the root collar (in cm)	Rubber, %
0-5	11,47
5-10	21,11
10-15	27,20
15-20	27,87
20-25	-
25-30	23,92

Since the latex vessels are the only container of rubber in the roots of kok-saghyz, the rubber-bearing capacity of the latter depends on the number and size of the latex vessels, as well as on the degree of saturation of the latex juice (latex) with rubber. The latex of the roots of annual plants contains 30–35% of rubber, from 6 to 15.5% of non-rubber substances (tarry substances, disaccharine, inulin, etc.) and 50–60% of water. The primary system of latex vessels is formed from the moment of seed germination near the sieve tubes. Rubber is formed in the roots of seedlings on the first day of seed germination, regardless of lighting, that is, in the absence of photosynthesis.

In the three-week-old seedlings, the system of latex vessels forms 2-3 circles. By the flowering period, the latex vessels form 8–9 concentric circles. During fruiting, the number of circles of the latex vessels reaches 10–13, the rubber content increases.

Towards the end of the growing season, the amount of rubber in the latex vessels is somewhat larger than at the time of fruiting [14, 15].

In the second year of vegetation, an inner cork develops in the roots of kok-saghyz and a “rubber cover” forms. Only in wild two or three year old plants, under conditions of slow decay of the cover, roots with several rubber covers were observed [8].

Latex globules have a complex structure. The outer layer is formed by proteins, lipids, fatty acids and other surfactants contained in latex. The next layer consists of hard elastic rubber. Finally, the inner part of the globule – the bulk of it – is also a rubber hydrocarbon that, in consistency, resembles a very viscous liquid [16].

The concentration of rubber in latex by the end of the growing season may increase by 3 times.

It has been established that the number of latex vessels depends on the agricultural background and climatic conditions. The upper zones of the root are the least poor in latex vessels, the zones most saturated are 12–25 cm distant from the root neck. For example, the lateral roots (younger than the main) have 203 latex vessels per 1 mm², and the main ones –164 [14].

Table 2 shows the exceptional variability of kok-saghyz in terms of rubber content even in the same thicket, which is especially significant in the Chelkudysu valley. In which these fluctuations are recorded from 0 to 47.78%. There are facts that indicate that, when individually selected, a high rubber content within certain limits of variability can be retained in subsequent offspring.

The natural thickets of kok-saghyz are the most valuable fund from which material for individual selection will be taken all the time. Therefore, it is quite rational to organize a nature reserve in the area of natural thickets of kok-saghyz.

Table 2 – The rubber content in the roots of kok-saghyz for individual thickets in the Tien Shan [8]

Valley name	Analysis date	The rubber content in the roots of kok-saghyz to air-dry weight, %		
Tekes	21VI- 27/ VII	0,00	8,80	35,85
Saryzhaz	8/VII	0,00	7,80	23,58
Kegen	16/VII	1,18	3,29	6,86
Chelkudysu	24/VII	0,70	10,66	47,87
Ashily	9/VII	1,56	5,35	13,63
Karkara	27/VII	1,83	4,03	10,08
Salt Lake	28/VI	0,00	5,25	9,9

Such a high rubber content in the roots of wild plants of kok-saghyz: 47.87; 35.85 and 23.58% to air-dry weight can be explained by the presence of several rubber covers at the root [8].

There are conflicting opinions on the role of rubber in a plant:

1. Rubber, in the form of latex (milky juice) - a plant protection product against fungal and bacterial diseases, as well as mechanical damage. Coagulated rubber in the form of a cover - protection against excessive consumption of moisture by the root and from high temperatures.
2. Rubber-excretion - garbage is formed as a by-product in the metabolism.
3. Rubber is a reserve nutrient that can be used by plants.

Thus, at present, kok-saghyz is the most important plant species - a source of rubber, due to its following features: 1) high percentage of rubber and its favorable location, 2) flowering and fruiting in the first year of life, 3) high quality of rubber. Kok-saghyz polymorphism allows counting on the selection of the most rubber-bearing and most precocious forms of this plant.

The roots of kok-saghyz with the participation of xylem and latex vessels located in successive circles were found; this structure resembles that of beets.

Under culture, kok-saghyz undergoes significant changes. In natural thickets, the weight of the root is about 1 g. On good plantations, the average weight of the root reaches 10 g. With root enlargement, there is a slight decrease in the percentage of rubber, however, the total amount of rubber per root is higher in the culture than in natural thickets. If in these thickets about 100 mg of rubber falls on one plant, then in the culture the average amount of rubber on one plant reaches 200-250 mg.

A particularly significant increase in the root of the kok-saghyz is obtained when grown on a high agricultural background. Individual roots in nesting crops reaches a weight of 100-150 g or more.

The largest roots were obtained by breeders when grown on a good agricultural background and solitary standing. The weight of large roots from seed sowing reaches 100-150-200 g, from cuttings

250–300 g. The largest roots were obtained in Gorki Leninsky from cuttings, the root weight reached 380 g. The diameter of the root neck of such a root is equal to large carrots. Although the rubber in such roots is usually about 2%, the absolute amount of rubber in such a root is 5-7 g.

However, roots of this magnitude were grown in separate copies on cuttings. In the future, when cultivating plantings by cuttings and growing on a high agricultural background, it is possible to achieve mass enlargement of the roots and consolidation of these qualities in the off spring.

To date, there is a variety of kok-saghyz “Saryzazh” in Kazakhstan (Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan), which is characterized by high environmental plasticity and can be used as an annual culture [17].

In a selective way, the rubber content in the root of kok-saghyz can be brought up to 25% [18]. It is assumed that when hybridizing with *T. officinale*, which has large roots, you can get hybrids with a rubber content of 20%, theoretically, a rubber crop of up to 1800 kg / ha can be obtained [1, 19].

Conclusion. Natural rubber is indispensable synthetic in the manufacture of a wide range of products: tires for aircraft, automobiles, shoes, clothing, surgical gloves and other products.

The problem of the global rubber industry lies in the real danger of the destruction of plantations of the main source of natural rubber, the rubber tree of Hevea (*Hevea brasiliensis*), grown in the tropical, humid climate of Southeast Asia, by diseases.

In this regard, in the temperate climate zone, Dandelion kok-saghyz (*Taraxacum kok-saghyz*) is being introduced into the culture as an additional source of hevea for natural rubber.

It has been established that the rubber of kok-saghyz is located in the latex vessels of the root and the rubber content in the root (from 6 to 14% on the dry weight of the root) depends on the number of circles of latex vessels from 3 to 14. The number of circles of latex vessels depends on the genotype, agricultural background and stage of ontogenesis

In the second year of the growing season of kok-saghyz plants, new circles of latex vessels with rubber are formed in its roots, and latex vessels of last year with rubber threads form a rubber cover around the root. Thus, the rubber content of biennial plants doubles. In the thickets of wild kok-saghyz, kok-saghyz plants with several annual covers and, accordingly, plants with an increased rubber content were found.

Kok-saghyz is a highly polymorphic species, which allows it to be used in breeding programs aimed at increasing the productivity and stability of this promising technical culture.

The content of rubber can be brought up to 25% by selection. Hybridization with *Taraxacum officinale*, which has large roots, you can get hybrids with a rubber content of 20%, theoretically a rubber crop of up to 1800 kg / ha can be obtained.

К.Р. Утеулин, К.Ж. Жамбакин

«Биология және өсімдіктер биотехнологиясы институты» РММ, ҚР БҒМ, Алматы, Қазақстан

КӨК-САҒЫЗ ТАМЫРЫНДАҒЫ КАУЧУК МАЗМҰНЫ МЕН ОРНАЛАСУЫ (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin)

Аннотация. Мақалада көк-сағыз бақбағының (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin) әлемдік маңызы бар бағалы ресурстық өсімдіктің биологиялық ерекшеліктері, ботаникалық сипаттамасы, анатомиялық-физиологиялық зерттеу нәтижелері келтірілген. Көк-сағыз техникалық мәдениет ретінде жоғары сапалы каучук көзі пайдаланылады.

Табиғи каучук (ТК) автомобиль, ұшақ, велосипедтерге, сондай-ақ аяқ киім, медициналық колғап және басқа да тауарларға арналған резеңке-техникалық өнеркәсібінде кеңінен қолданылады.

Әлемдік резеңке өнеркәсібі мәселесі табиғи каучук негізгі көзі – гевея каучук ағашының плантациясы жойылуының нақты қауіптілігіне негізделеді. Оңтүстік-Шығыс Азия елдерінің тропикалық, ылғалды климатында өсірілген (*Hevea brasiliensis*). Бұл Оңтүстік Америкада бастапқыда табиғи каучук өндірісінің әлемдік орталығы болды, бірақ эпифитотия салдарынан позициясын толығымен жоғалтты. Қазіргі кезде фитосанитарлық карантин қолданылады және Оңтүстік Америкада гевеяға жақындаған адамға Оңтүстік-Шығыс Азия елдеріне келуге болмайды.

Осылайша гевея акклиматтала алмайтын әлсіз климат аймағында каучук көзі ретінде балама, қосымша өсімдіктер қажет. СК осындай перспективалы продуцент деп бақбақ көк-сағызы танылды (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin).

Жарияланған мәліметтерге сәйкес, көк-сағыз каучук тамыр сауытында орналасқан және каучук мөлшері (6-дан 14%-ға дейін) сауыт шеңберінің санына байланысты (3-тен 14%-ға дейін). Сүт тамыры шеңберінің саны

және демек тамырлардағы каучук мөлшері генотипке, агрофонға және көк-сағыз онтогенезінің кезеңіне байланысты.

Сүттілік жүйесі үш апталық көк-сағыз көшеттері 2-3 шенберде пайда болады. Гүлдену кезеңіне қарай құс ыдыстары 8-9 концентрациялы шенбер құрайды. Жеміс беру кезеңінде сүт тамырлары шенберінің саны 10-13-ке жетеді, каучук мөлшері артады.

Вегетация соңында сүт ыдыстарындағы каучук мөлшері жеміс беру кезеңіне қарағанда біршама көбірек. Көк-сағыз өсімдіктерінің өсіп-өнуінің екінші жылында оның тамырында каучугы сауыттардың жаңа шенбері пайда болады, ал өткен жылғы каучук жіптері бар сауыттар каучук қабының пайда болуы негізінде қабыршақтанады. Осылайша екіжылдық өсімдіктерде каучук құрамы екі есе өседі.

Көк-сағыз тамырындағы каучук мөлшері бойынша бір табиғи популяцияның өзінде 0-ден 47,87-ге дейін; 35,85 және 23,58% ауа-құрғақ салмағының тамырында бірнеше жылдық тыстармен түсіндіруге негіз бар.

Көк-сағыздың табиғи өсімділері – жеке іріктеуге арналған материал болатын құнды қор. Сондықтан көк-сағыз табиғи өсімділері ауданында қорықшаны ұйымдастыру өте тиімді.

Көк-сағыз жоғары полиморфты түр болып саналады әрі селекциялық бағдарламаларда пайдалануға мүмкіндік береді. Жеке іріктеу кезінде көк-сағыз тамырындағы каучуктың жоғары мөлшері (10-14 %) мұраға қалдырылады.

Қазіргі уақытта көк-сағыз келесі ерекшеліктері арқылы маңызды көк сағыз өсімдігі болып саналады: 1) каучуктың жоғары пайыздық құрамы және оның тиімді орналасуы; 2) өмірдің бірінші жылында гүлдену мен жеміс-жидек; 3) каучуктың жоғары сапасы. Көк-сағыз полиморфизмі аталған өсімдіктің каучугы мен жылдам пісетін нысандарын іріктеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: көк-сағыз, каучук, сүтті тамырлар

К.Р. Утеулин, К.Ж. Жамбакин

Республиканское государственное учреждение «Институт биологии и биотехнологии растений».
Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан. Алматы, Казахстан

СОДЕРЖАНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ КАУЧУКА В КОРНЯХ КОК-САГЫЗА (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin)

Аннотация. В статье приведены биологические особенности, ботаническое описание, результаты анатомо-физиологического изучения Одуванчика кок-сағыз (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin) – ценного ресурсное растения мирового значения. Кок-сағыз используется как техническая культура – источник высококачественного каучука.

Натуральный каучук (НК) широко используется в резинотехнической промышленности для производ-водства шин для автомобилей, самолетов, велосипедов, а также обуви, медицинских перчаток и других товаров.

Проблема мировой резиновой промышленности заключается в реальной опасности уничтожения болезнями плантаций основного источника натурального каучука – каучукового дерева гевеи (*Hevea brasiliensis*), выращиваемого в тропическом, влажном климате стран Юго-Восточной Азии, как это случилось в Южной Америке, которая изначально была мировым центром производства натурального каучука, но из-за эпифитотии полностью утратила свои позиции. В настоящее время существует фитосанитарный карантин и человеку, имеющему доступ к гевее в Южной Америке, не рекомендуется посещение стран Юго-Восточной Азии.

Таким образом, необходимы резервные, дополнительные виды растений – источники НК в зоне умеренного климата, где гевея не может акклиматизироваться. Таким перспективным продуцентом НК признан одуванчик кок-сағыз (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin).

Согласно опубликованным данным, каучук кок-сағыз находится в млечных сосудах корня, и содержание каучука (от 6 до 14%) зависит от количества кругов млечных сосудов (от 3 до 14). Количество кругов млечных сосудов и, следовательно, содержание каучука в корнях зависит от генотипа, агрофона и этапа онтогенеза кок-сағыз.

Млечная система образует у трехнедельных сеянцев кок-сағыз 2–3 круга. К периоду цветения млечные сосуды образуют 8–9 концентрических кругов. В период плодоношения количество кругов млечных сосудов достигает 10–13, содержание каучука увеличивается.

К концу вегетации количество каучука в млечных сосудах несколько больше, чем в момент плодоношения.

На второй год вегетации растений кок-сағыз в его корнях образуются новые круги млечных сосудов с каучуком, а млечники прошлого года с нитями каучука отшелушиваются с образованием каучукового чехла. Таким образом, содержание каучука у двухгодичных растений удваивается.

Известна высокая изменчивость по содержанию каучука в корнях кок-сағыз даже в одной и той же природной популяции дикого кок-сағыз от 0 до 47,87; 35,85 и 23,58 % на воздушно-сухой вес можно объяснить наличием на корне несколькими годичными чехлами.

Природные заросли кок-сағыз – это ценнейший фонд, из которого все время будет черпаться материал для индивидуального отбора, поэтому вполне рационально организовать заказник в районе природных зарослей кок-сағыз.

Кок-сағыз является высокополиморфным видом, что позволяет его использовать в селекционных программах. При индивидуальном отборе высокое содержание каучука в корнях кок-сағыз (10-14 %) наследуется.

В настоящее время кок-сагыз является важным каучуконосом, благодаря следующим своим особенностям: 1) высокому процентному содержанию каучука и выгодному его расположению, 2) цветению и плодоношению в первом году жизни, 3) высокому качеству каучука. Полиморфизм кок-сагыза позволяет рассчитывать на отбор наиболее каучуконосных и наиболее скороспелых форм данного растения.

Ключевые слова: кок-сагыз, каучук, млечные сосуды.

Information on authors:

Kairat Rizabekovich Uteulin, First co-author for correspondence. Associate Professor. Doctor of Biological Sciences. Head of Laboratory. Republican State Enterprise «Institute of Plant Biology and Biotechnology», Committee of Sciences, Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan. gen_uteulink@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5459-0902>;

Kabyll Zhambakin, Professor. Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Director General of Republican State Enterprise «Institute of Plant Biology and Biotechnology», Committee of Sciences, Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan. zhambakin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5243-145X>.

REFERENCES

- [1] Kuluev B.R., Minchenkov N.D., Gumerova G.R. Russian dandelion (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin): rubber extraction methods and prospects for biotechnological methods application [Kok - saghyz (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin): metody vydeleniya kauchuka i perspektivy ispol'zovaniya biotekhnologicheskikh podkhodov] Plant Biotechnology and Breeding. 2019;2(2):33-43. <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2019-2-33-43>. (In Russ.).
- [2] Cornish K, Xie W, Kostyal D, Shintani D, Hamilton RG. (2015). Immunological Analysis of the Alternate Rubber Crop *Taraxacum kok-saghyz* Indicates Multiple Proteins Cross-Reactive with *Hevea brasiliensis* Latex Allergens. *J Biotechnol Biomater* 5: 207. doi:10.4172/2155-952X.1000207
- [3] Xiaoying Zhao, Katrina Cornish and Yael Vodovotz. (2019). Synergistic Mechanisms Underlie the Peroxide and Coagent Improvement of Natural-Rubber-Toughened Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate Mechanical Performance. 11 (3), 565; <https://doi.org/10.3390/polym11030565> Web of Science and Scopus.
- [4] Sarunya Promkotra, Tawian Kangsadan. (2015). Tensile Strength of PHBV/Natural Rubber Latex Mixtures. MATEC Web of Conferences 35, 01001.
- [5] <http://natural-rubber.ru>
- [6] Schmalberger T., Tulliu S. (2004). Coming to Terms with Security: A Lexicon for Arms Control, Disarmament and Confidence-building / Schmalberger T., Tulliu S. // United Nations Institute for Disarmament Research. United Nations. p. 40.
- [7] Cornish K, Xie W, Kostyal D, Shintani D, Hamilton RG (2015) Immunological Analysis of the Alternate Rubber Crop *Taraxacum kok-saghyz* Indicates Multiple Proteins Cross-Reactive with *Hevea brasiliensis* Latex Allergens. *J Biotechnol Biomater* 5: 207. doi:10.4172/2155-952X.1000207
- [8] Lipschitz S.Yu. 919340. New rubbery dandelion [Novyy kauchukonosnyy oduvanchik]. M., 124 p. (In Russ.).
- [9] Volis S., Uteulin K., Mills D.(2009) Russian dandelion (*Taraxacum kok-saghyz*): one more example of overcollecting // *Journal of Applied Botany and Food Quality*. Vol.83. – pp. 60-63. Web of Science.
- [10] PENRA .The Program of Excellence in Natural Rubber Alternatives. <https://u.osu.edu/penra>
- [11] The EU-PEARLS project, <http://cordis.europa.eu>.
- [12] Kirschner J, Stepanek J, Cerny T, De Heer P, van Dijk PJ. (2013) Available ex situ germplasm of the potential rubber crop *Taraxacum kok-saghyz* belongs to a poor rubber producer, *T. brevicorniculatum* (Compositae-Crepidinae). *Genetic Resources and Crop Evolution* *Genet Resour Crop Ev.* 60:455-471 DOI: 10.1007/s10722-012-9848-0
- [13] Baranovsky P.M., Panfilov V.A. (1948).Biology and cultivation technique of transplanted kok-saghyz [Biologiya i tekhnika vyrashchivaniya peresazhennogo kok-saghyza]. Publisher Academy of Sciences of the Kazakh SSR.26 p.
- [14] Prokofiev A.A. (1948). Localization, formation and condition of rubber in plants [Lokalizatsiya, obrazovaniye i sostoyaniye kauchuka v rasteniyakh]. Publisher Academy of Sciences of the USSR. Moscow - Leningrad. 305 p. (In Russ.).
- [15] Kutuzova S.N. , Brach N.B., Kon'kova N.G. , GavriloVA. (2015). *Taraxacum kok-saghyz* (Asteraceae, Compositae) as a source of valuable raw materials for rubber, food, and pharmaceutical industries [Kok-saghyz – *Taraxacum kok-saghyz* (Asteraceae, Compositae) – istochnik tsennogo rastitel'nogo syr'ya dlya rezinovoy, pishchevoy i farmatsevticheskoy promyshlennosti].*Interdisciplinary scientific and applied journal "Biosphere"*. 7 (4): 392-402. (In Russ.).
- [16] Freundlich H, Hauser EA. (1925). Zur Kolloidchemie der Kautschukmilchsäfte. *Zsigmondy Festschrift Erg. Koll. Zs.* 36:15-36.
- [17] Uteulin K.R. , Bari G.T., Zheksenbai A. (2020). Dandelion kok-saghyz (*Taraxacum kok-saghyz* L.Rodin) as a one-year culture developed under conditions of south east Kazakhstan. *Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 3: 20-28. Web of Science.
- [18] Polhamus LG. (1962). Rubber – Botany, Production, and Utilization. Leonard Hill Ltd.
- [19] Malecka J. (1971). Cyto-taxonomical and embryological investigations on a natural hybrid between *Taraxacum kok-saghyz* Rodin and *T. Officinale* Web. and their putative parent species. *Acta Biol Cracoviensia*. 16:179-97.

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-1483.135>

Volume 6, Number 334 (2020), 49 – 55

УДК 663.12

МРПТИ 34.27.21

A.A. Saparbekova¹, A.S. Latif¹, Z.R.Ahmedova²¹M.Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan;²Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan.

E-mail: almira.saparbekova@mail.ru, latif-azia@mail.ru, zahro.ahmedova@mail.ru

**SELECTION OF ACTIVE YEAST STRAINS
FOR FERMENTED BEVERAGES FROM PLANT MATERIALS**

Abstract. Fresh juices obtained under sterile conditions, including pomegranate juice, cherries, cherries, red grapes, watermelon juice, beetroot juice, sugar cargo, as well as flushes from the surface of juice-containing berries growing in the Turkestan region were used as sources of yeast cultures. Of 180 isolated yeast species, the majority are *Saccharomyces* - 159, 71 pure cultures are the most typical for the region and suitable for fermentation. A subsequent study of the morphological characteristics of cells, physiological and biochemical properties, clarification of antagonistic activity, and resistance to antibiotics made it possible for further selection of strains. The most highly active and appropriate by technological parameters were selected: *Saccharomyces cerevisiae* Al-06 (from grapes), *Saccharomyces cerevisiae* Gl -8 (from sugar sorghum juice) and *Saccharomyces cerevisiae*-Az-12 (from pomegranate juice). Thus, the analyzes showed the possibility of using plant materials not only as freshly squeezed juice of pomegranate, cherry, grape, watermelon juice, sugar cargo, but also as sources of active yeast.

Key words: yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, pomegranate, fruit, berries, fermented juice.

Introduction. An analysis of the health status of the population in Kazakhstan shows that many residents of the country have certain health problems that depend on many factors, including their living conditions. At the same time, one of the serious factors is the environmental impact on public health. High levels of environmental pollution create stressful conditions for the human body. Fruits and vegetables are rich in vitamins, minerals, fiber, etc. They are not only beneficial for the body, but also able to remove toxins and various types of pollutants from the body [1-2]. The Turkestan region is the southernmost part of the country, with a long summer period and is rich in a number of medicinal, fodder, fruit and vegetable, ornamental plants characteristic of the Tien Shan floristic region. The climatic conditions of the Turkestan region allow growing a number of different fruits and vegetables [3]. Fruits containing various organic acids, sugar and other food sources of yeast and predominantly populated by yeast

The yeast strains associated with fruit surfaces are capable of converting large amounts of sugars into alcohol, and they can also tolerate a high concentration of alcohol. Although yeasts of different genera *Kloeckera*, *Hansensiaspora*, *Candida*, *Pichia* are involved in the process of transformation of sugars into acids and alcohols, in most cases, *Saccharomyces* species dominate the final stage of fermentation than any other types of yeast [4-8]. When cultivating yeast, like most living organisms, maintaining a certain temperature is of great importance. At the same time, the overwhelming majority of yeast species belong to the group of mesophilic microorganisms with temperature limits of growth ranging from 2–5 to 30–37° C and optimum at 26–28 °C. True yeast thermophiles are not known among the yeast, for growth of which temperatures are higher 50° – 60° C [5, 7].

Aim of the study: development of a fermented beverage based on selected yeasts.

Materials and methods. For extract the yeast cells we used the most acceptable methods, including washing with sterile water and scraping with a sterile scalpel. The sources of yeast cultures used washes from the surface of juice-bearing berries growing in the Turkestan region, as well as fresh juices obtained under sterile conditions, including pomegranate juice, cherry, red grapes, watermelon juice, table beet juice, sargo juice. The presence of yeast in them can be set directly under the microscope or after

concentrating on centrifuges at a frequency of 2000 rpm for 15–20 minutes. Samples of liquids were taken in sterile vessels [6, 13].

Wort agar was used as nutrient media; Sabur agar (glucose-peptone media), mycelium formation was investigated on corn-glucose agar medium. These media are used to fully account for and isolate most types of yeast. The most widely used full-fledged medium for growing yeast is also malt wort. It consists of glucose, fructose, sucrose, maltose, maltotriose and maltotetraose, as well as a small amount of pentoses - arabinose, xylose and ribose. Nitrogen components make up 6-7% dry matter (DM), among them ammonium nitrogen is 2.18-2.44 mg per 100 ml. In the wort there are amino acids, all the main B vitamins and minerals, the content of which depends on the water used. The wort is obtained from breweries. It is diluted with tap water to a concentration of 6-8% of DM. Wort agar can be made from dry malt extract. 20 g of the powder is dissolved in 400 ml of hot distilled water containing 12 g of agar, and sterilized at 121 °C for 15 minutes. After sowing, the plates are incubated 24 hours in the usual position so that the agar adsorbs the liquid, and then the Petri dishes are inverted to avoid dropping condensate from the lid to the surface [14-19].

Incubating yeast on dense media from the suspension being studied is made with a pipette, with 0.5 ml or one drop of the measured volume in each dish. A drop of the test suspension containing yeast cells is applied to the surface of the agarized solidified medium in a Petri dish. After that, a sterile glass spatula evenly distribute the drop to the surface. With the same spatula, you can still sow 2-3 dishes in case the first one is very dense growth of colonies [6, 9, 12].

The process of isolating a pure culture ends with the transfer from a separate, grown in isolation colony into a test tube. The isolated cultures were examined for cell homogeneity under a microscope, as well as the uniformity of the colonies on the plate during subsequent incubation [10-13].

Thus, the requirements that must be fulfilled in the research on determining the type of yeast are as follows: before determining each culture should be carefully checked for purity by microscopy and incubated on solid nutrient media; from each source culture, they prepare a so-called control culture by transferring it into a test tube with wort agar and retain its entire work period by definition. When describing morphological traits, standard media and cultivation methods are used, since these traits can vary significantly depending on the medium composition and growing conditions [12, 13].

Research results. Microorganisms isolated from various plant substrates were mostly separate budding cells, and yeasts were also found, forming pseudomycelium and individual species with a true well-formed mycelium. Among the studied representatives of the yeast were typical representatives of Oosporidium, also met Rhodoturola, capable of forming primitive pseudomycelium, colonies have a pronounced rather bright red or orange color; individual grown colonies in many respects belonged to Candida cells.

The results of the selection of pure cultures of *Saccharomyces* yeast are presented in table 1.

Of the 180 different types of isolated yeast, most belong to *Saccharomyces* 159 and only 21 cultures to Dipodascaceae, 71 pure cultures were isolated.

Table 1 – The results of the selection of pure cultures of yeast saccharomycetes

Research raw materials	The number of analyzed colonies on the dishes			Isolated pure cultures
	Total	Estimated Saccharomyces Yeast	Giving spores	
Pomegranate	31	24	16	16
Cherry	18	15	15	9
Grape	65	33	24	24
Watermelon	11	8	8	5
Beet	12	8	7	6
Sugar Cargo	43	32	21	11

Since the main goal of these studies is the development of a fermented drink, yeast capable of transforming sugars into biologically active substances useful for the body was selected from all yeast. Among the selected cultures, preference was given to representatives of the culture *Saccharomycetes*, the family of *Saccharomycetaceae*. The sizes of the studied single cultures varied in width on average from 4.5 µm to 9 µm and in length up to 10 µm. Form predominantly rounded, oval, elongated.

The most promising were *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from grapes, sugar sargo juice and pomegranate juice, which were obtained by multiple inoculation of individual yeast colonies on solid nutrient media. A further study of the morphological features of the cells, physiological and biochemical properties, clarification of the antagonistic activity, resistance to antibiotics made it possible for further selection. As a result, the strains identified as the following strains of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* AI-06 (from grapes), *Saccharomyces cerevisiae* GI-8 (from sugar sargo juice) and *Saccharomyces cerevisiae* Az-12 (from pomegranate juice), belong to the *Saccharomyces* family species *Saccharomyces*.

Biological species of the genus *Saccharomyces* are a good model for studying the fundamental biological processes: speciation and adaptability of organisms to the environment. Currently, the genus *Saccharomyces* is clearly defined and includes, in addition to *S. cerevisiae*, the species *S. arboricolus*, *S. bayanus*, *S. cariocanus*, *S. kudriavzevii*, *S. mikatae* and *S. paradoxus* [5]. The cultural gene pool of *Saccharomyces* yeast is represented by *S. cerevisiae* and *S. bayanus* species. Different strains of yeast used in the production of various drinks allow you to get drinks unique in taste and aroma [14-18].

Yeast culture *Saccharomyces cerevisiae* AI-06 (from grapes) grows in 1.5% milk at a temperature of 30 °C, fermentation of milk does not occur, gas (CO₂) is formed during the fermentation of juices. When they growth in a solid medium, form beige colonies in a round shape 1.5-2.0 mm in diameter. The culture has a characteristic smell of yeast. The strain does not form pigments diffusing into the medium (figure 1).

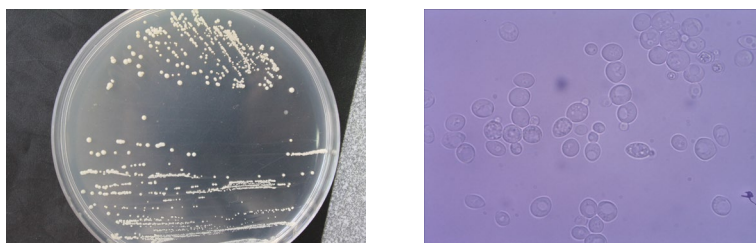


Figure 1 – Culture of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* AI-06 (from grapes)

The average cell size is $6.5 \times 7.2 \mu\text{m}$. The shape of the cells is oval and rounded. Reproduces by budding.

On aqueous agar containing sodium acetate cells form asci with spherical spores with smooth shells, 1 to 4 in cell. Colonies are large, smooth, and convex, with smooth edges on the malt wort agar.

Physiological and biochemical properties. Many simple compounds, such as glucose, fructose, galactose, sucrose, glycerin, can be used as a carbon source. As a result of the fermentation of sugars, CO₂ and ethanol are formed.

Features of growth: Temperature optimum is $26 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Cells grow in the range of 4 °C to 40 °C. The optimum pH of the medium is 4.5-5.5. Keeps viability in the pH range from 2.0 to 10. It grows when the content of bile in the medium is up to 2.5%.

The cultural and morphological properties of *Saccharomyces cerevisiae* GI-8 yeast strain (from sugar sargo juice) are the following: On the surface of a solid agar medium, round convex, light cream-colored opaque colonies with a smooth edge, 3-3.5 mm in size, smooth surface, glitters, the consistency is soft, buttery (figure 2).



Figure 2 – Yeast culture of *Saccharomyces cerevisiae* GI-8 (from sugar sargo juice)

The average cell size is $5.0 \times 8.7 \mu\text{m}$. The shape of the cells is oval and rounded. Reproduces by budding. On agar medium containing sodium acetate, the cells form aski with spores of spherical shape with smooth shells, 1-4 askies in cell.

Physiological and biochemical properties. Ferments: glucose, sucrose, maltose, galactose, 1/3 raffinose. Does not ferment: lactose and simple dextrins.

Features of growth: Temperature optimum is $26 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Cells grow in the range of 4 to $40 \text{ }^\circ\text{C}$. The optimum pH of the medium is 3.5-5.5. Keeps viability in the pH range from 2.0 to 10. It grows when the content of bile in the medium is up to 2.5%.

Cultural and morphological properties of *Saccharomyces cerevisiae* Az-12 (from pomegranate juice): on the malt wort-agar colonies are small, smooth, convex, with plain edges (figure 3). The average cell size is 5.0×6.4 microns. The shape of the cells is mostly rounded. Reproduces by budding. The yeast does not form a yeast spore.

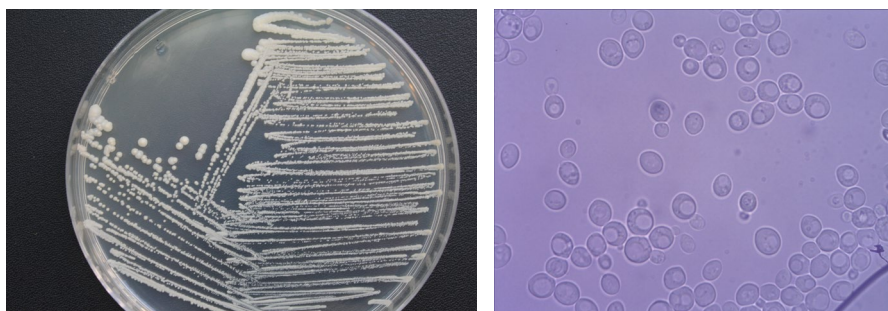


Figure 3 – Culture of *Saccharomyces cerevisiae* Az-12 yeast (from pomegranate juice)

Physiological and biochemical properties. Ferments: glucose, fructose, sucrose, maltose, maltotriose, does not use galactose, consumes pentose in a small amount - arabinose, xylose and ribose, can use many simple glycerol compounds as a carbon source, as a result of fermentation of sugars it forms CO_2 and ethyl alcohol.

Features of growth: The temperature optimum is $37 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Cells grow in the range of 5 to $45 \text{ }^\circ\text{C}$. The optimum pH of the medium is 3.5-5.5. Keeps viability in the pH range from 1.2 to 10. It grows when the content of bile in the medium is up to 3.0%.

In relation to oxygen, all of the studied strains are optional.

Antibiotic resistance: *Saccharomyces cerevisiae* Al-06 strains are resistant to gentamicin, cefazolin, amoxiclav, tetracycline, norfloxacin, vancomycin, erythromycin, ciprofloxacin, cefuroxime, amphotericin. Show moderate antagonistic properties in relation to *E. coli*.

The strain *Saccharomyces cerevisiae* Gl-8 is resistant to gentamicin, oxacillin, amoxiclav, tetracycline, norfloxacin, vancomycin, erythromycin, ciprofloxacin, metronidazole, ketonazole, amphotericin. It shows pronounced antagonistic properties in relation to *E. coli* и *Staphylococcus aureus*.

Saccharomyces cerevisiae Az-12 is resistant to gentamicin, oxacillin, cefazolin, amoxiclav, tetracycline, norfloxacin, vancomycin, erythromycin, cefotaxime, ciprofloxacin, cefuroxime, metronidazole, ketonazole, amphotericin. They exhibit pronounced antagonistic properties against *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*.

The most acceptable cultures were selected in accordance with their relatively fast ability to ferment fruit juices, where the leading factor was high organoleptic characteristics, natural fruit smell, without the appearance of turbidity or large sediment and a pleasant slightly sour taste (таблица 2).

Tasting evaluation of the finished product was carried out on a ten-point scale, where the leading indicators were: color, transparency, smell (aroma), taste, each of the above indicators was given the maximum and minimum rating, which was summarized and determined as the final one. The tasting was attended by students, teachers and technologists of food enterprises.

In the southern region of Kazakhstan, a large number of fruits, berries and vegetables are grown, but due to the lack of effective technologies for processing vegetable raw materials and recipes for obtaining fermented beverages, it is impossible to expand the range of fermented fruit drinks intended for the prevention of various common diseases.

The development of fermented beverages based on the juice of fruit and berry raw materials will allow to replenish the range of products for therapeutic and preventive purposes by enriching the final product with a number of functional ingredients, and as a result will give an overall improvement in the health of the population [19-20].

Table 2 – Chemical indicators and tasting evaluation of mixed fruit juices, fermented by experienced yeast

Fruit Juice	Kind of Yeast	Volume fraction of ethyl alcohol, %	Mass concentration of sugars, g/dm ³	Mass concentration of titratable acids, g/dm ³	Mass concentration of volatile acids, g/dm ³	Tasting evaluation
Watermelon juice	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> AI-06	1,5	4,2	5,01	0,45	6
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> GI-8	2,3	3,1	5,64	0,51	7
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Az- 12	1,6	3,9	5,21	0,54	8
Pomegranate juice	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> AI-06	2,6	5,8	6,93	0,72	8
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> GI-8	3,7	4,1	7,82	0,75	8
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> –Az- 12	2,8	5,3	6,15	0,78	9
Mixed juice (watermelon-pomegranate)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> AI-06	2,3	4,9	5,92	0,55	8
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> GI-8	3,1	2,7	8,43	0,59	9
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> –Az- 12	1,8	4,5	5,15	0,64	10

Thus, performed analyzes show the possibility of using plant materials not only as freshly squeezed juice of pomegranate, cherry, grapes, watermelon juice, sugar sargo juice, but also as sources of active yeast. Of the yeast isolated from plant substrates, the most acceptable from a technological point of view, as well as those with pronounced antagonistic abilities in relation pathogens are *Saccharomyces cerevisiae* Az- 12 и *Saccharomyces cerevisiae* GI-8

Acknowledgements: The financial support was implemented by the Project Agreement №164-24 “Scientific-practical bases of microencapsulation of bioactive substances and principally new stimulators of plant development with the purpose of agricultural production intensification” of the Ministry of Education and Sciences of the Republic of Kazakhstan.

Conclusion. As a result of the selecting work, *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from grapes, sugar sargo juice and pomegranate juice were chosen and obtained by multiple passages of individual yeast colonies on solid nutrient media and identified as *Saccharomyces cerevisiae* AI-06, *Saccharomyces cerevisiae* GI -8 и *Saccharomyces cerevisiae* Az- 12.

The most promising were *Saccharomyces cerevisiae* Gul-8 and *Saccharomyces cerevisiae* Az-12 with the ability to ferment fruit juices relatively quickly, and the leading factor was high product quality: organoleptic characteristics, natural fruit odor, no turbidity, and a pleasant slightly sweet, slightly sour taste.

А.А. Сапарбекова¹, А.С. Латиф¹, З.Р. Ахмедова²

¹Южно-Казахстанский государственный Университет им.М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан;

²Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

СЕЛЕКЦИЯ АКТИВНЫХ ШТАММОВ ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ ФЕРМЕНТАТИРОВАННЫХ НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Аннотация. Анализ состояния здоровья населения в Казахстане показывает, что проблемы со здоровьем в той или иной мере имеют многие жители страны, которые зависят от многих факторов, включая и условия их проживания. Фрукты и овощи, обладая высоким содержанием витаминов, минералов, клетчатки и т.д., не

только благоприятно воздействуют на организм в целом, но и способны выводить токсины и различные виды поллютантов из организма. Фрукты, содержащие различные органические кислоты, сахар и другие источники питания дрожжей, преимущественно населены дрожжами.

В качестве источников дрожжевых культур использовали свежие соки, полученные в стерильных условиях, в том числе сок граната, вишни, черешни, красного винограда, арбузный сок, сок столовой свеклы, сок сахарного сарго, а также смывы с поверхности сокосодержащих ягод, произрастающих в Туркестанской области. Так как основной целью данной работы было разработка ферментированного напитка, из выделенных культур микроорганизмов селективно отбирали дрожжи, способные трансформировать сахара в биологически активные вещества, полезные для организма.

Среди выделенных культур предпочтение отдавали представителям культуры класса сахаромикетов семейства *Saccharomycetaceae*. Размеры исследуемых одиночных культур варьировали по ширине в среднем от 4,5 мкм до 9 мкм и по длине до 10 мкм. Формы преимущественно округлые, овальные, удлинённые. Из 180 выделенных видов дрожжей большинство относится к *Saccharomyces* – 159, как наиболее типичные для данного региона и приемлемые для ферментации выделена 71 чистая культура. Последующее изучение морфологических особенностей клеток, физиологических и биохимических свойств, проявления антагонистической активности, устойчивости к антибиотикам дали возможность для дальнейшей селекции штаммов. Наиболее высокоактивные и соответствующие по технологическим параметрам были отобраны: *Saccharomyces cerevisiae* AI-06 (из винограда), *Saccharomyces cerevisiae* GI-8 (из сока сахарного сарго) и *Saccharomyces cerevisiae*-Az-12 (из гранатового сока).

Таким образом, проведенные анализы показали возможность использования растительного сырья не только в качестве свежесжатых соков граната, вишни, винограда, арбузного сока, сока сахарного сарго, но и в качестве источников активных дрожжей.

Получение ферментированных напитков на основе соков плодово-ягодного сырья позволяет пополнить ассортимент продуктов лечебно-профилактического назначения за счет обогащения конечного продукта рядом функциональных ингредиентов, и как следствие дает общее улучшение здоровья у населения.

Ключевые слова: дрожжи, *Saccharomyces cerevisiae*, гранат, фрукты, ягоды, ферментированный сок.

А.А. Сапарбекова¹, А.С. Латиф¹, З.Р. Ахмедова²

¹ М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан;

² Өзбекстан Республикасы Ғылым Академиясының Микробиология институты, Ташкент, Өзбекстан

ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫНАН ФЕРМЕНТТЕЛГЕН СУСЫНҒА АРНАЛҒАН АШЫТҚЫНЫҢ БЕЛСЕНДІ ШТАММ СЕЛЕКЦИЯСЫ

Аннотация. Қазақстандағы халықтың денсаулық жағдайын талдау денсаулық мәселелері қандай да бір дәрежеде елдің көптеген тұрғындарында кездесетінін көрсетеді әрі бұл олардың өмір сүру жағдайын қоса алғанда, көптеген факторларға байланысты. Жемістер мен көкөністер витаминдердің, минералдардың, клетчаткалардың жоғары құрамына ие бола отырып, жалпы ағзаға жағымды әсер етіп қана қоймай, сонымен қатар уыт пен түрлі поллютанттарды ағзадан шығаруға қабілетті. Құрамында түрлі органикалық қышқылдар, қант және ашытқы қоректендірудің басқа да көзі кездесетін жемістер негізінен ашытқылармен орналасқан.

Ашытқы дақылдарының көзі ретінде стерильді жағдайда алынған жаңа шырын, соның ішінде анар шие, тәтті шие, қызыл жүзім, қарбыз, асхана қызылшасы, қант соргосының шырыны, сондай-ақ Түркістан облысында өсетін құрамында шырыны бар жидектер бетінен шайындылар пайдаланылды. Осы жұмыстың негізгі мақсаты ферменттелген сусынды әзірлейтіндіктен, микроорганизмдердің бөлінген дақылдарынан қантты биологиялық белсенді заттарға ағзаға пайдалы түрлендіруге қабілетті ашытқы іріктеліп алынды.

Бөлінген дақылдар арасында сахаромикет класының өкілдеріне, *Saccharomycetaceae* тұқымдасына артықшылық берілді. Зерттелетін бір дақыл мөлшері ені бойынша орташа 4,5 мкм-ден 9 мкм-ге дейін және ұзындығы бойынша 10 мкм-ге дейін өзгеріп отырады. Нысаны негізінен дөңгелек, сопақ, ұзартылған. 180 бөлінген ашытқы түрінің көпшілігі *Saccharomyces*-159-ға жатады, осы аймақ үшін ең типтік және ферментация үшін қолайлы 71 таза дақыл бөлінді. Клеткалардың морфологиялық ерекшеліктерін, физиологиялық және биохимиялық қасиеттерін, антагонистік белсенділікті, антибиотиктерге төзімділікті кейіннен зерттеу штаммдарды одан әрі селекциялауға мүмкіндік берді. Ең жоғары белсенді және технологиялық параметрлер бойынша сәйкес келетін: *Saccharomyces cerevisiae* AI-06 (жүзімнен), *Saccharomyces cerevisiae* GI-8 (қант сарго шырынынан) және *Saccharomyces cerevisiae*-az - 12 (анар шырынынан) іріктеп алынды.

Осылайша жүргізілген талдаулар өсімдік шикізатын анар, шие, жүзім, қарбыз, қант соргосының шырыны ретінде ғана емес, сонымен қатар белсенді ашытқы көзі ретінде пайдалану мүмкіндігін көрсетті.

Жеміс-жидек шикізатының шырыны негізінде ферменттелген сусын алу емдеу-профилактикалық мақсаттағы өнімдер асортиментін бірқатар функционалдық ингредиенттердің соңғы өнімін байыту есебінен толықтыруға және осының салдарынан халықтың денсаулығын жалпы жақсартуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ашытқы, *Saccharomyces cerevisiae*, анар, жеміс, жидек, ферментирленген шырын.

Information about authors:

Saparbekova A.A., Associate Professor, Department of Biotechnology, candidate of biological sciences, M.Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan, almira.saparbekova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5630-7402>;

Latif A.S., PhD student, Department of Biotechnology, M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan, latif-azia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5165-1530>;

Ahmedova Z.R., Professor, Department of Microbiology, Doctor of Biological Sciences, Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, zahro.ahmedova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8406-6944>

REFERENCES

- [1] Abilkaiyr N.A. Population health as a major of quality of life // Series of biological and medical. 2019. Vol. 2, N 332, P. 20–27. <https://doi.org/10.32014/2019.2519-1629.16>
- [2] Myrzakhanova M. N., Kaa S. A. New trends of medical media in training and practice // NEWS of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biological and medical. 2018. Vol. 5, N 329. P. 67-70. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1629.9>
- [3] Abdimutalip N., Ibragimova E., Ibragimova D. Conservation and restoration of biodiversity of flora and fauna on the territory of the Turkestan region // National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biological and medical. 2018. Vol. 1, N325, P. 79–83.
- [4] Plotnikova T.V., Pozdnyakovskiy V.M., Larina T.V., Eliseeva L.G. Examination of fresh fruits and vegetables. Novosibirsk: Publishing House Siberian University, 2001. 300 p.
- [5] Babieva I.P., Chernov I. Yu. Biology of yeast. M.: Partnership of scientific publications of KMK, 2004. P.18-35.
- [6] Zyuzina O.V., Shunyaeva O.B., Muratova E.I., Ivanov O.O. The theoretical basis of food biotechnology: laboratory work / Tambov: Publishing house of Tamb. state tech. University, 2006. 148 p.
- [7] Smart K.A. (1999) Use of Methylene Violet Staining Procedures to Determine Yeast Viability/ Smart K.A., K.M. Chambers // Journal-American society of brewing chemists. P:231.
- [8] Tonge G.M., Jarman T.R. (1981) Opportunities for biotechnology in the food industry, FIE Conference, London.
- [9] Egorova T. A. Fundamentals of biotechnology. M.: Publishing Center "Academy", 2003. 208 p.
- [10] Rudenko, E.Yu. Promising yeast strains for fruit and berry winemaking in the Samara region // Winemaking and Viticulture. No. 3. 2007. P.24-25.
- [11] Abramov Sh.A., Daudova T.I. Saccharomycetes in the unique conditions of Sarykum. // Winemaking and viticulture. №6. 2005. P.18-19.
- [12] MacLean R.C., Gudelj I. (2006) Resource competition and social conflict in experimental populations of yeast. Nature; 441: 498-501.
- [13] Slavikova E., Vadkertiova R., Vranova D., J Basic Microbiology. 2007, 47, 344–350.
- [14] Arici M., Coskun F. (2001) Hardaliye: Fermented grape juice as a traditional Turkish beverage, Food Microbiology, Volume 18, Issue 4: 417-421
- [15] Manas Ranjan Swain, Marimuthu Anandharaj, Ramesh Chandra Ray and Rizwana Parveen Rani (2014) Fermented Fruits and Vegetables of Asia: A Potential Source of Probiotics, Biotechnology Research International, ID 250424:19. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/250424>
- [16] Goddard MR. Quantifying the complexities of *Saccharomyces cerevisiae*'s ecosystem engineering via fermentation. Ecology. 2008;89:2077–82.
- [17] Chambers P.J., Pretorius I.S. Fermenting knowledge: the history of winemaking, science and yeast research. EMBO Rep. 2010;11:914–20.
- [18] Noriko Komatsuzaki, Rina Okumura, Mika Sakurai, Yukihide Ueki, Jun Shima (2016) Characteristics of *Saccharomyces cerevisiae* isolated from fruits and humus: Their suitability for bread making, Progress in Biological Sciences. V. 6, Number 1, P:55-63
- [19] Saparbekova A.A., Kantureeva G.O. Aitkulova R.E. (2013) Production of natural fermented drinks, IX International Scientific and Practical Conference Prague. P.93-97.
- [20] Saparbekova A.A., Valliulina S.A., Tazhimetova K.T. (2015) Fruits of plant raw materials of the South Kazakhstan region and the prospects for their use for sour-milk drinks, Materials of the international scientific-practical conference "Domestic science in an era of change: postulates of the past and modern theory" No. 2 (7), Yekaterinburg. 2015. P.132-133.

Е.Е. Аширбеков¹, А.О. Абайлдаев¹, А.М. Белкожаев^{1,2},
К.О. Шарипов^{1,3}, Н.А. Айтхожина¹

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

² Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан;

³ Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан.

E-mail: eldarasher@mail.ru

ПЛАЗМЕННЫЕ УРОВНИ НЕКОТОРЫХ микроРНК ПРИ РАКЕ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В КАЗАХСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ

Аннотация. Рак молочной железы является наиболее частой формой рака среди женщин во всех мире. Внедрение маммографического скрининга для женщин рискованного возраста позволило значительно снизить смертность от этого заболевания, однако маммография дает значительное число ложноположительных срабатываний у более молодых женщин. Эта проблема служит основанием для поиска новых, надежных, малоинвазивных и дешевых биомаркеров рака молочной железы. Целью данной работы явилась проверка диагностической ценности шести плазменных микроРНК на выборке казахских женщин. Для этого мы, используя метод количественной ПЦР, сравнили уровни микроРНК в плазме больных раком молочной железы ($n = 27$) и здоровых контролей ($n = 33$), а также в опухоли и прилегающей здоровой ткани молочной железы ($n = 28$). Плазменные концентрации miR-145-5p, miR-191-5p и miR-21-5p были достоверно повышены у пациентов по сравнению с контролями ($P = 6.58e-7$, $2.70e-5$ и 0.049 , соответственно). Уровни miR-191-5p и miR-210-3p были достоверно повышены, а уровень miR-145-5p был достоверно понижен в опухоли по сравнению со здоровой тканью ($1.88e-6$, $6.56e-7$ и $9.66e-4$, соответственно). Для проверки гипотезы о секреторном происхождении изученных плазменных микроРНК, мы провели анализ корреляции уровней микроРНК в плазме, опухоли и здоровой ткани молочной железы, который показал, что, возможно, существует зависимость между уровнями miR-145-5p в плазме и опухоли. Согласно ROC-анализу, miR-145-5p и miR-191-5p могут рассматриваться как потенциальные плазменные биомаркеры, а miR-191-5p, miR-210-3p и miR-145-5p – как потенциальные тканевые биомаркеры для диагностики рака молочной железы. Результаты необходимо проверить на более представительной выборке образцов.

Ключевые слова: микроРНК, рак молочной железы, диагностика, биомаркер, плазма.

Введение. Рак молочной железы (РМЖ) является самой частой формой рака среди женщин во всем мире. Наиболее действенной мерой борьбы с РМЖ является раннее обнаружение злокачественных перерождений ткани. Внедрение маммографического скрининга для женщин рискованного возраста позволило значительно снизить смертность от РМЖ. Однако маммография дает значительное число ложноположительных срабатываний, особенно у более молодых женщин – до 61% в промежутке между 40 и 50 годами [1]. Применение дополнительных методов визуального обследования (УЗИ и МРТ) могут уменьшить этот процент, однако они рекомендованы лишь для женщин с повышенным риском [2]. В связи с этим маммографический скрининг уверенно рекомендован для женщин старше 50 лет, несмотря на то, что возрастная категория 40-50 лет также является рискованной [3]. Такое положение вещей делает актуальным поиск и разработку новых методов диагностики РМЖ, в том числе на основе биомаркеров. Циркулирующие микроРНК являются наиболее перспективными из них из-за простоты и малой инвазивности методики [4], а также высокой стабильности микроРНК в биожидкостях [5].

Целью данной работы явилась проверка диагностической ценности шести микроРНК при РМЖ на выборке казахских женщин. Актуальность работе прибавляет тот факт, что РМЖ у казашек чаще развивается в молодом возрасте – на 10 лет раньше, чем у славянок Казахстана [6].

Материалы и методы. Объект исследования. Венозная кровь, опухолевая и прилегающая здоровая ткани 28 женщин казахек с первичным РМЖ собрана в Казахском НИИ онкологии и радиологии МЗ РК, г. Алматы, Казахстан в 2019-2020 году. Средний возраст больных составил $54,1 \pm 11,92$. Венозная кровь 33 практически здоровых женщин казахек собрана в Карасайской центральной районной больнице г. Каскелен Алматинской области Казахстана после маммографического обследования осенью 2019 года. Средний возраст группы контроля составил $53,0 \pm 7,61$. Исследование проведено с соблюдением принципов Хельсинской Декларации, до своего начала прошло проверку и было разрешено локальной этической комиссией Института молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина г. Алматы, Казахстан. Все доноры были проинформированы и дали свое согласие на сбор и исследование биоматериала.

Получение плазмы. Кровь собиралась в вакуумные пробирки с цитратом натрия 3,8%, и хранилась при 4°C не более 1 суток после забора, после чего из нее получали плазму. Для получения плазмы кровь центрифугировали при 1000g в течение 15 мин при температуре 4°C ; верхняя водная фаза переносилась в новую пробирку и подвергалась центрифугированию при 2500g 15 мин при 4°C . Полученная плазма делилась на аликвоты по 200 мкл и хранилась при 70°C до этапа выделения.

Выделение тотальной РНК. Выделение тотальной РНК из тканей (около 50 мг) и плазмы (200 мкл) проводили на основе методики, разработанной ранее Zanuni Vahed S. с соавт. [7] с небольшими модификациями. Кратко депротеинизация проводилась по стандартной тризольной методике; затем для осаждения РНК к водной фазе добавляли равный объем хлорида лития 2,5M и два объема холодного этанола, смесь инкубировали в течение ночи при -70°C , центрифугировали 16000g 20 мин при 4°C ; осадок высушивали и растворяли в 50 мкл DEPC-воды, инкубируя 5 мин при 65°C . Полученный образец тотальной РНК хранили при -70°C до использования.

Получение кДНК и количественная ПЦР. Обратная транскрипция и количественная ПЦР проводилась с использованием праймеров и зондов набора TaqMan MicroRNA Assay (Applied Biosystems, США). кДНК получали при помощи реагентов TaqMan MicroRNA Reverse Transcription Kit (Applied Biosystems) согласно протоколу изготовителя. Количественную ПЦР проводили в трех повторях с использованием реагентов TaqMan Universal Master Mix II with UNG (Applied Biosystems) в условиях, рекомендованных производителем на приборе StepOnePlus Real-Time PCR System (Applied Biosystems). Нормировку количественных данных проводили относительно уровня эндогенного контроля miR-16-5p. Пригодность эндогенного контроля оценивали в программе NormFinder [8].

Статистический анализ. Относительный количественный анализ проводится методом comparative Ct ($\Delta\Delta\text{Ct}$) с небольшими модификациями как в [9]. Относительная представленность транскрипта выражалась в ΔCt ($\Delta\text{Ct} = \text{Ct}_{\text{референс}} - \text{Ct}_{\text{целевой}}$). Показатель $\Delta\Delta\text{Ct}$ ($\Delta\Delta\text{Ct} = \text{среднее } \Delta\text{Ct}_{\text{РМЖ}} - \text{среднее } \Delta\text{Ct}_{\text{контроль}}$) рассматривался как диапазон изменений представленности транскрипта, выраженный двоичным логарифмом кратных изменений (\log_2 fold change). Статистические расчеты выполнялись в программе Jampvi [10]. Статистическая значимость полученных различий между группами рассчитывалась с помощью критерия U-критерия Манна-Уитни. Для сравнения экспрессии в опухоли и прилежащей здоровой ткани использовался критерий Уилкоксона. Р значения < 0.05 считались статистически значимыми. Так как исследование имело разведочный характер, поправка на множественность сравнений не производилась. Характеристики маркеров оценивались по результатам ROC-анализа, который был проведен с помощью web-tool easyROC [11] и Jampvi. Для вычисления оптимальной точки отсечения (optimal cut-of point) использовался метод индекса Юдена (Youden's index method).

Результаты.

Уровень микроРНК в плазме больных РМЖ в сравнении с контролем. Значения порогового цикла и сравнительная статистика изученных микроРНК в группах больных РМЖ и контроля представлена в таблице 1. Содержание трех микроРНК (miR-145-5p, miR-191-5p и miR-21-5p) было достоверно повышено в плазме больных РМЖ в сравнении с контролем (рисунок 1). Двоичный логарифм кратности изменений для miR-145-5p и miR-191-5p был выше единицы, что соответствует более чем двухкратной разнице в концентрации.

Таблица 1 – Сравнительный анализ уровней изученных микроРНК (выраженных в значениях порогового цикла, Ct) в плазме пациентов РМЖ и здоровых контролей

микроРНК	Пациенты РМЖ (n = 27)		Контрольная группа (n = 33)		$\Delta\Delta Ct$ (95% ДИ), \log_2 fold change	Тест Mann-Whitney U, значение P
	Ct сред. \pm ст. откл.	ΔCt сред. \pm ст. ошиб.	Ct сред. \pm ст. откл.	ΔCt сред. \pm ст. ошиб.		
miR-145-5p	29.48 \pm 1.60	-6.97 \pm 0.17	32.41 \pm 1.19	-8.48 \pm 0.19	1.51 (0.99; 2.02)	6.58e-7
miR-191-5p	26.59 \pm 1.83	-4.08 \pm 0.19	29.17 \pm 1.17	-5.23 \pm 0.11	1.15 (0.74; 1.57)	2.70e-5
miR-21-5p	25.26 \pm 1.97	-3.75 \pm 0.21	28.13 \pm 1.10	-4.19 \pm 0.14	0.45 (-0.04; 0.94)	0.049
miR-210-3p	32.14 \pm 1.38	-9.63 \pm 0.13	33.53 \pm 1.09	-9.60 \pm 0.12	-0.03 (-0.39; 0.33)	0.801
miR-222-3p	28.60 \pm 1.58	-6.09 \pm 0.17	30.19 \pm 0.84	-6.25 \pm 0.14	0.17 (-0.27; 0.60)	0.294
miR-29c-3p	33.74 \pm 1.81	-11.23 \pm 0.16	35.38 \pm 0.96	-11.44 \pm 0.14	0.22 (-0.20; 0.63)	0.212

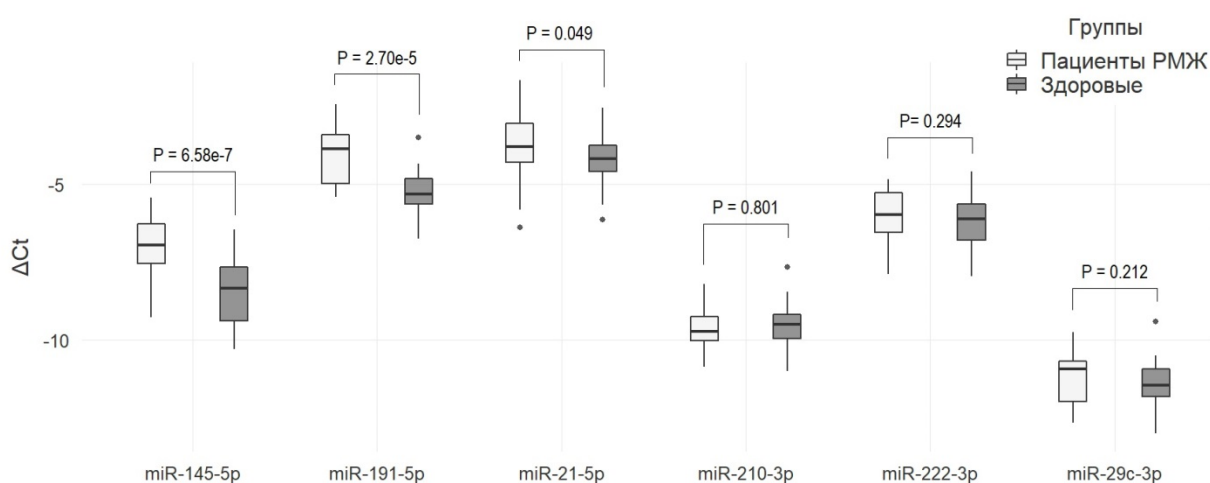


Рисунок 1 – Различия в значениях ΔCt между группами пациентов РМЖ (n = 27) и здоровых контролей (n = 33).

Экспрессия микроРНК в опухоли и прилегающей здоровой ткани. Экспрессия miR-191-5p и miR-210-3p была достоверно повышена, а экспрессия miR-145-5p была достоверно понижена в опухоли по сравнению с прилегающей нормальной тканью (рисунок 2). Различия в экспрессии остальных микроРНК были статистически недостоверны.

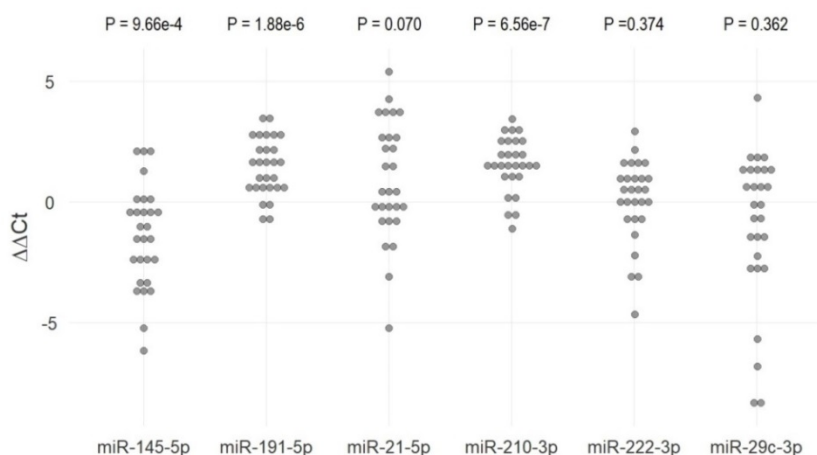


Рисунок 2 – Изменения в экспрессии изученных микроРНК в опухоли (n = 28) в сравнении с прилегающей здоровой тканью, выраженные в $\Delta\Delta Ct$

Корреляционный анализ концентраций микроРНК. Для проверки гипотезы о секреторном происхождении изученных плазменных микроРНК, мы провели анализ корреляции уровней микроРНК в плазме, опухоли и здоровой ткани молочной железы пациентов с РМЖ (таблица 2). Уровни miR-145-5p положительно коррелировали в плазме и опухоли ($P = 0.040$); уровни miR-210-3p положительно коррелировали в плазме и здоровой ткани молочной железы ($P = 0.040$); уровень miR-222-3p в плазме положительно коррелировал с тканевой $\Delta\Delta Ct$ (уровень в опухоли – уровень в здоровой ткани) ($P = 0.022$).

Таблица 2 – Результаты анализа корреляции концентрации микроРНК в плазме, опухоли и здоровой ткани больных РМЖ

Сравниваемые источники микроРНК	Коэффициент корреляции Спирмена / P значение					
	miR-145-5p	miR-191-5p	miR-21-5p	miR-210-3p	miR-222-3p	miR-29c-3p
Плазма vs Опухоль молочной железы	0.338 / 0.040	0.124 / 0.265	-0.076 / 0.650	0.171 / 0.192	0.137 / 0.243	0.143 / 0.233
Плазма vs Здоровая ткань молочной железы	0.178 / 0.182	0.215 / 0.136	0.055 / 0.391	-0.237 / 0.888	0.383 / 0.022	0.100 / 0.694
Плазма vs $\Delta\Delta Ct$	0.174 / 0.188	-0.099 / 0.694	-0.099 / 0.693	0.338 / 0.040	-0.183 / 0.826	0.268 / 0.084

ROC-анализ. Для проверки возможности применения наших микроРНК для различения больных РМЖ от здоровых индивидуумов мы провели ROC-анализ, результаты которого представлены в таблице 3. Наибольшая площадь под ROC-кривой (AUC) получена для miR-145-5p (0.854); немного менее для miR-191-5p (0.818); miR-21-5p значительно уступала по этому показателю (0.649). Для двух последних микроРНК общей слабостью была низкая чувствительность (59 % и 44 %, соответственно). Комбинационные модели позволили лишь незначительно увеличить лучший одиночный показатель. Используя совместно три микроРНК, оказалось возможным с 85% аккуратностью разделить больных РМЖ от здоровых женщин, при высокой специфичности (94 %) и средней чувствительности (74 %). Также мы оценили потенциал изученных микроРНК в качестве маркеров опухолевого процесса в тканях молочной железы (таблица 4). Как индивидуальные маркеры miR-191-5p и miR-210-3p показали одинаково высокую аккуратность разделения (84 %), miR-145-5p показал значительно более скромное значение (71 %). Однако при тестировании комбинационных моделей miR-145-5p хорошо дополняла две другие микроРНК, как в парных, так и в тройной модели.

Таблица 3 – Результаты ROC-анализа для плазменных микроРНК

Потенциальные маркеры/ комбинации	Площадь под ROC-кривой, AUC	Оптимальная точка отсечения	Специфичность	Чувствительность	Аккуратность
miR-145-5p	0.854	-7.38	0.879	0.704	0.800
miR-191-5p	0.818	-4.12	0.970	0.593	0.800
miR-21-5p	0.649	-3.24	0.909	0.444	0.700
miR-145-5p + miR-191-5p	0.878	-	0.909	0.747	0.833
miR-145-5p + miR-21-5p	0.869	-	0.727	0.926	0.817
miR-191-5p + miR-21-5p	0.822	-	0.970	0.593	0.800
miR-145-5p + miR-191-5p + miR-21-5p	0.893	-	0.939	0.741	0.850

Таблица 4 – Результаты ROC-анализа для тканевых микроРНК

Потенциальные маркеры/ комбинации	Площадь под ROC-кривой, AUC	Оптимальная точка отсечения	Специфичность	Чувствительность	Аккуратность
miR-145-5p	0.707	-3.05	0.964	0.464	0.714
miR-191-5p	0.894	-3.64	0.750	0.929	0.839
miR-210-3p	0.892	-8.205	0.857	0.821	0.839
miR-145-5p + miR-191-5p	0.944	-	0.893	0.857	0.875
miR-145-5p + miR-210-3p	0.952	-	0.929	0.857	0.893
miR-191-5p + miR-210-3p	0.917	-	0.821	0.893	0.857
miR-145-5p + miR-191-5p + miR-210-3p	0.962	-	1.000	0.857	0.929

Обсуждение. На этапе планирования эксперимента, опираясь на литературные данные, мы рассматривали два кандидата на роль эндогенного контроля в плазме – miR-191-5p [12-15] и miR-16-5p [12, 16], и один кандидат на роль эндогенного контроля в тканях молочной железы – miR-16-5p [17]. Однако по результатам анализа стабильности концентрации, проведенном с помощью программы NormFinder (данные не показаны), мы отказались от использования miR-191-5p. Таким образом, количественные данные (полученные как для плазмы, так и для ткани молочной железы) были нормализованы относительно единственного эндогенного контроля miR-16-5p.

К настоящему времени накапливаются сведения о значимой роли miR-191 в процессах канцерогенеза и ее дисрегуляции при различных видах рака, включая РМЖ [18, 19]. В двух работах показана ассоциация циркулирующей miR-191 с РМЖ [20, 21]. В согласии с данными работами, мы также обнаружили достоверное повышение уровня циркулирующей miR-191-5p в группе пациентов РМЖ по сравнению с группой контроля, а также в опухоли по сравнению с прилегающей здоровой тканью молочной железы в казахской популяции. MiR-191-5p является одной из наиболее часто используемых в качестве эндогенного контроля при количественных исследованиях плазменных или сывороточных микроРНК. Однако, по нашим данным, уровень этой микроРНК может значительно изменяться в плазме больных РМЖ, что препятствует ее использованию в этих целях.

Наиболее упоминаемой микроРНК в связи с РМЖ является miR-21-5p [22, 23]. Нам также удалось обнаружить ассоциацию плазменной miR-21-5p с РМЖ у казахских женщин. Однако на тканевом уровне зависимость не выявлена: различия в экспрессии miR-21-5p между опухолевой и здоровой тканями были статистически недостоверными. Возможно, это объясняется тем, что наша выборка пациентов РМЖ почти полностью представлена больными с опухолями 2 стадии прогрессии, а больные с опухолями 3 и 4 стадий не представлены вовсе. Предыдущими работами показано, что экспрессия miR-21-5p повышается по мере прогрессирования опухоли, в особенности на поздних стадиях канцерогенеза [24].

Среди плазменных микроРНК наиболее значимую ассоциацию с РМЖ в нашей выборке показала miR-145-5p. Согласно предыдущим исследованиям, miR-145 действует как супрессор опухолей ингибируя экспрессию некоторых онкогенов и, подавляя таким образом пролиферацию, миграцию и инвазию клеток опухоли груди [25]. В соответствии с этой концепцией в большинстве опухолей наблюдается понижение концентрации miR-145 по сравнению с нормальной тканью [26-28]. Мы также наблюдали понижение экспрессии miR-145-5p в большинстве опухолей по сравнению с прилегающей здоровой тканью молочной железы в казахской популяции. В большинстве ранее проведенных исследований уровень циркулирующей miR-145 в у больных РМЖ также был понижен по сравнению со здоровыми контролями [20, 29, 30]. Лишь в одной работе на выборке мексиканских женщин было показано, что уровень miR-145, наоборот, повышался в плазме больных РМЖ [21], что согласуется с нашими данными. Таким образом, по выявленным ассоциациям циркулирующих miR-145-5p и miR-191-5p с РМЖ и направлению их дисрегуляции казахская популяция сходна с мексиканской, и отличается от других популяций.

MiR-210 часто рассматривается в качестве маркера гипоксии при пролиферации опухоли, а гипоксия, в свою очередь, ассоциирована с устойчивостью опухоли к терапии и плохим прогнозом [31,32]. Кроме того, ранее было показано, что дисрегуляция циркулирующей miR-210 ассоциирована с наличием опухоли и метастазами в подмышечные лимфоузлы у пациентов с HER2 позитивными опухолями [33], отдаленными метастазами [34, 35] и устойчивостью к химиотерапии [14]. В нашей выборке, к сожалению, пациенты с положительным статусом подмышечных лимфоузлов представлены незначительно, а пациенты с отдаленными метастазами отсутствовали вовсе, что не позволило нам проверить вышеуказанные эффекты на казахской популяции. Мы не обнаружили различий в уровнях miR-210-3p в плазме больных РМЖ и здоровых контролей. Однако почти во всех изученных опухолях экспрессия этой микроРНК была достоверно повышена. Таким образом, miR-210-3p может быть дополнительным тканевым маркером опухолевого процесса в тканях молочной железы, но не имеет необходимых свойств плазменного маркера.

В отличие от предыдущих исследований, мы не выявили достоверных различий в уровнях miR-222-3p [15, 36, 37] и miR-29c-3p [38, 39] ни в плазме, ни тканях молочной железы. Наши результаты в сравнении с литературными данными говорят о необходимости подтверждения применимости маркера на конкретных этнических группах.

Считается, что микроРНК попадают в кровотоки из опухолей путем активной секреции, апоптоза или некроза, и поэтому изменения в количестве циркулирующей микроРНК может отражать патологический процесс [22]. Однако уровни микроРНК в опухоли и плазме могут быть дисрегулированы в противоположных направлениях [13], что мы и наблюдали в нашем исследовании для miR-145-5p. Предполагают, что это происходит в результате избирательной секреции микроРНК опухолями [40], однако точные механизмы, лежащие за этими явлениями, остаются неясными. Для проверки секреторной гипотезы мы провели корреляционный анализ уровней наших микроРНК в плазме и опухолевой ткани. По результатам проведенного анализа мы не получили четких свидетельств в поддержку этого предположения: из трех плазменных микроРНК, показавших ассоциацию с РМЖ, только для miR-145-5p была обнаружена корреляция с опухолевым уровнем. Данная корреляция оказалась положительной, несмотря на противоположность в направленности дисрегуляции в плазме и опухоли. При сравнении плазменного уровня miR-145-5p с разностью уровней в опухоли и здоровой ткани (тканевая $\Delta\Delta Ct$) корреляция исчезала. Плазменный уровень miR-210 коррелировал с тканевой $\Delta\Delta Ct$, а плазменный уровень miR-222 – с экспрессией в здоровой ткани, однако концентрации этих микроРНК не отличались в плазме больных РМЖ и здоровых контролей.

ROC-анализ показал, что miR-145-5p и miR-191-5p больше подходят на роль маркеров диагностики РМЖ с одинаковыми показателями аккуратности разделения 80 %. Комбинационная модель из этих двух микроРНК лишь незначительно повышала площадь под ROC-кривой, и соответственно, эффективность разделения по группам до 83%, при достаточно высокой специфичности и средней чувствительности. Возможно, что аккуратность разделения можно будет повысить за счет применения для нормализации более стабильного эндогенного контроля или использования синтетической микроРНК в качестве экзогенного контроля.

Также, с помощью ROC-анализа, мы проверили потенциал изученных микроРНК в качестве маркеров опухолевого процесса в тканях молочной железы. По результатам анализа выяснилось, что две микроРНК (miR-191-5p и miR-210-3p) могут быть использованы для этой цели как индивидуально, так и в комбинации, добавление третьей miR-145-5p дополнительно улучшает комбинационные модели.

Несмотря на обнадеживающие результаты, имеются некоторые ограничения, которые следует устранить в дальнейших исследованиях. Необходимо расширить выборку образцов. Почти все исследованные пациенты имели опухоли на 2 стадии, поэтому необходимо проверить справедливость выводов на других стадиях опухолевой прогрессии. Также желательно проверить уровни наших микроРНК в плазме пациентов после лечения для оценки возможности их использования в качестве маркера эффективности терапии.

Работа выполнена за счет средств гранта №AP05132207 Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Е.Е. Аширбеков¹, А.О. Абайлдаев¹, А.М. Белкожаев^{1,2},
К.О. Шарипов^{1,3}, Н.Ә. Айтхожина¹

¹ М.Ә. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Алматы, Қазақстан;

² Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

³ С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан

ҚАЗАҚ ӘЙЕЛІНДЕ КЕЗДЕСЕТІН ҚАТЕРЛІ СҮТ БЕЗІ ІСІГІ КЕЗІНДЕГІ КЕЙБІР микроРНК-ның ПЛАЗМАЛЫҚ ДЕНГЕЙІ

Аннотация. Қатерлі сүт безі ісігі – әлемде әйелдер арасында ең көп тараған қатерлі аурудың бірі. Қауіпті жасқа келген әйелдерге арнап маммографиялық скрининг енгізу аталған аурудан келетін өлім жағдайын едәуір азайтады, бірақ маммография жас әйел бойында жалған көп позитивті нәтиже көрсетеді. Бұл мәселе қатерлі сүт безі ісігін анықтау үшін жаңа сенімді, минималды инвазивті және арзан биомаркерлерін іздеудің негізі болып саналады. Басқа этникалық топтарға қарағанда қатерлі сүт безі ісігінің жас қазақ әйелдерінде жиі кездесу жағдайының анықталуы жұмыстың өзектілігін дәлелдейді. Жұмыстың мақсаты – қазақ әйелдерін мысалға ала отырып, алты плазмалық микроРНК-ның диагностикалық

құндылығын анықтау. Ол үшін сандық ПТР әдісін қолдану арқылы онкологиялық науқастар ($n = 27$) мен сау әйелдер ($n = 33$) плазмасындағы, сондай-ақ сүт безі ісігі мен сау тіндегі ($n = 28$) микроРНК деңгейін салыстырдық. Сандық деректер miR-16-5p эндогендік бақылау деңгейіне байланысты үйлестірілді. Науқастардың плазмадағы miR-145-5p, miR-191-5p және miR-21-5p концентрациясы сау әйелдермен салыстырғанда айтарлықтай жоғарылаған (сәйкесінше, $P = 6.58e-7$, $2.70e-5$ және 0.049). Ісіктегі miR-191-5p және miR-210-3p деңгейі, сау тінмен салыстырғанда, едәуір көбейіп, miR-145-5p деңгейі төмендеген (сәйкесінше, $1.88e-6$, $6.56e-7$ және $9.66e-4$). Зерттелген плазмалық микроРНК-ның секреторлық шығу тегі туралы гипотезаны тексеру үшін плазмадағы, ісік және сау сүт безі тіндегі микроРНК деңгейінің корреляциясын талдадық. Нәтижесінде плазма және ісіктегі miR-145-5p деңгейі арасында байланыстың болу ықтималдығы көрсетілді. Плазмадағы miR-210-3p деңгейі тіндік $\Delta\Delta Ct$ -мен қатынаста, ал плазмадағы miR-222-3p деңгейі сау тіндегі miR-222-3p экспрессиямен қатынаста болды, алайда микроРНК-ның плазмалық деңгейі қатерлі сүт безі ісігі науқастар мен сау әйелдер арасында ерекшеленбеді. Қатерлі сүт безі ісігі ауруын сау адам бойынан байқау үшін зерттелген микроРНК-ның қолдану құндылығын тексеру барысында ROC-талдауын жүргіздік. ROC-қисығы астындағы үлкен ауқым (AUC) miR-145-5p (0,854) арнайы алынды, miR-191-5p (0,818) біршама азырақ, ал miR-21-5p аталған көрсеткіште айтарлықтай төмен болды (0,649). Үш микроРНК-ны бірге қолдану арқылы науқастарды сау әйелдерден 85% дәлдікпен, жоғары ерекшелікпен (94 %) және орташа сезімталдықпен (74%) бөліп алуға болады. Сүт безі тіндегі ісік процесінің маркерлері ретінде зерттелген микроРНК потенциалын талдағанда miR-191-5p немесе miR-210-3p қолдану арқылы қатерлі ісікті сау тіннен жоғары дәлдікпен (әрқайсысы 84 %) ажыратуға болатындығы анықталды. Жеке miR-145-5p орташа дәлдікті (71 %) көрсетумен бірге ол жұптық және үштік модельде қалған екі микроРНК-ны сәтті толықтырды. Осылайша қатерлі сүт безі ісігін диагностикалау үшін miR-145-5p және miR-191-5p потенциалды плазмалық биомаркер ретінде, ал miR-191-5p, miR-210-3p және miR-145-5p потенциалды тіндік биомаркер ретінде қарастыруға болады. Нәтижелер неғұрлым байыпты үлгіде тексерілуі керек.

Түйін сөздер: микроРНК, қатерлі сүт безі ісігі, диагностика, биомаркер, плазма.

Y.Y. Ashirbekov¹, A.O. Abaildayev¹, A.M. Belkozhayev^{1,2},
K.O. Sharipov^{1,3}, N.A. Aitkhozhina¹

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

² Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

³ Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

PLASMA LEVELS OF SOME microRNA IN BREAST CANCER IN THE KAZAKH POPULATION

Abstract. Breast cancer is the most common cancer among women worldwide. The use of mammography screening for women, in the age range the most at risk to breast cancer, has led to a significant reduction in mortality from this disease. However, mammography shows a significant number of false positives in women at a younger age. This problem indicates the need to find new reliable, minimally invasive and cheap biomarkers of breast cancer. The relevance of the research is determined by the fact that breast cancer in Kazakh women often develops at a young age. The aim of this study was to test the diagnostic value of six plasma miRNAs in Kazakh women. For this, using the quantitative PCR technique, we compared the levels of the miRNAs in the plasma of breast cancer patients ($n = 27$) and healthy controls ($n = 33$), as well as in the breast tumor and adjacent normal tissue ($n = 28$). Quantitative data were normalized relative to endogenous control miR-16-5p. Plasma concentrations of miR-145-5p, miR-191-5p, and miR-21-5p were significantly increased in patients compared to controls ($P = 6.58e-7$, $2.70e-5$, and 0.049 , respectively). The levels of miR-191-5p and miR-210-3p were significantly increased, while the level of miR-145-5p was significantly reduced in the tumor compared to normal tissue ($1.88e-6$, $6.56e-7$ and $9.66e-4$, respectively). To test the hypothesis of the secretory origin of the studied plasma miRNAs, we analyzed the correlation of miRNA levels in plasma, tumor, and healthy breast tissue. Correlation analysis showed that there may be a relationship between plasma and tumor levels of miR-145-5p. Plasma level of miR-210-3p correlated with tissue $\Delta\Delta Ct$, plasma level of miR-222-3p correlated with its expression in healthy tissue; however, the concentrations of these miRNAs did not differ in plasma of breast cancer patients and healthy controls. To test whether our circulating miRNAs can be used to differentiate breast cancer patients from healthy individuals, we performed a ROC analysis. The largest area under the ROC-curve (AUC) was obtained for miR-145-5p (0.854), slightly less for miR-191-5p (0.818), and miR-21-5p was significantly inferior in this indicator (0.649). Using three microRNAs together, it was possible to separate patients from healthy women with 85 % accuracy, high specificity (94 %) and medium sensitivity (74 %). When assessing the potential of the studied miRNAs as markers of tumorigenesis in breast tissue, we found that using miR-191-5p or miR-210-3p, it is possible to distinguish cancer from healthy tissue with equally high accuracy

(84% each). Although individually miR-145-5p showed medium separation accuracy (71 %), it complemented two other miRNAs in both paired and triple models. Thus, miR-145-5p and miR-191-5p can be considered potential plasma biomarkers, while miR-191-5p, miR-210-3p, and miR-145-5p can be considered potential tissue biomarkers for the diagnosis of breast cancer. The findings need to be confirmed on a more representative cohort of samples.

Key words: microRNA, breast cancer, diagnostics, biomarker, plasma.

Information about authors:

Ashirbekov Yeldar Yerlanovich, Corresponding author, M. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Acting Head of Laboratory, eldarasher@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2265-9717>;

Abaildayev Arman Orazalyuly, M. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Junior Researcher, armandj_92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1813-1338>;

Belkozhayev Ayaz Maratovich, M. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Junior Researcher, ayaz_jarkent@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7429-4994>;

Sharipov Kamalidin Orynbayevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, M. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, General Director, Chief Researcher, imbb-acad.kz@mail.ru, skamalidin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5946-5521>;

Aitkhozhina Nagima Abenovna, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Biological Sciences, Professor, M. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Chief Researcher, aytkhozhina.nagima@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2507-6645>

REFERENCES

[1] McDonald E.S., Clark A.S., Tchou J., Zhang P., Freedman G.M. Clinical Diagnosis and Management of Breast Cancer // *J Nucl Med*. 2016. Vol. 57, Suppl 1. P. 9S-16S.

[2] Berg W.A. Tailored supplemental screening for breast cancer: what now and what next? // *AJR Am J Roentgenol*. 2009. Vol. 192 (2). P. 390-399.

[3] Siu A.L. U.S. Preventive Services Task Force. Screening for Breast Cancer: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement // *Ann Intern Med*. 2016. Vol. 164 (4). P. 279-296.

[4] Pimentel F., Bonilla P., Ravishankar Y.G., Contag A., Gopal N., LaCour S., Lee T., Niemz A. Technology in MicroRNA Profiling: Circulating MicroRNAs as Noninvasive Cancer Biomarkers in Breast Cancer // *J Lab Autom*. 2015. Vol. 20 (5). P. 574-88.

[5] Glinge C., Clauss S., Boddum K., Jabbari R., Jabbari J., Risgaard B., Tomsits P., Hildebrand B., Kääb S., Wakili R., Jespersen T., Tfelt-Hansen J. Stability of Circulating Blood-Based MicroRNAs – Pre-Analytic Methodological Considerations // *PLoS One*. 2017. Vol. 12 (2). e0167969.

[6] Толеутай У.К., Позднякова А.П. Этнические особенности заболеваемости раком молочной железы в Кызылординской области Казахстана // *Медицина*. 2013. №9. С. 48-51. [U.K. Toleutay, A.P. Pozdnyakovova. The ethnic features in the incidence of breast cancer in the Kyzyl-Orda region of Kazakhstan // *Medicina*. 2013. Vol.9. P. 48-51].

[7] Zununi Vahed S., Barzegari A., Rahbar Saadat Y., Mohammadi S., Samadi N. A microRNA isolation method from clinical samples // *Bioimpacts*. 2016. Vol. 6 (1). P. 25-31.

[8] Andersen C.L., Jensen J.L., Ørntoft T.F. Normalization of real-time quantitative reverse transcription-PCR data: a model-based variance estimation approach to identify genes suited for normalization, applied to bladder and colon cancer data sets // *Cancer Res*. 2004. Vol. 64 (15). P. 5245-50.

[9] Königshoff M., Kramer M., Balsara N., Wilhelm J., Amarie O.V., Jahn A., Rose F., Fink L., Seeger W., Schaefer L., Günther A., Eickelberg O. WNT1-inducible signaling protein-1 mediates pulmonary fibrosis in mice and is upregulated in humans with idiopathic pulmonary fibrosis // *J Clin Invest*. 2009. Vol. 119 (4). P. 772-87.

[10] The jamovi project (2020). Jamovi (Version 1.2) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

[11] Goksuluk D., Korkmaz S., Zararsiz G., Karaağaoğlu A.E. easyROC: An Interactive Web-tool for ROC Curve Analysis Using R Language Environment // *The R Journal*. 2016. Vol. 8 (2). P. 213-230.

[12] Donati S., Ciuffi S., Brandi M.L. Human Circulating miRNAs Real-time qRT-PCR-based Analysis: An Overview of Endogenous Reference Genes Used for Data Normalization // *Int J Mol Sci*. 2019. Vol. 20 (18). pii:E4353.

[13] Chan M., Liaw C.S., Ji S.M., Tan H.H., Wong C.Y., Thike A.A., Tan P.H., Ho G.H., Lee A.S. Identification of circulating microRNA signatures for breast cancer detection // *Clin Cancer Res*. 2013. Vol. 19 (16). P. 4477-87.

[14] Shao B., Wang X., Zhang L., Li D., Liu X., Song G., Cao H., Zhu J., Li H. Plasma microRNAs Predict Chemoresistance in Patients With Metastatic Breast Cancer // *Technol Cancer Res Treat*. 2019. Vol. 18. 1533033819828709.

[15] Hu Z., Dong J., Wang L.E., Ma H., Liu J., Zhao Y., Tang J., Chen X., Dai J., Wei Q., Zhang C., Shen H. Serum microRNA profiling and breast cancer risk: the use of miR-484/191 as endogenous controls // *Carcinogenesis*. 2012. Vol. 33 (4). P. 828-34.

[16] McDermott A.M., Kerin M.J., Miller N. Identification and validation of miRNAs as endogenous controls for RQ-PCR in blood specimens for breast cancer studies // *PLoS One*. 2013. Vol. 8 (12). e83718.

[17] Davoren P.A., McNeill R.E., Lowery A.J., Kerin M.J., Miller N. Identification of suitable endogenous control genes for microRNA gene expression analysis in human breast cancer // *BMC Mol Biol*. 2008. Vol. 9. 76.

[18] Gao X., Xie Z., Wang Z., Cheng K., Liang K., Song Z. Overexpression of miR-191 Predicts Poor Prognosis and Promotes Proliferation and Invasion in Esophageal Squamous Cell Carcinoma // *Yonsei Med J*. 2017. Vol. 58 (6). P. 1101-1110.

- [19]Zhang X., Wu M., Chong Q.Y., Zhang W., Qian P., Yan H., Qian W., Zhang M., Lobie P.E., Zhu T. Amplification of hsa-miR-191/425 locus promotes breast cancer proliferation and metastasis by targeting DICER1 // *Carcinogenesis*. 2018. Vol. 39 (12). P. 1506-1516.
- [20]Ng E.K., Li R., Shin V.Y., Jin H.C., Leung C.P., Ma E.S., Pang R., Chua D., Chu K.M., Law W.L., Law S.Y., Poon R.T., Kwong A. Circulating microRNAs as specific biomarkers for breast cancer detection // *PLoS One*. 2013. Vol. 8 (1). e53141.
- [21]Mar-Aguilar F., Mendoza-Ramírez J.A., Malagón-Santiago I., Espino-Silva P.K., Santuario-Facio S.K., Ruiz-Flores P., Rodríguez-Padilla C., Reséndez-Pérez D. Serum circulating microRNA profiling for identification of potential breast cancer biomarkers // *Dis Markers*. 2013. Vol. 34 (3). P. 163-9.
- [22]Schwarzenbach H. Clinical Relevance of Circulating, Cell-Free and Exosomal microRNAs in Plasma and Serum of Breast Cancer Patients // *Oncol Res Treat*. 2017. Vol. 40 (7-8). P. 423-429.
- [23]Adhami M., Haghdoost A.A., Sadeghi B., Malekpour Afshar R. Candidate miRNAs in human breast cancer biomarkers: a systematic review // *Breast Cancer*. 2018. Vol. 25(2). P. 198-205.
- [24]Petrović N. miR-21 Might be Involved in Breast Cancer Promotion and Invasion Rather than in Initial Events of Breast Cancer Development // *Mol Diagn Ther*. 2016. Vol. 20 (2). P. 97-110.
- [25]Ye P., Shi Y., An N., Zhou Q., Guo J., Long X. miR-145 overexpression triggers alteration of the whole transcriptome and inhibits breast cancer development // *Biomed Pharmacother*. 2018. Vol. 100. P. 72-82.
- [26]Sachdeva M., Zhu S., Wu F., Wu H., Walia V., Kumar S., Elble R., Watabe K., Mo Y.-Y. P53 represses c-Myc through induction of the tumor suppressor miR-145 // *Proc Natl Acad Sci USA*. 2009. Vol. 106 (9). P. 3207-12.
- [27]Tang W., Zhang X., Tan W., Gao J., Pan L., Ye X., Chen L., Zheng W. miR-145-5p Suppresses Breast Cancer Progression by Inhibiting SOX2 // *J Surg Res*. 2019. Vol. 236. P. 278-287.
- [28]Jiang Y., Wang D., Ren H., Shi Y., Gao Y. MiR-145-targeted HBXIP modulates human breast cancer cell proliferation // *Thorac Cancer*. 2019. Vol. 10 (1). P. 71-77.
- [29]Kodahl A.R., Lyng M.B., Binder H., Cold S., Gravgaard K., Knoop A.S., Ditzel H.J. Novel circulating microRNA signature as a potential non-invasive multi-marker test in ER-positive early-stage breast cancer: a case control study // *Mol Oncol*. 2014. Vol. 8 (5). P. 874-83.
- [30]Hu J., Xu J., Wu Y., Chen Q., Zheng W., Lu X., Zhou C., Jiao D. Identification of microRNA-93 as a functional dysregulated miRNA in triple-negative breast cancer // *Tumour Biol*. – 2015. – Vol. 36 (1). – P. 251-8.
- [31]Camps C., Buffa F.M., Colella S., Moore J., Sotiriou C., Sheldon H., Harris A.L., Gleadow J.M., Ragoussis J. hsa-miR-210 Is induced by hypoxia and is an independent prognostic factor in breast cancer // *Clinical Cancer Research*. 2008. Vol. 14 (5). P. 1340-1348.
- [32]Pasculli B., Barbano R., Rendina M., Fontana A., Copetti M., Mazza T., Valori V.M., Morrilli M., Maiello E., Graziano P., Murgo R., Fazio V.M., Esteller M., Parrella P. Hsa-miR-210-3p expression in breast cancer and its putative association with worse outcome in patients treated with Docetaxel // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. 14913.
- [33]Jung E.J., Santarpia L., Kim J., Esteva F.J., Moretti E., Buzdar A.U., Leo A.D., Le X.F., Bast Jr R.C., Park S.T., Pusztai L., Calin G.A. Plasma microRNA 210 levels correlate with sensitivity to trastuzumab and tumor presence in breast cancer patients // *Cancer*. 2012. Vol. 118 (10). P. 2603-2614.
- [34]Madhavan D., Peng C., Wallwiener M., Zucknick M., Nees J., Schott S., Rudolph A., Riethdorf S., Trumpp A., Pantel K., Sohn C., Chang-Claude J., Schneeweiss A., Burwinkel B. Circulating miRNAs with prognostic value in metastatic breast cancer and for early detection of metastasis // *Carcinogenesis*. 2016. Vol. 37 (5). P. 461-470.
- [35]Markou A., Zavridou M., Sourvinou I., Yousef G., Kounelis S., Malamos N., Georgoulis V., Lianidou E. Direct Comparison of Metastasis-Related miRNAs Expression Levels in Circulating Tumor Cells, Corresponding Plasma, and Primary Tumors of Breast Cancer Patients // *Clinical Chemistry*. 2016. Vol. 62 (7). P. 1002-1011.
- [36]Song J., Ouyang Y., Che J., Li X., Zhao Y., Yang K., Zhao X., Chen Y., Fan C., Yuan W. Potential Value of miR-221/222 as Diagnostic, Prognostic, and Therapeutic Biomarkers for Diseases // *Frontiers in Immunology*. 2017. Vol. 8. 56.
- [37]Kim J., Oh S., Park S., Ahn S., Choi Y., Kim G., Kim S.I., Lee H. Circulating miR-221 and miR-222 as Potential Biomarkers for Screening of Breast Cancer // *Biomedical Science Letters*. 2019. Vol. 25. P. 185-189.
- [38]Zhang L., Xu Y., Jin X., Wang Z., Wu Y., Zhao D., Chen G., Li D., Wang X., Cao H., Xie Y., Liang Z. A circulating miRNA signature as a diagnostic biomarker for non-invasive early detection of breast cancer // *Breast Cancer Res Treat*. 2015. Vol. 154 (2). P. 423-434.
- [39]Wu Q., Wang C., Lu Z., Guo L., Ge Q. Analysis of serum genome-wide microRNAs for breast cancer detection // *Clinica Chimica Acta*. 2012. Vol. 413 (13-14). P. 1058-1065.
- [40]Fan Q., Yang L., Zhang X., Peng X., Wei S., Su D., Zhai Z., Hua X., Li H. The emerging role of exosome-derived non-coding RNAs in cancer biology // *Cancer Lett*. 2018. Vol. 414. P. 107-115.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-1483.137>

Volume 6, Number 334 (2020), 65 – 72

ӘОЖ 595.762. (574.52)

Р.У. Саимова

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: saimova_rita@mail.ru

ОҢТҮСТІК–ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН АГРОЛАНДШАФТАРЫНДАҒЫ
БАРЫЛДАУЫҚ ҚОҢЫЗДАРДЫҢ (COLEOPTERA, CARABIDAE)
ТАКСОНДЫҚ ҚҰРАМЫ

Аннотация. 2019-2020 жылдары жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша Оңтүстік-Шығыс Қазақстан агроландшафттарындағы барылдауық қоңыздың (Carabidae) 18 туысына жататын 29 түрі анықталды. Бұлардың ішінде түр құрамы жағынан басым туыстар – *Harpalus* (5 түр, 17%), *Poecilus* (3 түр, 11%), қалған 16 туыстан 1-2 түрден ғана белгілі болды. Мақалада барылдауық қоңыз агроценоздарында тіршілік ететін мекені, қоректік байланыстары мен агроценозға тигізетін әсері, практикалық маңызы көрсетілді. Зерттеу нәтижесінде табылған түрлер қоректік байланысына қарай келесідей 3 топқа бөлінді: өсімдікқоректі, араласқоректі және жыртқыштар. Өсімдікқоректілер – *Acupalpus elegans* Dejean, 1829, *Zabrus tenebrioides* Goeze, 1777. Араласқоректілер – *Amara aenea* (DeGeer, 1774), *Amara similata* Gyllenhal, 1810, *Calathus halensis* (Schaller, 1783), *Harpalus smaragdinus* (Duftschmid, 1812), *Harpalus affinis* Schrank, 1781, *Harpalus anxius* Duftschmid, 1812, *Harpalus distinguendus* (Duftschmid, 1812), *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774), *Poecilus sericeus sericeus* Fischer von Waldheim, 1824, *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824), *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758). Жыртқыштар – *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763), *Brachinus crepitans* Linnaeus, 1758, *Brachinus ejaculans* Fischer-Waldheim, 1828, *Carabus cicatricosus* Fischer von Waldheim, 1842, *Carabus nemoralis* Müller, 1764, *Calosoma auropunctatum* (Herbst, 1784), *Calosoma denticolle* Gebler, 1833, *Chlaenius spoliatus* Rossi, 1790, *Cymindis picta* Pallas, 1771, *Elaphrus cupreus* Duftschmid, 1812, *Elaphrus riparius* (Linnaeus, 1758), *Microlestes minutulus* Goeze, 1777, *Lebia cruxminor* Linnaeus, 1758, *Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775), *Notiophilus aquaticus* Linnaeus, 1758, *Pterostichus niger* (Schaller, 1783). Өсімдікқоректілерге 2 түр (8%), араласқоректілерге 11 түр (48%), жыртқыштарға 16 түр (44%) жатады.

Түйін сөздер: барылдауық қоңыз, Carabidae, агроландшафт, Оңтүстік-Шығыс Қазақстан, таксондық құрам.

Кіріспе. Барылдауық қоңыздар – қаттықанаттылар отрядының ең үлкен тұқымдастарының бірі, олардың дернәсілінің көпшілігі топырақта немесе топырақ бетінде тіршілік етеді; ерекшелігі, олардың кейбіреуі ылғалды орманда, қабық астында, қураған ағашта тіршілік етеді. Барылдауық қоңызды ылғалдылығына қарай О.Л. Крыжановский [1] мынадай екі үлкен топқа бөледі: гигрофилдер мен мезофилдер. Гигрофилдер су қоймалары мен өзен жағалауында немесе өте ылғалды топырақта кездеседі (*Nebria*, *Elaphrini*, *Dyschirius*, *Bembidion*, *Chlaenius*, кейбір *Pterostichus*). Мезофилдер таулы аймақтарда тіршілік етеді (*Carabus*, *Amara*, *Harpalus* және *Pterostichus* көп бөлігі, т.б.). Барылдауық қоңыздың көпшілігі – полифагиялық жыртқыштар. Полифаг жыртқыш санының көп болуы олардың практикалық маңыздылығын анықтайды. Фитофагтар мен миксофагтардың барылдауық қоңыздарының арасында экономикалық маңызы бар зиянкестер кездеседі. Көптеген қоңыздар үшін барлық абиотикалық факторлардың ішінде топырақтың ылғалдылығы маңызды. Түрлердің басым көпшілігі температурасы салыстырмалы түрде төмен ылғалды биотоптарға бейім. Мұндай талаптар, әсіресе, мамандандырылмаған полифаг жыртқыштарға тән. Фитофагтар арасында мезоксерофильді түрлердің үлесі едәуір жоғары, өйткені бұл түрлер басқа фитофагтар сияқты организмдегі ылғал жетіспеушілігін өсімдік шырынын сору есебінен өтей алады [1].

Материал мен зерттеу әдістері. Зерттеу жұмыстары Алматы облысы, Талғар, Іле, Жамбыл, Қарасай, Еңбекшіқазақ ауданы агроценозындағы барылдауық қоңыздардың түр құрамын зерттеуге арналды. Далалық зерттеулер 2019-2020 жылдары мамыр айының басынан қыркүйектің соңына

дейін жүргізілді. Зерттеулер энтомологияда жалпы қабылданған әдістерді қолдану арқылы жүргізілді [2, 3, 4]. Ұсталған жәндіктер этилацетаты бар тұншықтырғыш ыдысқа салынып, сонан соң мақта матрасшаларға салынды. Зертханалық жағдайда үлкен жәндіктер энтомологиялық инелерге тізілді, ал кішкентайлары мөлшеріне қарай энтомологиялық желіммен картон тік төртбұрыш қағаздарға желімделді немесе үшбұрыш қағаздарға бүйірінен жапсырылды. Зерттеу барысында зерттелетін аймақтардың пайдалы энтомофаунасы – энтомофагтардың зақымдануы мейлінше аз болатындай етіп, топырақ тұзағының экологиялық түрі де қолданылды [5]. Сонымен қатар барылдауық қоңыздарды ұстау үшін Барбер топырақ қақпаны қолданылды [6]. Зерттелген егістік аумағына 10 метр арақашықтықта 10 қақпаннан қойылды, топырақ қақпаны мамыр соңынан қазанның ортасына дейін тұрды. Қақпаннан қоңыздарды әрбір 7-10 күнде жиналды. Жәндіктерді зертханалық зерттеу және олардың түрлерін анықтау үшін микроскоптар қолданылды.

Зерттеулердің нәтижелері. Жүргізілген жұмыс нәтижелері бойынша Оңтүстік-Шығыс Қазақстан агроландшафттарының (соя, жоңышқа, арпа, бидай, жүгері және т.б.) зиянкестері мен энтомофагтар тізімдері жасалды. Төменде зерттелген аймақтың анықталған түрлері туралы ақпарат келтірілген.

Acupalpus elegans Dejean, 1829. Мамыр-шілде айларында жиі барлық зерттеу аймақтарында кездесті. Жасанды жарық көзіне ұшып келеді. Мезофил. Фитофаг, өсімдіктермен қоректенеді. Зерттеу аймағында дәнді дақылдар егістіктерінде кездесті [8, 9].

Amara aenea (DeGeer, 1774). Агроценоздардың құрғақ құмды топырағында тіршілік етеді. Аралас қоректі. Бұл мәдени дақылдардың зиянкестері, бидайдың және басқа дәнді дақылдардың дәнін кеміреді. Сонымен қатар Hymenoptera жұмыртқаларымен, *Acyrtosiphon pisum* [10], Aphididae [11].

Amara similata Gyllenhal, 1810. Агроэкожүйелерде аталған туыстың ең көп таралған өкілі. Бұл түрдің ересектері айқышгүлділер тұқымдарымен қоректенеді [12]. Көпқоректі зиянкес. Көктемде олар жас өсімдікті, ал жазда генеративті мүшелерін зақымдайды, дәнді дақыл, күрделігүлділер және басқа өсімдіктердің тұқымымен қоректенеді. Сонымен қатар, бұл қоңыз ұлу (Mollusca) [13], өсімдік битімен (*Rhopalosiphum padi* L., *Metopolophium dirhodum* Walk.) [14] қоректенеді.

Anchomenus dorsalis (Pontoppidan, 1763) үнемі агроценоздарды мекендейтін түрлер қатарына жатады. Өте ылғалды аймақтарды қоспағанда, орташа ылғалды биотоптарда, егістік жерлерде және қалыпты ылғалды биотоптарда кездеседі [83]. Aphididae [11, 15], *Macrosiphum avenae* F. [16], *Rhopalosiphum padi* L. [17], *Acyrtosiphon pisum* Harris [18], *Contarinia tritici* (Kirby) [19] қоректенеді.

Brachinus crepitans Linnaeus, 1758. Қауіп төнген жағдайда, анальды безден қорғаныш сұйықтығын шығарады, ол бомбалаушы атауына сәйкес тиісті шертумен жарылып кетеді. Ұсақ зиянкестердің энтомофагы. Дернәсілдер, басқа бомбалаушы түрлер сияқты, топырақта дамиды, басқа қоңыздардың қуыршақ паразиттері. Алматы облысында азықтық дақылдар алқабында, кең таралған түрлердің бірі [1, 20].

Brachinus ejaculans Fischer-Waldheim, 1828. Дала бомбалаушы қоңызы зиянкес жәндіктердің энтомофагы [1, 21]. Дернәсілдер, басқа бомбалаушы түрлер сияқты топырақта дамиды, басқа қоңыздардың қуыршақ паразиттері. Алматы облысында азықтық дақылдар алқабында, кең таралған түрлердің бірі.

Calathus halensis (Schaller, 1783). Бұл көбінесе түнде белсенді, күндіз әртүрлі баспанада тығылады. Кейде егілген тұқымдар мен дәнді дақылдардың көшетін жеп, зиян келтіреді. Бірақ қоңыз көптеген зиянкестерді – жұлдызкұрт, қандала, фитофаг қоңыздары мен олардың дернәсілін жейтіндіктен, зиянкестігі оның тигізетін пайдасы арқылы бірнеше рет өтеледі. Қазақстанның Оңтүстік-шығысында көп кездесетін түрдің бірі [21].

Carabus cicatricosus Fischer von Waldheim, 1842. Түнде және ымыртта белсенді, күндіз тас, қоқыстың, т.б. астына тығылады. Энтомофаг. Ол әртүрлі омыртқасыздарды, зиянды жәндіктермен ғана емес, ұлу, шаяндармен де қоректенеді және тигізетін пайдасы зор [21].

Carabus nemoralis Müller, 1764. Қоңыздар топырақта саябақтарда, көкөніс бақтарында, жайылымдарда тіршілік етеді. Ол Алматы қаласына кездейсоқ әкелінген, қазір Алматы облысында белсенді қоныстанған. Көптеген барылдауық қоңыз сияқты ересек қоңыздар мен олардың дернәсілдері ауыл шаруашылығының түрлі зиянкестерін кетіретін пайдалы энтомофагтар болып саналады. Агроценоздарды үнемі мекендейтін түрлер кешеніне жатады [1, 21].

Calosoma auropunctatum (Herbst, 1784). Ересектер мен дернәсілдері – түнгі белсенді жыртқыштар, түрлі омыртқасыздармен қоректенеді, атап айтқанда, ауылшаруашылығына үлкен зиян келтіретін күздік түн көбелегінің және шалғын боз откөбелегінің жұлдызқұрттары [21]. Алматы облысында бұл мал азықтық дақыл алқаптарында жиі кездеседі.

Calosoma denticolle Gebler, 1833. Түнгі жыртқыш, көптеген қауіпті зиянкестерді – түнгі көбелектердің, шалғын мұр көбелектерінің жұлдызқұртымен, қоңыз дернәсілдерімен және т.б. қоректенеді [21]. Қазақстанның оңтүстік-шығысында жаппай кездесетін әдеттегі түрлердің бірі. Соя, жүгері егістіктерінде кездесті.

Chlaenius spoliatus Rossi, 1790. Белсенді жыртқыш, ол зиянды моллюска және насекомдармен қоректенеді. Ұсақ омыртқалылар өлекселерімен қоректенуі мүмкін, өлексежегіш қоңыздармен бірге табиғатта санитарь рөлін атқарады [1, 21]. Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы азық дақыл алқабында, суару каналының маңында кездеседі.

Cymindis picta Pallas, 1771. Барлық ашық құрғақ жерлерде маусым-қыркүйекте кездесетін әдеттегі түр. Зоофаг түрлі омыртқасыздармен қоректенеді [21]. Соя, бидай егістіктерінде кездесіп, топырақ тұзағына түскен.

Elaphrus cupreus Duftschmid, 1812. Белсенді жыртқыш. Герпетобионт. Ылғалды жерлерде таралған [21]. Зерттеу аймағында соя, жүгері, бидай және жоңышқа егістіктерінен кездесті, топырақ тұзағына түскен.

Elaphrus riparius (Linnaeus, 1758). Олар күн шуағы түскенде өте белсенді, қорек табу үшін бір жерден екінші жерге ұшады. Қоңыздар мен дернәсілдері – жыртқыштар [22]. Зерттеу аймағында соя, бидай, жүгері және жоңышқа егістігінен кездестірдік, топырақ тұзағына түсті. Өңделген жерде ол өсімдіктері тығыз егістікте, түрлі су қойма бойында және тығыз өсімдікті агроценозда кездеседі [21].

Microlestes minutulus Goeze, 1777. Белсенді жыртқыш, түрлі насекомдармен қоректенеді. Эвритоппы түр, түрлі биотоптарда тіршілік етеді. Зерттеу аумағындағы егістіктерде көптеген зиянкесті жойып, орасан пайда келтіреді [1].

Pterostichus niger Schaller, 1783. Жерден, өсімдік жабыны астынан, ағаштан, қабық астынан да қорек іздейтін белсенді жыртқыш. Ол жұлдызқұрт, насекомдардың түрлі даму сатысындағы дернәсілдермен және қуыршақтармен қоректенеді, көптеген зиянкестерін жойып, пайда келтіреді. Ол зиянкестер: Mollusca [17], Elateridae [23], *Rhopalosiphum padi* L. [104] қоректенеді. Алматы облысында зерттеу аймағында жиі кездеседі.

Harpalus affinis Schrank, 1781. Егістіктер мен шалғындарда кездеседі. Қоңыздар маусымнан тамыз бойы кездеседі. Аралас қоректі, өсімдік биттерімен (Aphididae) [11], *Rhopalosiphum padi* L. [17] қоректенеді, дегенмен көбіне өсімдіктермен тіршілік етеді. Барлық жерде әдеттегі түр кездеседі. Эвритоппық түр. Агроценозды үнемі мекендейтін түрлер қатарына жатады.

Harpalus anxius Duftschmid, 1812. Араласқоректі, түрлі өсімдіктермен және жәндіктермен қоректенеді. Егістіктер мен шалғындарда кездеседі. Зерттеу аймағында бидай, жүгері егістігінде кездесті, дәнмен қоректенеді, топырақ тұзағына түсті. Жасанды жарық көзіне ұшып келеді.

Harpalus distinguendus (Duftschmid, 1812). Политопты мезофил. Барлық жерде әдеттегі түр. Егістіктер мен шалғында кездеседі. Эвритермді түр [1, 21]. Ашық қыздырылған жерлерде, соның ішінде өңделген алқаптардағы егістіктерде кездеседі. Араласқоректі, түрлі астық өсімдіктерінің дәнімен қоректенеді. Сонымен қатар *Leptinotarsa decemlineata* Say [25], *Acyrtosiphon pisum* Harris [26] қоректенеді.

Harpalus smaragdinus (Duftschmied, 1812). Егістіктер мен шалғында кездеседі. Ол негізінен өсімдіктермен қоректенеді және дәнді дақылдарға зиян келтіреді, сүттік пісу сатысында тұқым кеміреді. Жәндік зиянкестерінің аз қозғалатын даму сатысындағы кіші және орташа мөлшердегі жұмыртқа, дернәсіл, қуыршақтарымен қоректенеді [1, 21].

Harpalus rufipes (De Geer, 1774). Алуантүрлі биотоптарда тіршілік етеді. Араласқоректі, кейде өсімдіктерге зиян тигізеді, яғни бидайдың және басқа дәнді дақылдардың піспеген дәнін, сондай-ақ себілген қылқан жапырақтылар тұқымын жейді. Бұл зақымданудың болмашы залалы көбінесе барылдауық қоңыздың колорадо қоңызын, тамыр бізтұмсық қоңызын, түнгі көбелек жұлдызқұртын және басқа да көптеген зиянкестерді жеу арқылы өтеледі. Қазақстанның Оңтүстік-шығысындағы азық дақыл алқаптарында барылдауық қоңыздың ең көп және кең таралған түрінің бірі. Мамыр

соңынан тамыз соңына дейін белсенді. Агроценоздарды үнемі мекендейтін түрлер тобына жатады. Ол көпқоректі зиянкестер ретінде белгілі [27].

Lebia cruxminor Linnaeus, 1758. Қоңыздар жүгері мен жоңышқа алқаптарында кездеседі [1, 21]. Өсімдігі мол шалғында, орман шетінде, егістіктерде кездеседі. *Lebia cruxminor* дернәсілдері – жапырақ жегіш қоңыз дернәсілдері мен қуыршақтарының паразиттері: *Chrysolina brunsvicensis*, *Chrysolina varians* [12].

Loricera pilicornis (Fabricius, 1775). Ересек дарасы мен дернәсілдері – жыртқыш. Ересек даралары қыстайды. Зерттеу аймағында соя, бидай егістігінде кездесті, топырақ тұзағына түсті. Егістіктегі зиянкестермен: Aphididae [15], *Rhopalosiphum padi* L. [17], *Contarinia tritici* (Kirby) [19] қоректенеді.

Notiophilus aquaticus Linnaeus, 1758. Ылғалды шалғын мен егістіктерде тіршілік етеді. Зерттеу аймағында жүгері, жоңышқа егістігінде кездесті [21]. Құйрықаяқтылармен (*Collembola*) қоректенеді, олар барлық жерде топырақтың беткі қабатында, өсімдік жабыны арасында ылғалды жерде кездеседі.

Poecilus sericeus sericeus Fischer von Waldheim, 1824. Араласқоректі, өсімдіктермен және жәндіктермен қоректенеді, көптеген насеком, құрлық ұлуы және басқа да омыртқасыздардың санын табиғи түрде реттейді, оның ішінде қауіпті зиянкестер де бар. Мезофил. Суарылатын егістіктерде басым кездесетін түрдің бірі. Егістіктерде гербицидтерді пайдалану әсерінен аталған түрдің саны төмендейді [21].

Poecilus versicolor (Sturm, 1824). Араласқоректі, кейде түрлі мәдени өсімдіктерге зиян келтіреді, негізінен көктемде құрғақ ауа райында, қоңыздар дененің су тепе-теңдігін қалпына келтіру үшін шырынды өсімді кеміреді [8, 11]. Эврибионт. Агроценозды үнемі мекендейтін түрлер тобына жатады. Бұл қоңыз *Leptinotarsa decemlineata* Say [25], Aphididae [15] қоректенеді.

Poecilus cupreus (Linnaeus, 1758). Бұл түрдің жалпы тіршілігі *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824) түріне ұқсайды, жиі бірге кездеседі. Зерттеу аймағында бидай, соя, жоңышқа егістіктерінде кездесті, топырақ тұзағына түсті. Үнемі агроценозды мекендейтін түрлер тобына жатады. Ауылшаруашылық ландшафттарында бұл тұқымдастың көп тараған өкілі болып саналады [28]. Араласқоректі, өсімдікпен және жәндіктермен қоректенеді. Агрolandшафттардағы түрлі зиянкестермен: *Haplothrips tritici* Kurd. [27], Elateridae [27], *Leptinotarsa decemlineata* Say [25], *Oulema melanopus* L. [29], *Eurygaster integriceps* Put. [30], *Macrosiphum avenae* F., *Ropalosiphum padi* L., *Metopolophium dirhodum* Walk., *Agrotis segetum* Den. et Schiff. [27] қоректенеді.

Pterostichus niger (Schaller, 1783). Жыртқыш, түрлі насеком, олардың дернәсілімен және қуыршақтарымен қоректенеді [21]. Зерттеу аймағындағы зиянкес жәндіктердің санын реттеп, көп пайда келтіреді. Олар ылғалды топырақта, егістік, шабындықтардың жол жиегінде шөптер мен бұталар өскен орман, бақтарда кездеседі.

Zabrus tenebrioides Goeze, 1777. Кең таралған түр, күндіз тас астында тығылады, түнде астық дәнімен (бидай, қара бидай, арпа) қоректенеді. Бұлар ылғалға бейім болғандықтан, суару кезінде саны көп кездеседі. Қоңыздар көбіне маусым соңында шығады, дернәсілдері қыстайды және мамыр соңында топырақта қуыршаққа айналады. Қоңыздар егіске дәннің толысқан кезінде қоныстанып, түнде астықтың жұмсақ дәнімен қоректенеді. Дернәсілдері түнде топырақ бетіне шығып, астық дақылдың жапырақтарымен қоректенеді. Күндіз жапырақтың бір бөлігін ініне тартады. Дернәсілдері күздік егіске зиян келтіреді. 0-5°C салқындық түскенде дернәсіл қоректенуді тоқтатып, топыраққа 30-40 см тереңдікке қыстауға кетеді [31].

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Зерттеу нәтижелері бойынша Оңтүстік-Шығыс Қазақстан агрolandшафттарындағы барылдауық қоңыздың таксондық құрамы анықталды. Барылдауық қоңыздардың (Carabidae) 18 туысына жататын 29 түрі анықталды. Бұлардың ішінде түр құрамы жағынан басым туыстар – *Harpalus* (5 түр, 17%), *Poecilus* (3 түр, 11%), қалған туыстардан 1-2 түрден белгілі болды. Зерттеу нәтижесінде табылған түрлер қоректік байланысына қарай 3 топқа бөлінеді: өсімдікқоректі, араласқоректі және жыртқыштар.

Өсімдікқоректілер – *Acupalpus elegans* Dejean, 1829, *Zabrus tenebrioides* Goeze, 1777.

Араласқоректілер – *Amara aenea* (DeGeer, 1774), *Amara similata* Gyllenhal, 1810, *Calathus halensis* (Schaller, 1783), *Harpalus smaragdinus* (Duftschmied, 1812), *Harpalus affinis* Schrank, 1781,

Harpalus anxius Duftschmid, 1812, *Harpalus distinguendus* (Duftschmid, 1812), *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774), *Poecilus sericeus sericeus* Fischer von Waldheim, 1824, *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824), *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758).

Жыртқыштар – *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763), *Brachinus crepitans* Linnaeus, 1758, *Brachinus ejaculans* Fischer-Waldheim, 1828, *Carabus cicatricosus* Fischer von Waldheim, 1842, *Carabus nemoralis* Müller, 1764, *Calosoma auropunctatum* (Herbst, 1784), *Calosoma denticolle* Gebler, 1833, *Chlaenius spoliatus* Rossi, 1790, *Cymindis picta* Pallas, 1771, *Elaphrus cupreus* Duftschmid, 1812, *Elaphrus riparius* (Linnaeus, 1758), *Microlestes minutulus* Goeze, 1777, *Lebia cruxminor* Linnaeus, 1758, *Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775), *Notiophilus aquaticus* Linnaeus, 1758, *Pterostichus niger* (Schaller, 1783).

Өсімдікқоректілерге 2 түр (8%), араласқоректілерге 11 түр (48%), жыртқыштарға 16 түр (44%) жатады.

Қорытынды. 2019-2020 жылдары жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша Оңтүстік-Шығыс Қазақстан агроландшафттарындағы барылдауық қоңыздың (Carabidae) 18 туысына жататын 29 түрі анықталды. Бұлардың ішінде түр құрамы жағынан басым туыстар – *Harpalus* (5 түр, 17%), *Poecilus* (3 түр, 11%), қалған 16 туыстан 1-2 түрден ғана белгілі болды. Бұл барылдауық қоңыз агроценоздарындағы тіршілік ететін мекені, олардың қоректік байланыстары мен агроценозға тигізетін әсері, практикалық маңызы көрсетілді. Зерттеу нәтижесінде табылған түрлер қоректік байланысына қарай 3 топқа бөлінді: өсімдікқоректі (өсімдіктермен қоректенеді), араласқоректі (өсімдік, жануарлармен қоректенеді) және жыртқыштар (жәндіктермен қоректенеді). Өсімдікқоректілерге 3 түр (8%), араласқоректілерге 11 түр (48%), жыртқыштарға 16 түр (44%) жататыны белгілі болды.

Р.У. Саимова

КазНПУ им. Абая, Алматы, Қазақстан

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) В АГРОЛАНДШАФТАХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. Жужелицы (Carabidae) – одно из самых крупных семейств жесткокрылых насекомых, большая часть их личинок обитает в почве или на поверхности почвы; некоторые из них живут во влажных лесах, под корой, на сухих деревьях. По требованию влажности жуки делятся на две группы: гигрофилы и мезофилы. Гигрофилы встречаются в водоемах и на берегах рек или в очень влажных почвах (*Nebria*, *Elaphrini*, *Dyschirius*, *Bembidion*, *Chlaenius*, некоторые *Pterostichus*). Мезофилы – обитают в горных районах (чаще всего *Carabus*, *Amara*, *Harpalus* және *Pterostichus* и др.). Большинство жуков – многоядные хищники. Большое количество многоядных хищников определяет их практическое значение.

Жуки-фитофаги и миксофаги – вредители, имеющие экономическое значение. Для всех жуков наиболее важным из абиотических факторов является влажность почвы. Подавляющее большинство видов склонно к относительно низкотемпературным биотопам. Такие требования особенно характерны для неспециализированных многоядных хищников. Доля мезоксерофильных видов среди фитофагов намного выше, поскольку эти виды, как и другие фитофаги, могут компенсировать недостаток влаги в организме, поглощая соки растений.

Исследования были направлены на изучение видового состава жужелиц агроценозов Алматинской области, Талгарского, Илийского, Жамбылского, Карасайского, Енбекшиказахского районов. Полевые исследования проводились в 2019-2020 годах с начала мая до конца сентября. Исследование проводилось с использованием общепринятых в энтомологии методов. В исследовании также использовался экологический тип почвенной ловушки, чтобы минимизировать ущерб полезной энтомофауне изучаемой территории – энтомофагов. Для ловли жуков использовались также почвенные ловушки Барьера. Установлено по 10 ловушек на расстоянии 5 метров в исследуемом участке поля, почвенные ловушки устанавливались с конца мая до середины октября. Жуков из ловушки собирали каждые 7–10 дней.

По результатам работы составлены списки вредителей и энтомофагов агроландшафтов Юго-Восточного Казахстана (соя, люцерна, ячмень, пшеница, кукуруза и др.).

По результатам исследования выявлено 29 видов, относящихся к 18 родам жужелиц (Carabidae) в агроландшафтах Юго-Восточного Казахстана. Из них преобладающие по видовому составу *Harpalus* (5 видов, 17%), *Poecilus* (3 вида, 11%), из остальных 16 родов известны только 1-2 вида. В статье показаны места обитания этих жуков в агроценозах Юго-Восточного Казахстана, их трофические связи и влияние на

агроценоз и их практическое значение. Виды, обнаруженные в ходе исследования, в зависимости от питания были разделены на 3 группы: фитофаги (питаются растениями), миксофаги (питаются и растительностью и животной пищей) и энтомофаги (питаются насекомыми). Фитофаги: *Acupalpus elegans* Dejean, 1829, *Zabrus morio* Ménétrière, 1832, *Zabrus tenebrioides* Goeze, 1777. Миксофаги: *Amara aenea* (DeGeer, 1774), *Amara similata* Gyllenhal, 1810, *Calathus halensis* (Schaller, 1783), *Harpalus smaragdinus* (Duftschmid, 1812), *Harpalus affinis* Schrank, 1781, *Harpalus anxius* Duftschmid, 1812, *Harpalus distinguendus* (Duftschmid, 1812), *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774), *Poecilus sericeus sericeus* Fischer von Waldheim, 1824, *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824), *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758). Энтомофаги: *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763), *Brachinus crepitans* Linnaeus, 1758, *Brachinus ejaculans* Fischer-Waldheim, 1828, *Carabus cicatricosus* Fischer von Waldheim, 1842, *Carabus nemoralis* Müller, 1764, *Calosoma auropunctatum* (Herbst, 1784), *Calosoma denticolle* Gebler, 1833, *Chlaenius spoliatus* Rossi, 1790, *Cymindis picta* Pallas, 1771, *Elaphrus cupreus* Duftschmid, 1812, *Elaphrus riparius* (Linnaeus, 1758), *Microlestes minutulus* Goeze, 1777, *Lebia cruxminor* Linnaeus, 1758, *Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775), *Notiophilus aquaticus* Linnaeus, 1758, *Pterostichus niger* (Schaller, 1783). Фитофаги 3 вида (8%), миксофаги 11 видов (48%), энтомофаги 16 видов (44%).

Ключевые слова: жуужелицы, Carabidae, агроландшафт, Юго-Восточный Казахстан, таксономический состав.

R.U. Saimova

Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

TAXONOMIC COMPOSITION OF GROUND BEETLES (COLEOPTERA, CARABIDAE) IN AGRICULTURAL LANDSCAPES OF SOUTH-EAST KAZAKHSTAN

Abstract. Ground beetles (Carabidae) are one of the largest families of coleopteran insects; most of their larvae inhabit the soil or soil surface; some of them live in moist forests, under tree bark, and on dry trees. Based on the need for moisture, beetles are divided into two groups: hygrophiles and mesophiles. Hygrophiles are found in water reservoirs, on river banks, or in very wet soils (*Nebria*, *Elaphrini*, *Dyschirius*, *Bembidion*, *Chlaenius*, some *Pterostichus*). Mesophiles live in mountainous areas (oftenly *Carabus*, *Amara*, *Harpalus*, *Pterostichus*, etc.). Most beetles are polytrophic predators. A large number of polytrophic predators define their practical importance.

Herbivorous and omnivorous beetles are pests of economic significance. For all beetles, the most important abiotic factor is soil moisture. The overwhelming majority of species are inclined to live in relatively low-temperature biotopes. Such needs are especially typical for non-specialized polytrophic predators. The proportion of meso-xerophilic species among herbivores is much higher, since these species, like other herbivores, can compensate for the lack of moisture in the body by absorbing plant juices.

The studies were aimed at researching the species composition of ground beetles in agricultural cenoses of the Almaty, Talgar, Ili, Zhambyl, Karasai, and Enbekshikazakh regions. Field studies were carried out in 2019-2020 from early May to late September. The research was conducted using methods generally accepted in entomology. The study also used an ecological type of soil trap to minimize damage to the beneficial entomological fauna of the study area – insectivores. Also, Barrier soil traps were used to capture the beetles. 10 traps were installed at a distance of 5 meters in the research area of the field: soil traps were installed from late May to mid-October. Beetles were collected from the trap every 7–10 days.

Based on the results of the research, lists of pests and insectivores of agricultural landscapes of South-East Kazakhstan (soybeans, alfalfa, barley, wheat, corn, etc.) were compiled.

According to the results of the study, 29 species belonging to 18 genera of ground beetles (Carabidae) in the agricultural landscapes of South-East Kazakhstan were identified. Of these, *Harpalus* (5 species, 17%), *Poecilus* (3 species, 11%) were predominant in species composition, and only 1-2 species were known to be from the remaining 16 genera. The article shows the habitats of these beetles in the agricultural cenoses of South-East Kazakhstan, their trophic relationship and impact on the agrocenosis, and their practical significance. The species discovered in the course of the study were divided into 3 groups based on their diet: herbivores (feed on plants), omnivores (feed on both vegetation and animal food) and insectivores (feed on insects). Herbivores: *Acupalpus elegans* Dejean, 1829, *Zabrus morio* Ménétrière, 1832, *Zabrus tenebrioides* Goeze, 1777. Omnivores: *Amara aenea* (DeGeer, 1774), *Amara similata* Gyllenhal, 1810, *Calathus halensis* (Schaller, 1783), *Harpalus smaragdinus* (Duftschmid, 1812), *Harpalus affinis* Schrank, 1781, *Harpalus anxius* Duftschmid, 1812, *Harpalus distinguendus* (Duftschmid, 1812), *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774), *Poecilus sericeus sericeus* Fischer von Waldheim, 1824, *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824), *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758). Insectivores: *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763), *Brachinus crepitans* Linnaeus, 1758, *Brachinus ejaculans* Fischer-Waldheim, 1828, *Carabus cicatricosus* Fischer von Waldheim, 1842, *Carabus nemoralis* Müller, 1764, *Calosoma auropunctatum* (Herbst, 1784), *Calosoma denticolle* Gebler, 1833, *Chlaenius spoliatus* Rossi, 1790, *Cymindis picta* Pallas, 1771, *Elaphrus cupreus* Duftschmid, 1812, *Elaphrus riparius* (Linnaeus, 1758), *Microlestes minutulus* Goeze, 1777, *Lebia*

cruxminor Linnaeus, 1758, *Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775), *Notiophilus aquaticus* Linnaeus, 1758, *Pterostichus niger* (Schaller, 1783). Herbivores had 3 species (8%), omnivores had 11 species (48%), and insectivores – 16 species (44%).

Key words: Ground beetles, Carabidae, agricultural landscape, South-East Kazakhstan, taxonomic composition.

Information about authors:

Rita Urgenchbaevna Saimova, senior lecturer of biology department of Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, Saimova_rita@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7956-6258>

ӘДЕБИЕТ

- [1] Крыжановский О.Л. Жесткокрылые подотряда Aderphaga: семейства Rhysodidae, Trachypachidae; семейство Carabidae (вводная часть и обзор фауны СССР) // Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 1, вып. 2. - Л., 1983. - 320 с.
- [2] Палий В.Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых. - Воронеж, 1970. - 192 с.
- [3] Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. - М., 1971. - 424 с.
- [4] Методы изучения фауны и экологии жесткокрылых на примере жуелиц (Coleoptera, Carabidae). – Иркутск: ИГУ, 1982. – 32 с.
- [5] Темрешев И.И., Есенбекова П.А., Сарсенбаева Г.Б. Новая модель почвенной ловушки из дешевых, прочных и доступных материалов. – Свидетельство о госрегистрации на объект авторского права № 2483 от 23.11.2016 г. ИС 006634.
- [6] Barber H. Traps for cave-inhabiting insects // J. Elisha Mitchell Sci Soc.- 1931. - V. 46. - P. 259-266.
- [7] Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур. Т. I. Насекомые с неполным превращением. Под ред. О.Л. Крыжановского, Е.М. Данциг. – Л.: Наука, 1974. – 324 с.
- [8] Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур. Т. II. Жесткокрылые. Под ред. О.Л. Крыжановского – Л.: Наука, 1974. – 334 с.
- [9] Адашкевич Б.П., Кузин А.А. Интегрированная борьба с гороховой тлей (*Acyrtosiphon pisum* Harris) на овощном горохе в Молдавии // Вопросы защиты растений. – Кишинев: Изд-во ЦК КП Молдавии, 1973. – Т. 1. – С. 3-18.
- [10] Sunderland, K.D., Vickerman, G.P. Aphid feeding by some polyphagous predators in relation to aphid density in cereal fields // J. Appl. Ecol. – 1980b. – Vol. 17. No 2. – P. 389-396.
- [11] Lindroth, C.H. The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark / - Leiden; Copenhagen: Scand. Sci. Press Ltd., 1986. – P. 228-500. – (Fauna Entomol. Scand.; Vol. 15. Pt. 2).
- [12] Sunderland, K.D. Invertebrate pest control by carabids / The agroecology of carabid beetles. – Andover: Intercept, 2002. – Vol 95. No 1. – P. 1-13; 165-214.
- [13] Jørgensen, H.B., Toft, S. Role of granivory and insectivory in the life cycle of the carabid beetle *Amara similata* / Ecol. Entomol. – 1997. – Vol. 22. No 3. – P. 7-15.
- [14] Basedow, Th. Polyphagous predators (mainly Col., Carabidae) controlling cereal aphids (Hom., Aphididae) on winter barley during summer / Bull. WPRS / SROP. – 1989. – Vol. 22. No 1. – P. 54-62.
- [15] Sopp, P., Wratten S.D. Rates of consumption of cereal aphids by some polyphagous predators in the laboratory // Entomol. Exp. Appl., 1986. – Vol. 41. No 1. – P. 69-73.
- [16] Chiverton, P.A. Predation of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera, Aphididae) by polyphagous predatory arthropods during the aphids pre-peak period in spring barley / Ann. Appl. Biol. – 1987. – Vol. 111. No 2. – P. 257-269.
- [17] Адашкевич Б.П. Полезная энтомофауна овощных полей Молдавии // – Кишинев: Штиинца, 1972. – С. 108.
- [18] Basedow, Th. Der Einfluss epigaischer Raubarthropoden auf die Abundanz phytophager Insecten in der Agrarlandschaft // Pedobiologia. – 1973, - Bd. 13, H. 6. – S. 410-422.
- [19] Kryzhanovskij O.L., Belousov I.B., Kabak I.I., Kataev B.M., Makarov K.V., Shilenkov V.G. A check-list of the ground-beetles of Russia and Adjacent lands (Insect, Coleoptera, Carabidae). Sofia. Pensoft Publishers, 1995. 271 p.
- [20] Крыжановский О.Л. Сем. Carabidae жуелицы. - В кн.: Определитель насекомых европейской части СССР. Л., 1965, т. II, с. 29-77.
- [21] Carl H. Lindroth. 1 // The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark / E. J. Brill. - Leiden, Copenhagen: Scandinavian Science Press Ltd, 1985. - С. 88-89. - 355 с.
- [22] Соболева-Докучаева И.И. Использование серологического метода для определения роли жуелиц (Coleoptera, Carabidae) в агробиоценозах // Журн. общ. биол. - 1975. – Т. 36. № 5. – С. 749-761.
- [23] Hance, Th., Renier, R. An ELISA technique for the study of the food of carabids // Acta Phytopathol. Entomol. Hung. – 1987. – Vol. 22. No.1/4. – P. 363-368.
- [24] Сорокин Н.С. Энтомофаги колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) и их влияние на численность вредителя в Ростовской области // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1977. – 25 с.
- [25] Адашкевич Б.П., Кузин А.А. Интегрированная борьба с гороховой тлей (*Acyrtosiphon pisum* Harris) на овощном горохе Молдавии // Вопросы защиты растений. – Кишинев, 1973. – Т. 2. – С. 3-18.
- [26] Комаров Е.В., Соболева-Докучаева И.И. Особенности питания жуелиц (Coleoptera, Carabidae) – обитателей пшеницы в Волгоградской области // Науч. докл. высш. шк. биол. науки. – 1982. - №10. – С. 22-24.
- [27] Шарова И.Х., Попова А.А., Романкина М.Ю. Экологическая дифференциация массовых видов жуелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах // Зоол. журн. – 1998. – Т. 77, вып. 12. – С. 1377-1382.
- [28] Malschi, D., Mustea, D. Protection and use of entomophagous arthropods fauna in cereals // Romanian agr. res. – 1995. – No. 4. – P. 93-96.

[29] Титова Э.В., Куперштейн М.Л. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) биоценоза пшеничного поля степной зоны Северного Кавказа и оценка их трофической связи с вредной черепашкой путем использования реакции преципитации // Энтомологическое обозр. – 1976. – Т. 55, вып. 2. – С. 265-276.

[30] Кряжева Л.П. Хлебные жужелицы рода *Zabrus*. В кн.: Распространение главных вредителей сельскохозяйственных культур в СССР и эффективность борьбы с ними. - Л., 1975. - С. 52-55.

REFERENCES

[1] Kryzhanovsky O. L. Coleoptera of the suborder Adephaga: families Rhysodidae, Trachypachidae; family Carabidae (introduction and review of the fauna of the USSR) // Fauna of the USSR. Coleoptera. Vol. 1, no. 2. L., 1983. 320 p.

[2] Paliy V.F. Technique for studying the fauna and phenology of insects. Voronezh, 1970. 192 p.

[3] Fasulati K.K. Field study of terrestrial invertebrates. M., 1971. 424 p.

[4] Methods of studying the fauna and ecology of coleoptera using the example of ground beetles (Coleoptera, Carabidae). Irkutsk: IGU, 1982. 32 p.

[5] Temreshev I.I., Esenbekova P.A., Sarsenbaeva G.B. New model of soil trap made from cheap, durable and affordable materials. - Certificate of state registration for the object of copyright No. 2483 dated 23.11.2016, IS 006634.

[6] Barber H. Traps for cave-inhabiting insects // J. Elisha Mitchell Sci Soc. 1931. V. 46. P. 259-266.

[7] Insects and mites are pests of agricultural crops. T. I. Insects with incomplete transformation. Ed. O. L. Kryzhanovsky, E.M. Danzig. L.: Nauka, 1974. 324 p.

[8] Insects and mites are pests of agricultural crops. T. II. Coleoptera. Ed. O. L. Kryzhanovsky. L.: Nauka, 1974. 334 p.

[9] Adashkevich B.P., Kuzin A.A. Integrated control of pea aphids (*Acyrtosiphon pisum* Harris) on vegetable peas in Moldova // Issues of plant protection. Chisinau: Publishing house of the Central Committee of the Communist Party of Moldova, 1973. T. 1. P. 3-18.

[10] Sunderland, K.D., Vickerman, G.P. Aphid feeding by some polyphagous predators in relation to aphid density in cereal fields // J. Appl. Ecol. 1980b. Vol. 17. No 2. P. 389-396.

[11] Lindroth, C.H. The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark / Leiden; Copenhagen: Scand. Sci. Press Ltd., 1986. P. 228-500. (Fauna Entomol. Scand.; Vol. 15. Pt. 2).

[12] Sunderland, K.D. Invertebrate pest control by carabids / The agroecology of carabid beetles. – Andover: Intercept, 2002. Vol 95. No 1. P. 1-13; 165-214.

[13] Jørgensen, H.B., Toft, S. Role of granivory and insectivory in the life cycle of the carabid beetle *Amara similata* / Ecol. Entomol. 1997. Vol. 22. No 3. P. 7-15.

[14] Basedow, Th. Polyphagous predators (mainly Col., Carabidae) controlling cereal aphids (Hom., Aphididae) on winter barley during summer / Bull. WPRS / SROP. 1989. Vol. 22. No 1. P. 54-62.

[15] Sopp, P., Wratten S.D. Rates of consumption of cereal aphids by some polyphagous predators in the laboratory // Entomol. Exp. Appl., 1986. Vol. 41. No 1. P. 69-73.

[16] Chiverton, P.A. Predation of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera, Aphididae) by polyphagous predatory arthropods during the aphids pre-peak period in spring barley / Ann. Appl. Biol. 1987. Vol. 111. No 2. P. 257-269.

[17] Adashkevich B.P. Useful entomofauna of vegetable fields in Moldova // Chisinau: Shtiintsa, 1972. P. 108.

[18] Basedow, Th. Der Einfluss epigaischer Raubarthropoden auf die Abundanz phytophager Insecten in der Agrarlandschaft // Pedobiologia. 1973, Bd. 13, H. 6. S. 410-422.

[19] Kryzhanovskij O.L., Belousov I.B., Kabak I.I., Kataev B.M., Makarov K.V., Shilenkov V.G. A check-list of the ground-beetles of Russia and Adjacent lands (Insect, Coleoptera, Carabidae). Sofia. Pensoft Publishers, 1995. 271 p.

[20] Kryzhanovsky O. L. Family Carabidae ground beetles. In the book: Keys to insects of the European part of the USSR. L., 1965, vol. II, p. 29-77.

[21] Carl H. Lindroth. 1 // The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark / E. J. Brill. - Leiden, Copenhagen: Scandinavian Science Press Ltd, 1985. C. 88-89. 355 c.

[22] Soboleva-Dokuchaeva I.I. Using the serological method to determine the role of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in agrobiocenoses // Zh. total biol. 1975. T. 36. No. 5. S. 749-761.

[23] Hance, Th., Renier, R. An ELISA technique for the study of the food of carabids // Acta Phytopathol. Entomol. Hung. 1987. Vol. 22. No.1/4. P. 363-368.

[24] Sorokin N.S. Entomophages of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) and their influence on the number of pests in the Rostov region // Author. dis. ...Cand. biol. sciences. L., 1977. 25 p.

[25] Adashkevich B.P., Kuzin A.A. Integrated control of pea aphids (*Acyrtosiphon pisum* Harris) on vegetable peas of Moldova // Questions of plant protection. - Chisinau, 1973. T. 2. S. 3-18.

[26] Komarov E.V., Soboleva-Dokuchaeva I.I. Peculiarities of food of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) - inhabitants of wheat in the Volgograd region // Scientific. report higher. shk. biol. Sciences. 1982. No. 10. S. 22-24.

[27] Sharova I.Kh., Popova A.A., Romankina M.Yu. Ecological differentiation of common ground beetle species (Coleoptera, Carabidae) in agrocenoses // Zool. zhurn. 1998. T. 77, no. 12. S. 1377-1382.

[28] Malschi, D., Mustea, D. Protection and use of entomophagous arthropods fauna in cereals // Romanian agr. res. 1995. No. 4. P. 93-96.

[29] Titova E.V., Kuperstein M.L. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the wheat field biocenosis of the steppe zone of the North Caucasus and the assessment of their trophic relationship with the harmful turtle by using the precipitation reaction // Entomological Review. 1976. T. 55, no. 2. S. 265-276.

[30] Kryazheva L. P. Bread beetles of the genus *Zabrus*. In the book: Distribution of the main pests of agricultural crops in the USSR and the effectiveness of their control. L., 1975. S. 52-55.

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-1483.138>

Volume 6, Number 334 (2020), 73 – 80

UDC 631.68.35.37:633.81

IRSTI 68.35.47

B.N. Nasiyev

Zhangir khan West Kazakhstan Agrarian - Technical University, Uralsk, Kazakhstan.

E-mail: veivit.66@mail.ru

**PROMISING MIXED CROPS
OF SUDAN GRASS WITH FORAGE CROPS**

Abstract. An important factor in increasing the efficiency of crop diversification in West Kazakhstan and reducing the dependence of crop productivity on weather conditions is the expansion of crops most adapted to unsustainable humidification of plants such as chickpeas, Sudan grass, sorghum, corn and sunflower. One of the ways to increase the productivity of Sudanese grass is to use its mixed crops with chickpeas, sunflower, corn and sorghum. Mixtures due to the best quality indicators of feed provide the maximum yield of feed units and digestible protein. The article presents research data on the study of mixed crops of Sudanese grass with annual crops in the conditions of the 1st dry-steppe zone of Western Kazakhstan. A comparative test of mixed crops by yield from digestible protein area units revealed the most nutritionally valuable mixtures. So, in the research of 2018-2020, the largest yield for digestible protein was obtained on the variant using sunflower for silage mixed with Sudan grass (1.65 c/ha), slightly lower on the versions of using a mixture of Sudan grass and corn for silage (1.58 c/ha) and a mixture of sorghum and Sudan grass for silage (1.55 c/ha).

Keywords: Sudan grass, mixed crops, green fodder, haylage, silage, yield, feed value.

Introduction Solving the problem of animal husbandry development is closely related to strengthening the feed base. Weak and unstable food supply is a widespread phenomenon in the West Kazakhstan region. In field forage production, the acreage was significantly reduced, and the yield of forage crops decreased. The set of crops has been narrowed to forage crops (barley, oats, wheat forage). In the structure of arable land, up to 76% is monoculture wheat, barley accounts for 20.2% of arable land, millet and winter rye account for 2.1 and 1.3%, respectively, and the remaining grains (including forage) occupy 0.4%. To date, the production of feed using advanced technologies has actually been discontinued. As in previous times, the creation of a reliable, balanced feed base and a sharp reduction in feed loss during harvesting is largely determined by the correct organization of feed production and harvesting [1, 2, 3, 4].

Creating a valuable feed base for livestock development depends on both the correct set of crops and the biological characteristics of these crops. Therefore, in accordance with the purpose of our research, we studied the biological features of growth and development, formation of productivity of various crops in the conditions of zone 1 of the West Kazakhstan region.

One way to increase the productivity of Sudan grass is to use mixed crops with chickpeas, sunflower, corn and sorghum. Mixtures due to the best quality parameters of the feed provide maximum yield of feed units and digestible protein. The use of mixed crops makes it possible to reduce the intensity of field work and obtain high-quality feed in a longer period of time in the green conveyor system, as well as harvest them for green feed, hay, haylage and silage. The high efficiency of mixed crops of Sudan grass with corn, Sudan grass and chickpeas, Sudan grass and sunflower was determined on the experiments of many scientists from near and far abroad [5, 6, 7, 8].

Research methods.

The research is carried out on the experimental field of Zhangir Khan West Kazakhstan Agricultural and Technical University. (Republic of Kazakhstan, Uralsk).

The research is carried out within the framework of the grant financing program of the Science Committee of the Ministry of Science of Kazakhstan on the project AP05130172 "Development of

adaptive technologies for the cultivation of fodder and oilseeds in relation to the conditions of West Kazakhstan" and on the topic of PhD thesis "Formation of Sudan grass harvest in fodder lands of West Kazakhstan region".

The area of plots during cultivation of fodder crops is 50 m², repetition is three times, location of plots is randomized.

Zoned varieties of fodder crops were used in the experiments. The norm for sowing seeds of studied crops is recommended for the dry-steppe zone of West Kazakhstan region. The system of soil treatment for fodder crops adopted in the 1st zone of West Kazakhstan. Nitrogen and phosphorus mineral fertilizers were used in the research on fodder crops in the recommended doses for the region.

During field tests, accounting, observation of the beginning of phenological phases and growth of Sudan grass were carried out according to generally accepted methods [9]. Photosynthetic activity of Sudan grass crops was studied according to the generally accepted method [10]. Harvesting and registration of crops is performed by continuous method.

Based on the results of chemical analysis of green mass of Sudan grass, bioenergetic evaluation of the studied methods was carried out according to the accepted method [11]. Statistical processing of the study results was carried out by the method of dispersion analysis [12], statistical graphs were constructed using the program Statistica 6.0.

According to the morphological features of genetic horizons of the profile and agrochemical indicators of arable soil layer, soils of the experimental sites are characteristic for 1 dry-steppe zone of West Kazakhstan.

Results and discussion. In the process of studying mixed crops of annual crops, we observed the duration of the phases of growth and development of their components. Phenological observations during the years of research showed that the duration of the phases of development of cultures varies depending on their species and biological characteristics.

As the data of our research of 2018-2020 show, in the studied crops of mixed crops, the duration of mowing period is different. The different duration of mowing ripeness of mixed crops allows you to create a conveyor for the uninterrupted supply of fodder products throughout the spring-summer season for the production of green feed, haylage and silage.

The denseness of plants and their survival during vegetation are important indicators that largely determine the level of productivity of agrocenoses.

Studies show that, on average, over the years of research, the actual density of plants in mixed crops of Sudan grass and annual fodder crops was close to the target one. In the mixed crops of Sudan grass and chickpeas during full seedlings, the actual density of Sudan grass was 715 thousand pcs/ha, and chickpeas 37.6 thousand pcs/ha. In the mixed crops with Sudan grass during full seedlings, the actual density of corn and sunflower crops was 29.16 thousand pcs/ha, respectively. By the beginning of vegetation, the density of sown sorghum crops together with Sudan grass was 29.60 thousand pcs/ha.

For the production of harvest, the preservation of crops is of great importance. During vegetation, under the influence of various factors, partial plant outburst is observed. The percentage of preserved plants in relation to the come up makes it possible to assess the preservation of plants. At the same time, the preservation of plants depended both on the species composition of the components and on the timing of harvesting agrophytocenoses, as well as the prevailing weather conditions during vegetation.

For the production of good feed, not only the growth of plants in height is important, but also the formation of a sufficiently large area of leaves. In the research, leaf surface formation was observed by mixed agrophytocenosis cultures, data are given in tables 1, 2.

Table 1 – Indicators of photosynthetic activity of mixed crops of fodder crops in 1 zone of West Kazakhstan at 1 harvesting period, average for 2018-2020

Experiment options	Maximum leaf area, thousand m ² /ha	Photosynthetic potential, mln m ² days/ha
Sudan grass + chickpeas for green food	5,68	0,27
Sudan grass + sorghum for haylage	4,99	0,24
Sudan grass + corn for haylage	4,95	0,24
Sudan grass + sunflower	5,56	0,27

Table 2 – Indicators of photosynthetic activity of mixed crops of fodder crops in 1 zone of West Kazakhstan with 2 terms of harvesting, average for 2018-2020

Experiment options	Maximum leaf area, thousand m ² /ha	Photosynthetic potential, mln m ² days/ha
Sudan grass + sorghum for silage	7,54	0,50
Sudan grass + corn for silage	7,27	0,48
Sudan grass + sunflower for silage	8,03	0,54

In our research of 2018-2020 in the dry steppe zone, the preservation of Sudan grass plants in mixed crops with annual fodder crops for the vegetation period with 1 harvesting period ranged from 80.50 (sowing with sorghum) to 80.71% (mixed crops with corn).

Annual fodder crops sown together with Sudan grass when harvesting for green fodder (chickpeas) and haylage (sorghum, corn, sunflower) were not equally influenced by Sudan grass. At the same time, when sowing together with Sudan grass, the greatest preservation of plants was noted in sunflower - 86.70%. Corn crops sown in a mixture with Sudan grass are in second place in terms of safety - 84.11%. Sorghum withstood the least competition from Sudan grass (safety 80.70%) as well as chickpeas (safety 83.46 %).

With a further delay in the harvesting period of mixed crops until the flowering-pouring phase of Sudan grass grains, there is a fall of plants from plant formation. At the same time, the relatively high preservation of plants was noted in sunflower 84.21%, as well as in corn - 77.27%. Relatively more plant fallout during the vegetation period during harvesting for silage was determined at sorghum (safety 69.90 %).

On average for 3 years of research (2018-2020), when cultivated for silage, the highest safety of Sudan grass was noted in joint crops with sorghum (75.86%). When harvesting mixed sowing with sunflower for silage, the safety of Sudan grass plants is 74.68%. The least safety when harvesting for silage was determined in plants of Sudan grass sown with corn (72.98%), which is associated with great competition from corn.

Thus, it can be noted that in the mixture of the culture of Sudan grass, sorghum and chickpeas are well combined with each other and do not have a restraining effect in mixed sowing.

When harvesting for silage, sunflower is the largest competitor to Sudan grass. When sown in the mixture, Sudan grass also experiences higher competition from corn. At the same time, the competition of plants increases with a delay in the harvesting period for silage.

In the research of 2018-2020 on the study of mixed crops, the following data were obtained on the productivity of agrophytocenoses: the yield of green mass on the option of joint sowing of Sudan grass and chickpeas was 65.01 c/ha, which in terms of dry mass was 12.10 c/ha. On average for 3 years, on the option of joint sowing of Sudan grass and corn when harvesting for haylage, the productivity of green mass was 77.36 c/ha, dry mass 13.90 c/ha. The harvest of green mass during harvesting of joint crops of Sudan grass and corn for silage increased to 121.61 c/ha, and the harvest of dry mass was 22.54 c/ha. On average for 2018-2020, on the version of sowing Sudan grass + sunflower, these indicators when harvesting for haylage were 86.24 and 15.22 c/ha and 129.93 and 24.40 c/ha when harvesting for silage. On the sowing of a mixture of Sudan grass and sorghum at early harvesting for haylage, the green mass harvest was 71.93 c/ha at a dry mass yield of 13.09 c/ha. Joint sowing of Sudan grass and sorghum during harvesting on average for 2018-2020 ensured green mass yield at the level of 111.21, dry mass - 20.28 c/ha (table 3).

Thus, in the research of 2018-2020, the greatest yield of both green and dry mass was noted on the version of joint sowing of Sudan grass and sunflower.

In general, the weather conditions of 2018-2020 had a positive impact on the growth processes of plants of mixed agrophytocenoses. By the time of harvesting for silage, the components of the mixed crops were able to form a productive plant formation.

Table 3 – Productivity and feed value of mixed crops of fodder crops depending on harvesting time in the 1st zone of West Kazakhstan, average for 2018-2020

Options of mixed crops	Green mass, c/ha	Dry matter, c/ha	Digestible protein harvesting, c/ha	Collection of feed units, c/ha	Exchange energy output, GJ/ha	Provision of feed units with protein, g
1 harvesting period						
Sudan grass + chickpeas for green food	65,01	12,10	1,24	10,89	11,93	114
Sudan grass + sorghum for haylage	71,93	13,09	1,12	11,07	12,64	101
Sudan grass + corn for haylage	77,36	13,90	1,08	11,90	12,85	91
Sudan grass + sunflower for haylage	86,24	15,22	1,07	12,67	14,07	84
2 harvesting period						
Sudan grass + sorghum for silage	111,21	20,28	1,55	16,84	19,49	92
Sudan grass + corn for silage	121,61	22,54	1,58	18,85	20,80	84
Sudan grass + sunflower for silage	129,93	24,40	1,65	19,76	22,52	83

On average for 3 years, when harvesting mixed agrophytocenoses for silage, the trend set during harvesting for haylage also remains. At the same time, the highest harvest of green (129.93 c/ha) and dry mass (24.40 c/ha) was obtained when cultivating Sudan grass in a mixture with sunflower. The productivity of the mixture of Sudan grass and sorghum for harvesting green and dry mass was at 111.21 and 20.28 c/ha. When harvesting for silage, the intermediate position in terms of productivity is occupied by a mixture of Sudan grass and corn - 121.61 c/ha green mass, 22.54 c/ha dry mass.

A comparative test of mixed crops by yield from digestible protein area units revealed the most nutritionally valuable mixtures. So, in the research of 2018-2020, the largest yield for digestible protein was obtained on the variant using sunflower for silage mixed with Sudan grass (1.65 c/ha), slightly lower on the versions of using a mixture of Sudan grass and corn for silage (1.58 c/ha) and a mixture of sorghum and Sudan grass for silage (1.55 c/ha). On average for 3 years, when using mixed crops of Sudan grass and sorghum when harvesting for haylage and silage, the productivity of agrophytocenoses at the yield of digested protein was at 1.12 and 1.55 c/ha. In the early harvesting of the mixture of Sudan grass with chickpeas for green food, the harvest of digested protein reaches 1.24 c/ha. When using joint crops of corn and Sudan grass, depending on the harvesting time, the productivity of crops for harvesting digested protein ranges from 1.08 (haylage) to 1.58 c/ha (silage).

Assessment of fodder and energy advantages of crops was carried out on the output of fodder units and exchange, as well as on the availability of fodder units with protein. On average, in the first version of the harvesting period, according to these indicators, the productivity of the mixture of Sudan grass and sunflower was relatively higher: 12.67 c/ha of feed units and 14.07 GJ/ha of exchange energy, while the supply of feed units with protein was 84 g.

When harvesting for haylage, the collection of feed units from mixed crops of Sudan grass with sorghum and corn was 11.0 and 11.90 c/ha, with an exchange energy output of 12.64 and 12.85 GJ/ha. In the first term of harvesting, the highest supply of feed units with protein was obtained on the version of the mixture of Sudan grass and chickpeas for green feed - 114 g. On this version, on average for 2018-2020, the yield of feed units is at the level of 10.89 c/ha, exchange energy 11.93 GJ/ha.

In terms of productivity and fodder value, early harvesting of mixed crops of Sudan grass with annual fodder crops is inferior to later harvesting for silage use, according to the research in 2019-2020. When harvesting for silage, the largest collection of feed units was obtained on the version of use as a component of mixed sowing of Sudan grass and sunflower - 19.76 c/ha. This two-component mixture, in comparison with other versions of mixed crops, provided a maximum collection of exchange energy of 22.52 GJ/ha.

When using mixed crops of Sudan grass and sorghum for silage, the collection of feed units and exchange energy was minimal and amounted to 16.84 c/ha and 19.49 GJ/ha, respectively. When harvesting for silage for fodder and energy value, the intermediate position is occupied by a mixture of Sudan grass + corn - 18.85 c/ha fodder units and 20.80 GJ/ha exchange energy. On average for 3 years when harvesting for silage, a relatively high level of protein supply of feed units was noted on Sudan grass version in combination with sorghum (92 g). For mixed crops, Sudan grass + corn and Sudan grass + sunflower were 84 and 83 g, respectively.

The nature of linear plant growth in both single-species and mixed crops by its component components was studied by measuring the height of plants of mixed agrophytocenosis. Linear growth data of plants before harvesting agrophytocenosis depending on terms are given in figure 1.

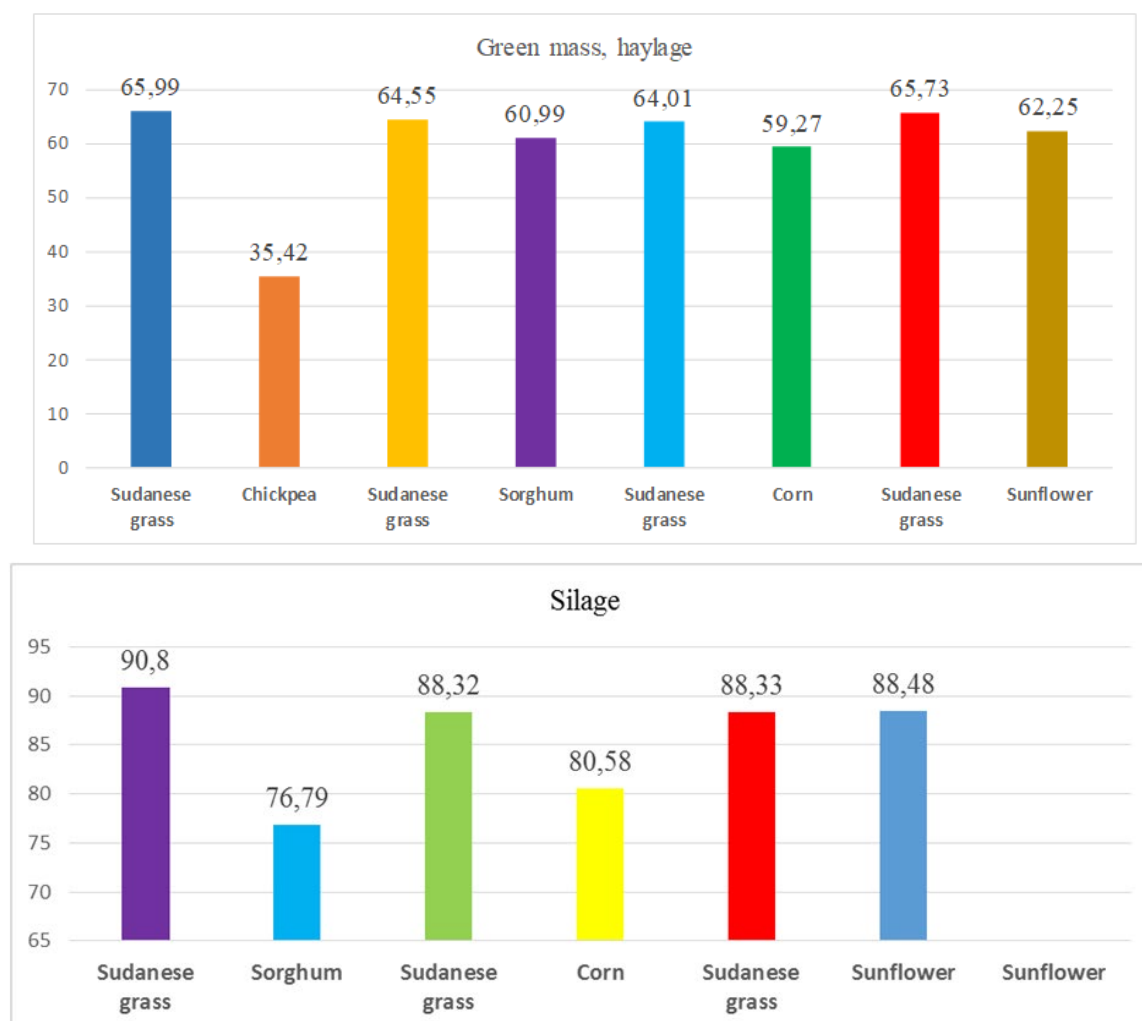


Figure 1 – Plant height of mixed agrophytocenoses with Sudan grass, cm average for 2018-2020

Conclusion. The use of mixed crops of Sudan grass with annual fodder crops is an important reserve for the production of fodder, while mixtures with the participation of Sudan grass are advisable to be used both for the production of green fodder (Sudan grass + chickpeas) and for the provision of animals with silage mass (Sudan grass + sorghum, Sudan grass + corn, Sudan grass + sunflower).

Б.Н. Насиев

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал, Қазақстан

СУДАН ШӨБІНІҢ АЗЫҚ ДАҚЫЛДАРЫМЕН ПЕРСПЕКТИВАЛЫ АРАЛАС ЕГІСТІГІ

Аннотация. Батыс Қазақстанда өсімдік шаруашылығын әртараптандыру тиімділігін арттыру мен дақыл өнімінің ауа райы жағдайына тәуелділігін азайтудың маңызды факторы – нұт, судан шөбі, құмай, жүгері және күнбағыс сынды жауын-шашын, ылғал тұрақсыздығына төзімді өсімдік егісін кеңейту. Судан шөбінің

өнімділігін арттыру жолдарының бірі – оны нұт, күнбағыс, жүгері және құмаймен араластырып егу. Аралас егіс мал азығы жоғары сапалы болатындықтан, мейлінше мол өнім және сіңімді протеин алуға мүмкіндік береді. Мақалада Батыс Қазақстанның 1 құрғақ дала аймағында біржылдық дақылдар мен судан шөбінің аралас дақылдарын зерттеу деректері келтірілген. Зерттеулер Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің (Қазақстан Республикасы, Орал қ.) тәжірибелік алқабында қабылданған әдістемеге сәйкес жүргізіледі.

2018-2020 жылдардағы аралас егіске қатысты зерттеулерде агрофитоценоз өнімі бойынша келесідей деректер алынды: судан шөбі мен нұттың бірлескен егіс нұсқасындағы көк масса шығымы 65,01 ц/гектарға тең, бұл құрғақ массамен қайта есептегенде 12,10 ц/га жетті. Орташа есеппен 3 жылда судан шөбі мен жүгерінің аралас егісі нұсқасында пішендеме үшін орылған жасыл масса өнімі 77,36 ц/га, ал құрғақ масса түсімі 13,90 ц/га деңгейін құрады. Судан шөбі мен жүгерінің бірлескен егісі нұсқасындағы сүрлем үшін орылған жасыл масса шығымы 121,61 ц/гектарға тең шықты, құрғақ масса 22,54 ц/га көрсетті. Орташа есеппен 2018-2020 жылдары судан шөбі +күнбағыс егісі нұсқасында пішендеме үшін орылған жасыл масса өнім көрсеткіші 86,24 және 15,22 ц/га, ал сүрлем үшін орылғанда тиісінше 129,93 және 24,40 ц/га деңгейін көрсетті. Судан шөбі мен құмайдың аралас егісі нұсқасында пішендеме үшін ерте орған кезде жасыл масса түсімі 71,93 ц/га, ал құрғақ масса түсімі 13,09 ц/га жетті. Судан шөбі мен құмайды аралас екенде сүрлем үшін орғанда орташа есеппен 2018-2020 жылдары жасыл масса түсімі 111,21 ц/га, ал құрғақ масса түсімі 20,28 ц/га деңгейін құрады (А.22-кесте). Осылайша жасыл масса мен құрғақ массаның үлкен шығымы 2018-2020 жылдардағы зерттеулерде судан шөбі мен күнбағыстың аралас егісінен алынды. Орташа алғанда 3 жыл ішінде аралас агрофитоценоздарды сүрлемге жинау кезінде өнімділік бойынша шабындыққа жинау кезінде белгіленген үрдіс сақталады. Сонымен қатар ең жоғары түсім судан шөбін күнбағыспен қосып өсіргенде жасыл (129,93 кг/га) және құрғақ массадан (24,40 кг/га) алынды. Судан шөбі мен құмай қоспасының жасыл және құрғақ массасын жинау өнімділігі 111,21 және 20,28 ц/га деңгейінде болды. Сүрлемге жинау кезінде өнім бойынша аралық орынды судан шөбі мен жүгерінің қоспасы, яғни 121,61 ц/га жасыл масса, 22,54 ц/га құрғақ масса алды.

Аудан бірлігінен сіңімді протеин алу үшін аралас егісті салыстырмалы түрде зерттеу құнды қоспа анықтауға мүмкіндік береді. Айталық, 2018-2020 жылдардағы зерттеулерімізде сіңімді протеин жөнінен ең үлкен шығым сүрлем үшін өсірілетін күнбағыс пен судан шөбінің аралас егісінен алынды (1,65 ц/га), сүрлем үшін өсірілетін нұсқада көрсеткіш төмендеу болды: сүрлемдік судан шөбі мен жүгерінің қоспасы 1,58 ц/га және құмай мен сорго шөбінің сүрлем үшін өсірілген қоспасы – 1,55 ц/га. Орташа есеппен 3 жылда пішендеме мен сүрлем үшін ору кезінде судан шөбі мен құмайдың аралас егісін пайдаланғанда агрофитоценоздардың сіңімді протеин терімі жөнінен мал азықтық құндылығы 1,12 және 1,55 ц/га құрады. Судан шөбі мен нұттың аралас егісін жасыл азық үшін ерте орған кезде сіңімді протеин шығымы 1,24 ц/гектарға жетті. Жүгері мен судан шөбін бірге өсіргенде ору мерзіміне қарай егістің сіңімді протеин шығымы жөнінен өнімділігі 1,08 (пішендеме) бастап, 1,58 ц/га (сүрлем) дейін ауытқып тұрады.

Егістіктің азықтық және энергетикалық құндылығын бағалау азықтық бірлік шығымы және алмасу энергиясына, сондай-ақ азықтық бірлігінің протеинмен қамтылуына қарай жүргізілді. Орташа есеппен 3 жыл ішінде егін жинау мерзімінің бірінші нұсқасында осы көрсеткіштер бойынша судан шөбі мен күнбағыс қоспасының өнімі салыстырмалы түрде жоғары шықты: 12,67 кг/га азықтық бірлік және 14,07 ГДж/га алмасу энергиясы, азықтық бірліктің протеинмен қамтылуы 84 г деңгейге жетті.

Осылайша Батыс Қазақстан облысының 1-ші құрғақ дала аймағында судан шөбінің аралас егісін біржылдық азық дақылымен бірге пайдалану мал азығы өндірісінің маңызды резерві болып саналады, бұл ретте құрамында судан шөбі бар қоспаларды жасыл азықты (судан шөбі+нұт) өндіру үшін де, сондай-ақ ауылшаруашылығы жануарларын пішендік және сүрлем массасымен (судан шөбі+құмай, судан шөбі+жүгері, судан шөбі+күнбағыс) қамтамасыз ету үшін де пайдаланған орынды.

Түін сөздер: судан шөбі, аралас егістік, жасыл балауса, пішендеме, сүрлем, өнімділік, малдың азықтық құндылығы

Б.Н. Насиев

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
имени Жангир хана, Уральск, Казахстан

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СМЕШАННЫЕ ПОСЕВЫ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ С КОРМОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Аннотация. Важным фактором повышения эффективности диверсификации растениеводства в Западном Казахстане и снижения зависимости продуктивности культур от погодных условий является расширение посевов наиболее приспособленных к неустойчивому увлажнению растений, таких как нут, суданская трава,

сорго, кукуруза и подсолнечник. Одним из путей увеличения продуктивности суданской травы является использование смешанных ее посевов с нутом, подсолнечником, кукурузой и сорго. Смеси за счет лучших качественных показателей корма обеспечивают максимальный выход кормовых единиц и переваримого протеина. В статье приводятся данные исследований по изучению смешанных посевов суданской травы с однолетними культурами в условиях 1 сухо-степной зоны Западного Казахстана.

Исследования проводились на опытном поле Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, (Республика Казахстан, г. Уральск) согласно принятых методик.

В исследованиях 2018-2020 годов по изучению смешанных посевов получены следующие данные по продуктивности агрофитоценозов: выход зеленой массы на варианте совместного посева суданской травы и нута была равна 65,01 ц/га, что в пересчете на сухую массу составил 12,10 ц/га. В среднем за 3 года на варианте совместного посева суданской травы и кукурузы при уборке на сенаж продуктивность зеленой массы равнялась 77,36 ц/га, сухой массы 13,90 ц/га. Сбор зеленой массы при уборке совместных посевов суданской травы и кукурузы на силос повысился до 121,61 ц/га, а сбор сухой массы составил 22,54 ц/га. В среднем за 2018-2020 годы на варианте посева суданская трава + подсолнечник данные показатели при уборке на сенаж были равны 86,24 и 15,22 ц/га и 129,93 и 24,40 ц/га при уборке на силос. На посеве смеси суданской травы и сорго при ранней уборке на сенаж урожай зеленой массы составил 71,93 ц/га при выходе сухой массы 13,09 ц/га. Совместный посев суданской травы и сорго при уборке на силос в среднем за 2018-2020 годы обеспечил выход зеленой массы на уровне 111,21, сухой массы – 20,28 ц/га (Таблица А.22).

В исследованиях 2018-2020 годов наибольший выход как зеленой, так и сухой массы отмечен на варианте совместного посева суданской травы и подсолнечника.

В среднем за 3 года при уборке смешанных агрофитоценозов на силос по продуктивности также сохраняется тенденция, установленная при уборке на сенаж. При этом наиболее высокий сбор зеленой (129,93 ц/га) и сухой массы (24,40 ц/га) получен при возделывании суданской травы в смеси с подсолнечником. Продуктивность смеси суданской травы и сорго по сбору зеленой и сухой массы был на уровне 111,21 и 20,28 ц/га. При уборке на силос промежуточное положение по продуктивности занимает смесь суданской травы и кукурузы – 121,61 ц/га зеленая масса, 22,54 ц/га сухая масса.

Сравнительное испытание смешанных посевов по выходу с единиц площади переваримого протеина позволило выявить наиболее ценные в кормовом отношении смеси. Так, в исследованиях 2018-2020 годов наибольший выход продукции по переваримому протеину получен на варианте с использованием подсолнечника на силос в смеси с суданской травой (1,65 ц/га), несколько ниже было на вариантах использования смеси суданской травы и кукурузы на силос (1,58 ц/га) и смеси сорго и суданской травы на силос (1,55 ц/га).

В среднем за 3 года при использовании смешанных посевов суданской травы и сорго при уборке на сенаж и на силос продуктивность агрофитоценозов по выходу переваримого протеина были на уровне 1,12 и 1,55 ц/га. При ранней уборке смеси суданской травы с нутом на зеленый корм сбор переваримого протеина достигает 1,24 ц/га. При использовании совместных посевов кукурузы и суданской травы в зависимости от сроков уборки продуктивность посевов по сбору переваримого протеина колеблется от 1,08 (сенаж) до 1,58 ц/га (силос).

Оценку кормовых и энергетических достоинств посевов проводили по выходу кормовых единиц и обменной, а также по обеспеченности кормовых единиц протеином. В среднем за 3 года в первом варианте срока уборки по данным показателям сравнительно выше была продуктивность смеси суданской травы и подсолнечника: 12,67 ц/га кормовых единиц и 14,07 ГДж/га обменной энергии, при обеспеченности кормовых единиц протеином на уровне 84 г.

Таким образом, в 1 сухо-степной зоне Западно-Казахстанской области использование смешанных посевов суданской травы с однолетними кормовыми культурами является важным резервом производства кормов, при этом смеси с участием суданской травы целесообразно использовать как для производства зеленого корма (суданская трава+нут), так и для обеспечения с.х. животных сенажной и силосной массой (суданская трава+сорго, суданская трава+кукуруза, суданская трава+подсолнечник).

Ключевые слова: суданская трава, смешанные посевы, зеленый корм, сенаж, силос, урожайность, кормовая ценность.

Information about authors:

Nasiyev B.N., Doctor of agricultural sciences, Corresponding member of NAS RK, Professor of Higher School "Technology of crop production" Zhangir khan West Kazakhstan Agrarian - Technical University, Uralsk, Kazakhstan; veivit.66@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3670-8444>

REFERENCES

- [1] Abraliev O., Naimanova Zh., Abitova A. (2018) The current state of the rye and barley market in the Republic of Kazakhstan. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of agricultural sciences. Volume 3, Number 45. Pp. 17-27. ISSN 2224-526X (Print).
- [2] Zhuryunov G.M., Syzdykov B.Sh., Orazova B.B., Taskulova G.M., Talassov M.Zh. (2020) Agribusiness system in the context of reform: proactive policy and globalization of food security. Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Volume 1, Number 329. Pp. 18-25. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1483.3> ISSN 2224-5227 (Print).
- [3] Rakhimzhanova G.M. (2019) The role of investments in the current state of the food market in the Republic of Kazakhstan. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of agrarian sciences. Volume 1, Number 49. Pp. 29-39. <https://doi.org/10.32014/2019.2224-526X.4> ISSN 2224-526X (Print).
- [4] Nasiyev B.N., Yancheva H.G, Zhanatalapov N.Zh. (2019) Cultivation of Sudan grass in different ways of economic use of West Kazakhstan. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of agrarian sciences. Volume 6, Number 53. Pp. 38-44. <https://doi.org/10.32014/2019.2224-526X.76> ISSN 2224-526X (Print).
- [5] Habyarimana E., Bonardi P., Laureti D., di Bari V., Cosentino S., Lorenzoni C. (2004) Multilocational evaluation of biomass sorghum hybrids under two stand densities and variable water supply in Italy. Ind. // Crops Prod. №20. Pp.3-9.
- [6] Nasiyev B., Tlepov A., Zhanatalapov N., Bekkaliev A., Yeleshev R. (2018) Studing agrophytocenoses of sudan grass in the dry steppe zone of West Kazakhstan // Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc. №20(2). Pp. 594-600. ISSN-0972-3005.
- [7] Yelsukov M.P. (1967) Annual fodder crops. M.: Kolos, 97 p. (In Russ.).
- [8] Aleinikov L.D. (1989) Fodder for a small farm. M.: V.O. "Agropromizdat", Pp. 30-31. (In Russ.).
- [9] Methodological instructions for field experiments with fodder crops (1987) M, Agropromizdat, Pp. 30-38. (in Russ.).
- [10] Nichiporovich A.A. (1961) Photosynthetic activity of plants in crops: (Methods and tasks of accounting in connection with crop formation). M, Selkhozgiz, Pp. 20-45. (in Russ.).
- [11] Methodological recommendations on bioenergetic assessment of crop rotations and technologies for growing fodder crops (1989) M, Agropromizdat, Pp. 5-22. (in Russ.).
- [12] Dospechov B. A. (1985) Field experiment methodology. M, Agropromizdat, Pp. 12-45. (in Russ.).

G.Zh. Kenzhetayev¹, S.Syrlybekkyzy¹, A.E. Zhidebayeva¹, I.V. Volkova²

¹Yessenov University, Aktau, Republic of Kazakhstan,

²Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation.

E-mail: fdsaf@list.ru, samal.syrlybekkyzy@yu.edu.kz, ainur.zhidebayeva@yu.edu.kz, gridasova@mail.ru

RESEARCH TO CREATE A BIODIVERSITY DATABASE IN THE AREA OF THE CEMENT PLANT «CASPIAN-CEMENT»

Abstract. The result of field studies the state of biological diversity, in order to create a database for monitoring the state of the animal world, on the territory of the existing cement plant. The following taxonomic groups were studied: birds (the largest numerous groups, easily identifiable), mammals (requiring special research methods), reptiles and amphibians. The identification of species that occurred in the study area of the chalk Deposit was carried out and the bio topic requirements for each of these species were studied. Along with the classical methods of environmental assessment and monitoring, a new method for studying biological diversity in the mining area is used. The method is based on geoinformation analysis and mapping data. All data on biodiversity were obtained using a map divided into grid squares (500×500 m), and were collected in a qualitative way (the number of representatives of animal species per grid square). The study area on the South Shetpe Cretaceous Deposit in the area of the plant "Caspian Cement" met with widespread desert species (mole lemming, tushkanchik). In the local fauna there are absolutely no true steppe species, and there are few semi-desert species (small gopher, korsak, saiga). A qualitative assessment of the importance of biodiversity was presented, taking into consideration the landscape-stabilizing factor, maps of "natural habitats". A map of the territory of the cement plant with the site of the chalk quarry with the indication of the natural habitats of biodiversity and their database was compiled.

Key words: quarry, plant, cement, biodiversity, significance, wildlife, mammals, reptiles, database.

Introduction. Biodiversity directly affects the state of ecosystems, as its reduction negatively affects the structure of ecosystems. This leads to change and destruction of biotic communities.

Assessing the importance of biodiversity is essential for understanding the significance of potential environmental impacts [1,3].

This makes it possible to develop priorities to reduce the environmental burden. In general, the more biological species on the site of deposits and quarries, factories and industrial enterprises, the greater the value of this site [1,3]. During the operation of the cement plant, at the South Shetpe chalk Deposit, the impact may have been negligible at the beginning. But, as it is known, anthropogenic impact increases during the stages of construction and operation of the plant, and will decrease as measures are carried out to restore and reclaim the quarry. The significance of predicted impacts on biodiversity depends on the magnitude of impacts and the sensitivity of the ecosystems or species affected [2]. In this regard, research aimed at reducing the negative impact on biodiversity is relevant and timely [2].

Research methods: Along with the classical methods of environmental assessment and monitoring, a new methodology for the study of biological diversity in the mining area was used. The method was based on geoinformation analysis and mapping data.

All biodiversity data were obtained using a map divided into grid squares (500×500 m) and were collected in a qualitative way (number of species per grid square).

Research result. Mammals. Of the 178 species of mammals registered for the fauna of Kazakhstan, Mangistau region accounts for more than 67 species or 38% of the species composition. The mammal fauna of the region has a typical desert appearance.

The number of mammals in the desert landscapes of the chalk Deposit is small, mainly due to the harsh natural conditions.

On the territory of the study at the chalk Deposit of South Shetpe in the area of the plant "Caspian Cement" widespread desert species (slepushonka, jerboa) were met. In the local fauna there are absolutely no real steppe species, there are few semi-desert species (small gopher, Korsak, saiga). However, there is an endemic species-long-eared hedgehog. In addition, it includes representatives of the African-Asian desert complex: (hare-tolai, red-tailed gerbil, Jackal, Caracal). While there are almost no Turanian elements (tamarisk gerbil, jerboa Severtsova and small jerboa). Of the widespread Palearctic species, a wolf and a fox inhabit.

The results of the studies are presented in table 1, in the form of a qualitative list of biodiversity in the area of the cement plant.

Among the widely spread ones inhabiting the study area are: steppe agama (*Trapelus sanguinolentus*), takyr roundhead (*Phrynocephalus helioscopus*), fast lizard (*Eremias velox*) (Table 1). The density of their settlement is usual, i.e., 1-10 individuals per 1 ha [4,8,9].

Of the desert species – Sarmatian skid (*Elaphe sauromates*). The density of the settlement is rare, less than 1 individual per 1 ha. There are also green toad (*Bufo viridis*) (1-10 individuals per 1 ha), water toad (*Natrix tessellata*) (1-10 individuals per 1 ha), ordinary copperhead (*Gloydius halys*) (1-10 individuals per 1 ha).

Ordinary species include Central Asian turtle (*Agrionemys horsfieldi*) (1-10 individuals/ha), Caspian gecko (*Cyrtopodion caspium*) (1-10 individuals/ha). Numbers of the Central Asian turtle (*Agrionemys horsfieldi*) in this area are higher than 1, i.e., the density is common, which is typical for hilly sands and gypsum-loamy depressions of Karatau mountains (Western Plain).

Green toad (*Bufo viridis*) is found on the canal and the drying river, with brackish water and its number is small.

The Caspian gecko (*Cyrtopodion caspium*) is an inhabitant of vertical surfaces (Southern slope) and lives on chink cliffs, on rocks, in caves of natural and artificial origin (necropolises), in ruins and cracks of old buildings, in burrows of rodents.






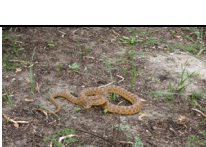

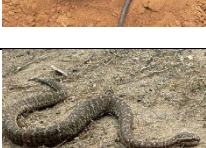



The Steppe Agama (*Trapelus sanguinolentus*), the Takyr roundhead (*Phrynocephalus helioscopus*) and the Fast Lizard (*Eremias velox*) inhabit fixed and scattered sands, although sometimes found in clay, crushed stone and rocky deserts (foothills of the Northern and Eastern slopes). Density of lizard settlement on the territory of the deposit varies, making up 1-3 individuals/ha for the steppe agama, 1-6 individuals/ha for the takyr roundhead, 1-11 individuals/ha for the fast lizard. Snakes are usually rarer than lizards. Water snakes (*Natrix tessellata*) are closely connected to water during their lifetime and are confined to wet habitats [5,10].


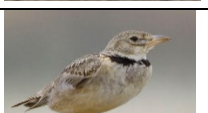
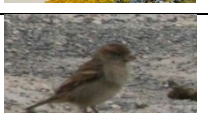
Overall, the study found that the Mangistau region also plays a significant role for migratory birds and that these birds prefer the same aareal habitats as most crossing species.

The reason for the absence of steppe predators and birds - steppe eagle, field and steppe moon, barrow, in which extremely monotonous conditions of the salt steppes are less favorable for the habitat of birds than complex multi-grass with a moderate level of pasture load and exploitation. It is possible to go 2-3 km. and not to meet a single bird [6,11].

Of all the species found in the chalk deposit, only 20-25% are nesting species. Long-legged buzzard (*Buteo rufinus*), Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*), Steppe Kestrel (*Falco naumanni*), Alectoris (*Alectoris chukar*), Bustard (*Chlamydotis undulata*), Black-bellied sandgrouse (*Pterocles orientalis*), Eagle owl (*Bubo bubo*), White-bellied Swifter (*Apus melba*), Blue-cheeked bee-eater (*Merops superciliosus*), desert crow (*Corvus rufo-collis*), Black-eared wheatear (*Oenanthe hispanica*), desert heater (*Oenanthe deserti*), stone sparrow (*Petronia petronia*), larks (*Galerida cristata*, *Eremophila alpestris*, *Melanocorypha bimaculata*). All observed mammals, amphibians, reptiles and birds nesting in the area are included in the database (table 1).

Table 1-Qualitative list of biodiversity on chalk quarry

Illustration	Name	Biotope	Status and the number of
Herpetofauna (reptiles and amphibians)			
	Agama sanguinolenta	Sand, clay, stone-e deserts and semi-deserts. It prefers areas with sparse shrubs winterfat, Calligonum and Haloxylon. Significance: eats harmful insects and other pests	Model form of a lizard. The population density of 1-3 individuals /ha (normal). On the deposit of chalk found on the North Slope, and the foot of the Downs. Low numbers associated with human activities.
	Phrynocephalus helioscopus	Fixed or to dispel the sands. Occurs in clay and rocky, stony empty's. Significance: eats harmful insects and other pests.	Common type. The population density of 1-6 individuals / ha (normal). On the deposit of chalk, found on the western plains and the foothills of the Hills.
	Eremias velox	Fixed or to dispel the sands. Occurs in clay and rocky and stony deserts. Significance: eats termites, spiders, beetles	Rsprostranenny view. The population density of 1-11 individuals / ha (large). On the deposit occurs in the Cretaceous Hills foot.
	Cyrtopodion caspium	Dwells on the cliffs of cliffs, on rocks, in caves, in rodent burrows. Significance: eats insects and other pests.	The usual form. The population density of 1-10 individuals / ha (large). on the field Chalk is found in the foothills of the Hills.
	Agrionemys horsfieldi	Variety of habitats. On hilly sands and gypsum-clay depressions mountains, its density is normal (2-3 individuals / ha) Not significant. can participate in the transmission of pathogens	The usual form. Distribution turtle density is extremely uneven. On the deposit of chalk hills at the foot of the lives and in the South Valley.
	Elaphe sauromates	Lives in burrows of rodents, in the crevices between the stones, in hollow trees. Scientific value: eats mice and rodents, which benefits agriculture. Poisonous.	Occurrence of Pallas runner at 1-2 individuals for several kilometers. allows us to consider this kind of as a rare and vulnerable. Found in the Western plains and hills foot.
	Natrix tessellata	Closely related to the water. Is confined to wet habitats. Non-toxic. Overwinters as on land. Can produce damage by eating juvenile fish in fish ponds.	On the deposit of chalk found in the area of the canal and river sporadically. The high density of the water snake on the coast of the Caspian Sea (250 individuals / ha) (Duysebaeva T., 2009).
	Gloydius halys	Lives in different habitats: in lowland and upland steppes, in the semi-deserts, and rodent burrows. Poisonous. Gemotoksiny act on the hematopoietic system.	The most common type of snakes poisonous kind copperhead. On the deposit of chalk found in the Western plains and hills foot sporadically.
	Bufo viridis	Dwells on the banks of rivers, lakes and ponds, reed beds. Twilight leads lifestyle, and the day hiding in the burrows of rodents. Value: The object of research.	In Mangistau region toad - a widespread species. On the deposit of chalk near the canal and the river, a density less than 1 individual / ha.
Mammals			
	Plecotus austriacus Fischer	Found in the South of the gorge, caves and ledges. Significance: eats insects	Sporadically common type. Detachment of Bats (Chiroptera) The number is low. Mesterozhdenii chalk on gray long-eared bat rare in the Southern Valley
	Allactaga severtzovi Vinogradov	Found both on the open bare ground and among the thickets of thistles and camel thorn. Natural carrier of skin disease	Sporadically common type. Turanian element. Endemic species. The population density of less than 1 individual / ha. On the deposit of chalk vsrechaetsya on West Plains.

	Hemiechinus hypomelas Brandt	Elements of mountainous relief of the region (larvae, depression, mountains), but occurs even in the sands. Carrier fleas	Iranian-Afghan view. Sporadic. Population density is low. The color "black morphs." Occurs: the foot of the hills, South Valley
	Rattus norvegicus Schreder	No spatial conservatism, and they are willing to settle in the new territories. The carrier of the plague.	Sporadically common type. Imported by rail. The population density of 1-15 individuals / ha (large). Area of the plant.
	Spermophilus fulvus	Clay and loess deserts and semideserts, talyks, solonchaks but bare sand escapes. Involved in the transport of infection.	Sporadically common type. On the deposit of chalk lives on West Plains. On the state of the form affect economic activity
	Spermophilus pygmaeus Pallas	Herb-feather grass steppes, semideserts and sagebrush desert. Carrier of plague infection.	Sporadically common type. The smallest species. Occurs at the foot of the Hills, North Slope, West and Central Plateau.
	Lepus tolai Pallas	Inhabitant of the desert plains and mountainous terrain. The carrier of the plague microbe. Harms peskoukrepitelnykh landings	The species has a hunting-economic importance. On the deposit of chalk inhabits the foot Hills, North Slope.
	Caracal caracal	Caracal inhabitant crevices of rocks and holes porcupines and foxes. Significant. It feeds on rodents (squirrels, jerboas, hares).	Predatory mammal of the cat family. Rare species. On the deposit of chalk met at the foot of the hills and gorges of the South
	Vulpes corsac	Inhabitant of the steppes and deserts. Significant. Fur corsacs make hats are in demand. Korsak is a carrier of rabies and canine distemper.	Fur animal. Endemic species. Density (1-3 individuals / ha) regular.
Birds			
	(Columba livia	They nest in the mountain gorges, caves and crevices on the cliffs of the rivers. Suffer respiratory diseases and other illnesses.	Bird of the pigeon family. Density (more than 10 individuals / ha) large. Occurs mostly at the plant and the South Valley
	Melanocorypha calandra	Sagebrush and sagebrush-grass steppe. It inhabits steppe and desert areas of western Kazakhstan and the foothills and plains. Eats insects.	Species of the genus of birds Steppe larks. Family of larks. Warbler. Normal numerous bird. Breeding migrant Found on motherboards career
	Passer domesticus	Widely distributed in Central Asia and Kazakhstan. It feeds on seeds of agricultural crops and residues of different products	The most common species of the genus of these sparrows. Everywhere is the resident birds. Occurs at the plant.
	Passer hispaniolensis	Nest in colonies on the branches of trees, shrubs, tall 1-1.5 m. Inflicts considerable damage to cereal crops	Passerine birds. Migratory. Breeding. Found in large numbers at the plant.
	Bubo bubo	Dwells in the gorges. Eating rats, mice, rabbits. At the same time have been known to kill and eat other birds, both day and night.	Type of birds of prey of the order Strigiformes. Live alone. Nesting. Found in the Southern Valley.
	Oenanthe pleschanka	Common in the steppe zone. Keeps near stony placers, clay cliffs, areas of steppe type. Eats small insects.	Bird species of flycatchers. Found on the North Slope, South Valley, Western Plateau.

Conclusions. Elements of biodiversity are resources that are of real benefit to humans today, or may prove useful in the future. Biodiversity has both economic and scientific benefits. Actions to conserve biological diversity, in particular environmental monitoring and control, should be planned on the basis of environmental and social priorities equally.

This means that the focus of this activity should be not only protected natural areas, but also areas where production facilities are located and people live, that is, residential and industrial zones.

Г.Ж. Кенжетев¹, С. Сырлыбекқызы¹, А.Е. Жидебаева¹, И.В. Волкова²

¹Ш.Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, Ақтау, Қазақстан;

²Астрахан мемлекеттік техникалық университеті, Астрахан, Ресей Федерациясы

«КАСПИЙ-ЦЕМЕНТ» ЦЕМЕНТ ЗАУЫТЫ АУМАҒЫНДА БИОӘРТҮРЛІЛІК ДЕРЕКҚОРЫН ҚҰРУҒА АРНАЛҒАН ЗЕРТТЕУЛЕР

Аннотация. Биоәртүрлілік экожүйелер жағдайына тікелей әсер береді, өйткені оның азаюы экожүйелердің құрылымына теріс ықпал етеді. Бұл биотикалық қауымдастықтарды өзгертіп, жояды. Биоәртүрліліктің маңыздылығын бағалау қоршаған ортаға ықтимал әсердің мәнін түсінудің маңызды шарты болып саналады. Бұл экологиялық жүктемені азайту бойынша басымдықтарды әзірлеуге мүмкіндік береді. Жалпы жағдайда, кен орны мен карьер, зауыттар мен өнеркәсіптік кәсіпорындар учаскесінде биологиялық түр неғұрлым көп болса, бұл учаске соғұрлым құнды болады. Биологиялық әртүрлілікке болжанатын әсерлердің мәні әсер ету шамасына және әсер ететін экожүйелердің немесе биологиялық түрлердің сезімталдығына байланысты. Осыған қарай биологиялық әртүрлілікке кері әсерді азайтуға бағытталған зерттеулер өзекті болып саналады. Жұмыс істеп тұрған цемент зауытының аумағында жануарлар дүниесінің жай-күйін бақылау үшін деректер базасын құру мақсатында биологиялық әртүрліліктің жай-күйін зерттеуге далалық зерттеу нәтижелері ұсынылды.

Келесі таксонометриялық топтар зерттелді: құстар (ең маңызды үлкен топ, оңай анықтауға болады), сүтқоректілер (арнайы зерттеу әдістерін қажет етеді), бауырмен жорғалаушылар және қосмекенділер. Бор кен орнының зерттеліп отырған аумағында кездесетін түрлер сәйкестендіріліп, осы түрлердің әрқайсысына қатысты биотоптық талаптар зерттелді. Экологиялық бағалау мен мониторингтің классикалық әдістерімен қатар тау-кен жұмыстары аймағындағы биологиялық әртүрлілікті зерттеудің жаңа әдістемесі қолданылды. Әдіс геоакпараттық талдау мен картаға түсіру деректеріне негізделген. Биоәртүрлілік туралы барлық мәліметтер тордың квадраттарына бөлінген карта арқылы алынды (500×500 м) және сапалы түрде жиналды (тордың квадратына жануарлар түрлерінің өкілдерінің саны). Зерттеу аумағында Оңтүстік Шетпе бор кен орнында «Каспий цемент» зауыты ауданында кең таралған шөлді түрлер кездеседі. Жергілікті фаунада нағыз дала түрлері мүлдем жоқ, онда шөлейт түрлері де аз (кіші сарышұнақ, қарсақ, ақбөкен). Сонымен қатар, эндемикалық түр – ұзын инелі кірпі бар. Сонымен қатар, оның құрамында Африка-Азия шөл кешенінің өкілдері кіреді: құмқоян, қызыл құйрықты құмтышқан, шиебөрі, қарақал. Сонымен қатар, мұнда тұран элементтері жоқ (құмтышқан, северцов қосаяғы және ұсақ қосаяқ). Кең таралған палеарктикалық түрлерден қасқыр мен түлкі мекендейді.

Биоәртүрлілік элементтері – адамға нақты пайда әкелетін немесе болашақта пайдалы болуы мүмкін ресурстар. Биоәртүрлілік экономикалық және ғылыми пайда түсіреді. Биологиялық әртүрлілікті сақтау жөніндегі іс-әрекеттер, атап айтқанда экологиялық мониторинг пен бақылау экологиялық және әлеуметтік басымдықтар негізінде тең дәрежеде жоспарлануға тиіс. Бұл тек қорғалатын табиғи аумақтар ғана емес, сонымен қатар өндірістік кәсіпорындар орналасқан және адамдар тұратын жерлер, яғни тұрғын және өндірістік аймақтар осы қызметтің басты назарында болуы керек дегенді білдіреді.

Мақалада ландшафты тұрақтандырушы факторды, «табиғи аймақ» карталарын ескере отырып, биоалуантүрліліктің маңыздылығын сапалы бағалау ұсынылған. Бор карьерінің учаскесі бар цемент зауыты аумағының картасы жасалып, онда биоалуантүрліліктің табиғи ареалдары және олардың мәліметтер базасы көрсетілген.

Түйін сөздер: карьер, зауыт, цемент, биоалуантүрлілік, маңыздылығы, жануарлар әлемі, сүтқоректілер, бауырымен жорғалаушылар, мәліметтер базасы.

Г.Ж. Кенжетаяв¹, С. Сырлыбеккызы¹, А.Е. Жидебаева¹, И.В. Волкова²

¹Каспийский университет технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова, Актау, Казакстан;

²Астраханский государственный технический университет, Астрахан, Российской Федерации

ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В РАЙОНЕ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА «КАСПИЙ-ЦЕМЕНТ»

Аннотация. Биоразнообразие напрямую влияет на состояние экосистем, так как его сокращение отрицательно сказывается на структуре экосистем. Это приводит к изменению и разрушению биотических сообществ. Оценка значимости биоразнообразия является важнейшим условием понимания значения потенциальных воздействий на окружающую среду. Это дает возможность выработки приоритетов по снижению экологической нагрузки. В общем случае, чем больше биологических видов на участке месторождений и карьеров, заводов и промышленных предприятий, тем большую ценность представляет этот участок. Значение прогнозируемых воздействий на биологическое разнообразие зависит от величины воздействий и чувствительности затрагиваемых ими экосистем или биологических видов. В этой связи, исследования, направленные на снижение негативного воздействия на биологическое разнообразие, актуальны и своевременны. Представлены результаты полевых исследований состояния биологического разнообразия в целях создания базы данных для контроля за состоянием животного мира на территории действующего цементного завода.

Исследованы следующие таксонометрические группы: птицы (самая значительная многочисленная группа, легко поддаются идентификации), млекопитающие (требующие специальных методов исследований), пресмыкающиеся и земноводные. Выполнена идентификация видов, которые встречаются на исследуемой территории месторождения мела и изучены биотопические требования для каждого из этих видов.

Наряду с классическими методами экологической оценки и мониторинга, использована новая методика исследования биологического разнообразия в районе горных работ. Метод основан на данных геоинформационного анализа и картирования. Все данные по биоразнообразию были получены с помощью карты, разбитой на квадраты сетки (500×500 м) и были собраны качественным путём (количество представителей видов животных на квадрат сетки). На территории исследования на месторождении мела Шетпе Южное в районе завода «Каспий Цемент» встречены широко распространенные пустынные виды (слепушонка, тушканчик). В местной фауне совершенно отсутствуют настоящие степные виды, мало в ней и полупустынных видов (малый суслик, корсак, сайгак). Вместе с тем имеется эндемичный вид – длинноиглый еж. Кроме этого, в ее составе есть представители африкано-азиатского пустынного комплекса: (заяц-толай, краснохвостая песчанка, шакал, каракал). При этом здесь почти нет туранских элементов (гребенщикова песчанка, тушканчик Северцова и малый тушканчик). Из широко- распространенных палеарктических видов обитают волк и лисица.

Элементы биоразнообразия являются ресурсами, которые представляют реальную пользу для человека сегодня или могут оказаться полезными в будущем. Биоразнообразие приносит как экономическую, так и научную пользу. Действия по сохранению биологического разнообразия, в частности экологический мониторинг и контроль, должны планироваться на основе экологических и социальных приоритетов в равной степени. Это означает, что в фокусе этой деятельности должны быть не только охраняемые природные территории, но и местности, где расположены производственные предприятия и живут люди, то есть селитебные и промышленные зоны.

Представлена качественная оценка значимости биоразнообразия с учетом ландшафтно-стабилизирующего фактора, карт «естественных ареалов». Составлена карта территории цементного завода с участком карьера мела с указанием естественных ареалов биоразнообразия и их база данных.

Ключевые слова: карьер, завод, цемент, биоразнообразие, значимость, животный мир, млекопитающие, рептилии, база данных.

Information about authors:

Gusman Kenzhetaev, doctor of engineering, professor, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; fdsaf@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0310-166X>;

Syrlybekkyzy Samal, PhD, assistant professor Professor, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; samal.syrlybekkyzy@yu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-0260-0611>;

Ainur Zhidebayeva, PhD student in 6D060800 “Ecology”, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; ainur.zhidebayeva@yu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-1217-5305>;

Irina Volkova, doctor of biology, professor, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation; gridasova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8493-8180>

REFERENCES

- [1] Izhko Yu. A., Kolesnik Yu. A. The current state of the biosphere and ecology. Peter: 2015. 195 p.
- [2] Tupikin N.I. Global Ecosystem - Earth's Biosphere. M: 2002. 154 p.
- [3] Alekseenko V.A. Ecological and geochemical changes in the biosphere. Development, evaluation. M.: Logos, 2006. 518 p.
- [4] Prostakov N.I., Golub V. B. Bioecology. Textbook Voronezh: VSU publishing house: 2014. 439 p.
- [5] Martynov A.S. The nature and people of Russia. Ecology, and action. T.2. M.: GEF Project "Biodiversity Conservation", 2005, 132 pp.
- [6] The study and protection of the diversity of fauna, flora and major ecosystems of Eurasia. M.: RAS., "Conservation of biodiversity." Materials of the International Conference, Moscow, April 21-23, 1999, 381 pp.
- [7] Zhidebayeva A, Kenzhetayev G, Samal Syrlybekkyzy, Aitimova A, Suleimenova B, Janaliyeva N.// Studying state of soils in South shetpe chalk deposit. EEC-EM – Ecology, Environment and Conservation (0971765X-India-Scopus), 03, 385758. ISSN 0971–765X (0971765 X-India-Scopus), 03, 385758. 24 (3): 2018; pp. (1065-1068).
- [8] Perelman A.I., Kasimov N.S. Geochemistry of landscapes: Textbook. Ed. 3rd, rev. and add. M.: Astreya-2000, 1999 786 p.
- [9] Kenzhetayev G. Zh., Suleimenova N.Sh., Permyakov V.N., Nurbayeva F.K. Investigation into the Physico-Chemical Properties of Soils of Caspian Sea Coastal Area in Mangystau Province // ORIENTAL JOURNAL OF CHEMISTRY, December 2014. ISSN: 0970-020 X CODEN: OJCHEG 2014, Vol. 30, No. (4): Pg. 1631-1638.
- [10] J. Dixon. Indicators of environmentally sustainable development. Moscow: CPRP GEF project "conservation of biodiversity", 2009, 175 p.
- [11] Serikbayeva A.K., Kenzhetayev G., Syrlybekkyzy S., Shapalov Sh.K., Aitimova A.M., Zhaparbaeva F. Study of landscape and biological diversity of the chalk deposit in Mangistau region // News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biological and medical. 2019. Vol. 1. No 331. P. 60-69. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1483.9>

G.Zh. Kenzhetayev, S. Syrlybekkyzy, L.S.Taizhanova

Yessenov University, Aktau, Republic of Kazakhstan.

E-mail: fdsaf@list.ru, samal.syrlybekkyzy@yu.edu.kz, taizhanova@mail.ru

WASTEWATER EVAPORATOR POND ASSESSMENT OF «CASPI BITUM» LLP

Abstract. The dynamics and level of pollution of the wastewater evaporator pond of the bitumen plant were studied in 2018-2019. The chemical composition of the waste water (WW) pond was determined by 8 indicators. The average annual indicators of the studied harmful substances in the water exceeded the permissible level from 1.1 to 21.9 times. At the same time, exceeding standards were registered for substances of 3 and 4 hazard classes: total iron - up to 2.8 times, petroleum products - up to 1.7 times. The content of anionic surface active agents (SAA) in the evaporator pond with an average degree of oxidation was recorded in excess of the maximum permissible concentration (MPC) by 2.0 times, 2.13 times, and 2.32 times on average over the years at points 1, 2, and 3, respectively. The average values of biochemical oxygen demand/chemical oxygen demand (BOD₅/COD) for 2018-2019 were as follows for the studied points of the evaporator pond: at point 1 (water outlet) - 0.215, at point 2 (South-Eastern part) - 0.195, at point 3 in the area of the sand massif - 0.21, and under the condition of BOD₅/COD<0.5 it means that the WW is over by resistant to oxidation compounds. This requires accelerating the evaporation process. A heliotechnical system of translucent coverings has been developed and offered for intensifying the evaporation process and isolating harmful substances from contacts with the biosphere. This system is environmentally and economically feasible.

Keywords. Oil, bitumen, petroleum products, wastewater, hot climate, evaporation pond, dissolved oxygen deficiency, biochemical index.

Introduction. Oil from the Karazhanbas field is used for the production of road bitumen at the Caspi Bitum plant with a high content of water, sulfur (1.06% by weight), as well as mechanical impurities sand like. High water pollution occurs during the production process when oil is dewatered and desalted in electric desalting plants (EDP). The resulting water is characterized not only by increased mineralization, but also by a high content of BOD and COD. High values of the COD index cause the availability of resistant to oxidation organic compounds in the water.

In general, it leads to a high degree of wastewater pollution. Wastewater discharge from the bituminous plant into reservoirs was prohibited due to sanitary engineering conditions, and its recycling is not possible [1,2]. Therefore, evaporation pond was built at a distance of 5 km from the plant, in a natural depression of the area [3, 4]. Wide formations of chemical compounds and elements accumulate in the reservoir and are practically not isolated from contacts with the biosphere. Thus, the surface of the areal evaporator of oil-polluted waters can evaporate hydrocarbon vapors of oil as well as other volatile chemical compounds and pollute the air and soil of populated areas [2]. Therefore, it is necessary to develop technical means to accelerate the evaporation process within a closed volume using Solar Energy in a dry and hot climate. The developed Solar System allows preventing the evaporation of harmful substances from the pond surface and intensifying the process of wastewater evaporation in a closed volume.

Work objective. Analysis of the evaporator pond condition and offer development for evaporation intensification and prevention of vapor emissions of chemical compounds and harmful gases evaporating with water vapors of wastewater.

Research material and methods. The presented material was obtained during field studies of the evaporator pond condition during 2018-2019.

The evaporation pond of the wastewater plant of the Joint Venture Caspi Bitum LLP was chosen as the study object. Heat treatment and discharge treatment are performed at the first stage of cleaning in the HTDT workshop of the bituminous plant. Standard treated wastewater is fed to treatment facilities, mixed with sewage and re-treated at the stage 2, which were on the balance sheet of Mangistau Industrial Park LLP.

Fractured tertiary and quaternary marls are water-bearing materials, with heavy clays serving as the underlying layer (water barrier) at a depth of 8-15 m. So, we selected 3 points for wastewater drawing from the pond based on the results of field research. These points are intended to reflect the characteristics we are studying for the selected sections of the evaporator pond.

The watershed slope to the North and North-East of the evaporator pond is composed of clay marl and shell limestone. The outlet (discharge) of treated WW into the pond is conducted using an asbestos-cement pipe with a diameter of 500 mm, with a stone head wall.

Research methods. Visual inspection of the pond condition and the surrounding area was carried out in the areas of each point, at point T1 (water outlet) in the North-Western part of the pond, and at point T2 (Eastern part of the pond), as well as at point T3 (sand massif in the South-West). The water temperature, pH and oxygen content were measured at the water sample sites. Water sample was carried out in accordance with GOST R 51592-2000. Storage of WW samples was carried out in accordance with the requirements of GOST 17.1.5.01-80. The pH of water was determined using a portable Hanna pH meter [5, 6].

Chemical analyses of water samples in the terms of dry residue, suspended solids, COD, BOD, ASAA, total iron, as well as petroleum products were carried out in the accredited testing laboratory of Tandem Eco LLP in Aktau. In the laboratory, the content of suspended solids in wastewater was determined according to GOST 26449.1-85, COD according to ST RK 1322-2005, BOD according to ST RK ISO5815-1-2010, ASAA according to ST RK 1983-2010, iron content according to GOST 26449.1-85, petroleum products according to GOST 26449.1-85 [7].

Statistical processing of work results; Standard methods of variation statistics were used. The data obtained in the studies are presented in the form of (mean \pm sd) median (range) - the average \pm standard deviation.

Research results, discussion and suggestions. The main principle of assessing the level of evaporator pond effect on the environment is to compare the value of hydro-chemical indicators of water with the standard values (MPC).

The results of hydro-chemical analysis of water are shown in Table 1 (concentrations exceeding the MPC are put in bold type).

The water temperature in the WW evaporator pond in the fall of 2018 (October 9) was 14.3°C at an outdoor temperature of 23°C at 11.00 am in the daytime.

The content of dissolved oxygen in the pond, at points 1 (water outlet) and at point 3, in the sand massif was in the range of 4.3-4.8 mgO₂/dm³, at point 2 (South-East), the indicator was 4.5 mgO₂/dm³. In the summer of 2019 (July 27), the indicators of dissolved oxygen (DO) in water are recorded below the indicators of 2018.

Thus, its content in water was 3.8 mgO₂/dm³, 4.1 mgO₂/dm³, and 4.3 mgO₂/dm³ for the study points, respectively. The results of the 2018-2019 analyses show that there is a dissolved oxygen deficiency in the pond. It is known that the solubility of oxygen in oil-containing effluents is quite high. Also, the dissolved oxygen deficiency is associated with a hot climate.

Water **salinity** in the reservoir is quite high and amounted to 12.3 g/l in the fall of 2018, and in the summer of 2019 the indicator was higher and amounted to 13.7 g/l. The water in the evaporator pond is classified as salty. The predominant anions are chlorides and sulfates.

Water salinity ratio is related to the mineralization of underground water equal to 22.6 g/l.

Hydrogen (pH) index. The water in the evaporator pond of JV Caspi Bitum LLP has an alkaline reaction. The maximum pH values in the range of 9.21 (summer 2019) and 8.93 (summer 2019) during the research period were recorded in the area of wastewater discharge (point 1), in the North-Western part of the evaporator pond, (point 2) on the Eastern part of the pond, respectively. The alkaline reaction remains almost until winter in the hot climate of the Mangistau region. The minimum pH value, in the range of

7.33 (fall 2018), is marked at point 3, in the area of the sand massif. Also, when the pH decreases, the rate of clarification of wastewater increases (at pH = 7-8, clarification of 50-65%), due to the effect of subsidence of suspended matter particles in the bottom sediments [7].

The dry residue is mainly determined by the content of chlorides and sulfates in the water.

Therefore, the dry residue index is also usually high at high concentrations of these elements in water. There are overages of the MPC of the total salinity (dry residue) at point 2 (Summer 2019) and point 3 (Summer 2019), according to the results of the analyses. So, the dry residue at point 2 was 1617 mg/dm³ (1.62 MPC) and 1559 mg/dm³ (1.56 MPC) at point 3. Minimum values of the dry residue were registered at point 1 (water outlet) in the fall of 2018 in the range of 1327 mg/dm³ (1.33 MPC). This is due to the high level of fall Eastern and South-Eastern winds with a return of 19% and 18%, respectively, of the wastewater entering the pond in the direction of point 2.

Table 1 – The content of pollutants in the WW of wastewater treatment plant (WWTP) sump mg/dm³

Index	MPC*	Point No. of water sampling from the evaporator pond					
		No. 1		No. 2		No. 3	
		Fall 2018	Summer 2019	Fall 2018	Summer 2019	Fall 2018	Summer 2019
pH	6,5-8,5	8,13±0,04	9,21±0,05	7,33±0,05	8,11±0,03	8,69±0,04	8,93±0,05
Dry residue, mg/dm ³	1000	1327±0,04	1419±0,03	1583±0,03	1617±0,03	1482±0,03	1559±0,03
Suspended solids, mg/dm ³	10,75	26,3±0,07	19,5±0,03	17,5±0,05	17,3±0,07	18,6±0,04	18,7±0,07
COD, mgO ₂ /dm ³	30	302,3±0,06	379,1±0,03	274,1±0,05	311,0±0,04	288,3±0,05	292,0±0,05
BOD ₅ , mgO ₂ /dm ³	3,0	96,3±0,04	38,5±0,03	83,0±0,06	35,5±0,05	91,4±0,03	33,7±0,05
ASAA, mg/dm ³	0,2	0,33±0,05	0,47±0,04	0,41±0,06	0,44±0,03	0,45±0,05	0,48±0,05
Fe total, mg/dm ³	0,3	0,84±0,04	0,51±0,05	0,62±0,03	0,55±0,04	0,77±0,06	0,63±0,03
Petroleum products	0,1	0,12±0,04	0,17±0,06	0,09±0,04	0,11±0,05	0,07±0,04	0,09±0,03

Suspended solids of wastewater samples: The highest content of suspended solids in the fall of 2018 was recorded at point 1 (water outlet) with an overage limit of 2.44 times (26.3 mg/dm³). In the summer of 2019, the index of suspended solids decreased to 19.5 mg/dm³ at the same point 1 and amounted to 1.81 MPC. The content of suspended solids was lower, but also exceeded the permissible norms in the most remote places from the waste water discharge, points 2 and 3. The index of suspended solids for both fall 2018 and summer 2019 was almost the same at the 2nd point, that is 17.5 mg/dm³ and 17.3 mg/dm³. The overage was 1.63 and 1.61 MPC, respectively. The content of suspended solids in the sand massif at point 3 was recorded in the range of 18.6 mg/dm³ in the fall of 2018, and 18.7 mg/dm³ in the summer of 2019, with an average of 1.73 times higher than the MPC. At the same time, the increase of water turbidity in the pond can also be mainly due to the release of carbonates from the Khazar clay marls that form the bottom of the pond and the oxidation of iron compounds Fe²⁺ with air oxygen, as well as a result of violation of the regime of wastewater intake [8].

COD – is the quantity of O₂ in mg per liter of wastewater that is required for the oxidation of all organic and inorganic substances contained in 1 liter of WW.

According to the results of analyses, the COD index at point 1 (water outlet) in the fall of 2018 was 302.3 mgO₂/dm³ (10.1 MPC), while the COD content in the summer of 2019 increased to 379.1 mgO₂/dm³ (12.6 MPC). The COD index for point 2 in the fall of 2018 was 274.1 mgO₂/dm³ (9.1 MPC), and in the summer of 2019, 311.0 mgO₂/dm³ (10.4 MPC). The overage of the MPC for COD at point 3 was 9.6 MPC, with a COD content of 288.3 mgO₂/dm³ (fall 2018), and (9.7 MPC) with a COD value of 292.0 mgO₂/dm³ (summer 2019). High COD values cause the availability of resistance to oxidation of organic compounds in the water of the evaporator pond [5, 9].

BOD₅. Biological oxygen demand is an index of oxygen consumption for the oxidation of harmful impurities in the WW under exposure to microorganisms.

It should be noted that when determining the BOD₅ index for 5 days (in 1 liter of WW) from the pond, the oxidation of 67% of readily oxidizing organic substances was recorded at an average air temperature of 23°C. The BOD₅ value at point 1 in the fall of 2018 was 96.3 mgO₂/dm³ with overage the MPC by 32.1 times, but the results of analysis of water samples in the summer of 2019 showed a sharp decrease in the BOD₅ value to 38.5 mgO₂/dm³ (12.3 MPC). Overage of BOD₅ at point 3 is almost shown

at the same range: $91.4 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ by 30.5 times (fall 2018) with a sharp decrease to $33.7 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ (11.2 MPC) in the summer of 2019. The index arranged by the years of BOD_5 at point 2 was lower than at points 1 and 3, but exceeded the established standard by 27.7 times (fall 2018), but in the summer of 2019 this index fell sharply to 11.8 MPC. There is a sharp increase in the value of BOD_5 in fall. In summer, on the contrary, the BOD_5 index decreases very sharply, while its decrease usually occurs in anaerobic conditions with an oxygen deficiency. This is due to both the deposition of suspended solids and their anaerobic decomposition in bottom sediments, which leads to a decrease in the BOD_5 value in the summer [7, 9]. The data obtained as a result of research on the actual content of HS in the wastewater of the evaporator pond are shown in figure 1.

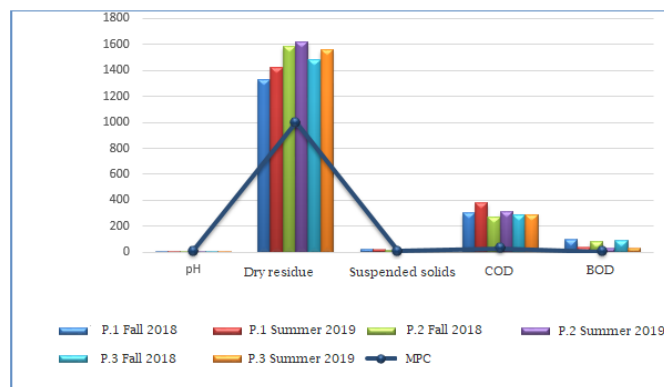


Figure 1 – Content of pollutants in the evaporator pond

ASAA: A significant part of the anthropogenic load that falls on the evaporation pond or other similar reservoirs is made up of WW containing ASAA [10].

These compounds belong to the toxicologically limiting sign of harm. They are formed like sodium salts, mainly when desalting oil on electric desalting plants (EDP). The highest concentration of ASAA in the water of the evaporator pond was found at point 3 (sand massif) in the summer of 2019 with an excess (2.4 MPC) at a value of $0.48 \text{ mg}/\text{dm}^3$. The index in the fall of last year at this point was lower by $0.13 \text{ mg}/\text{dm}^3$. The concentration of anionic surface active agents at point 1 in the fall of 2018 was 1.65 MPC with a value of $0.33 \text{ mg}/\text{dm}^3$. The concentration of ASAA exceeded the MPC by 2.35 times at $0.47 \text{ mg}/\text{dm}^3$ at the same point in the summer of 2019. The ASAA content in the South-West of the pond at the point was in the range of $0.41 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (2.05 MPC); and $0.44 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (2.2 MPC) for the fall of 2018, and for the summer of 2019, respectively.

Iron total Fe_{total} (Totality Fe^{2+} and Fe^{3+}). In water containing oxygen, Fe^{2+} easily converts to Fe^{3+} and is precipitated as a hydroxide. Fe^{2+} is unstable in an alkaline condition. Separate determination of dissolved and undissolved iron, as well as Fe^{2+} and Fe^{3+} does not give accurate results. Therefore, we determined the total iron Fe_{total} [11].

Maximum Fe_{total} concentrations exceeding the MPC were recorded in the fall of 2018, at points 1 and 3, in the range of $0.84 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (2.8 MPC), and $0.77 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (2.6 MPC). At the same time, the iron indexes for these points 1 and 3, in the summer of 2019, were lower values of $0.51 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (1.7 MPC) and $0.63 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (2.1 MPC), respectively. The Fe_{total} index for the sand massif at point 2 in the fall of 2018 was $0.62 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (2.15 MPC) and was slightly higher than in the summer of 2019, at $0.55 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (1.83 MPC). The decrease of the Fe_{total} index, in the summer of 2019, is due to the fact that the value of the hydrogen index $\text{pH} > 9$ (9.21) at point 1 in the summer period, and points 2 and 3 to 9 (8.11) and (8.93), which allows characterizing the pond wastewater as alkaline. In General, the decrease of the Fe_{total} index is due to the availability of an oxidizer in the pond water in the form of chlorine.

Petroleum products (PP): The PP content was recorded at point 1 of the bituminous plant's wastewater discharge into the pond in the fall of 2018 at just over 1.2 MPC ($0.12 \text{ mg}/\text{dm}^3$). At the same time, this index increased to 1.7 MPC ($0.17 \text{ mg}/\text{dm}^3$). The PP content was lower than the MPC at point 2 in the fall of 2018, but in the summer of 2019 there was a slight increase (1.1 MPC). Their content is lower in the area of the sand massif.

The petroleum products load poses a danger to the environment in terms of their harmful effects, which are in the 2nd place after the radioactive contamination.

The active solar energy system has been developed and offered to prevent the evaporation of harmful substances from the water surface of the evaporator pond.

The transparent plastic coverings arranged in the deepest part of the evaporator pond will speed up the process of evaporation of wastewater, and prevent “emissions” of hydrocarbon vapors and sulfur-containing compounds [12, 13, 14].

The average concentrations of ASAA, Fe_{total} and petroleum products in the WW pond during the research period are shown in figure 2.

We will determine the biochemical index based on the data obtained in the research. This index reflects the BOD₅/COD ratio and it is always less than 1. The value of this index allows us to estimate the possibility of biological purification (table 2).

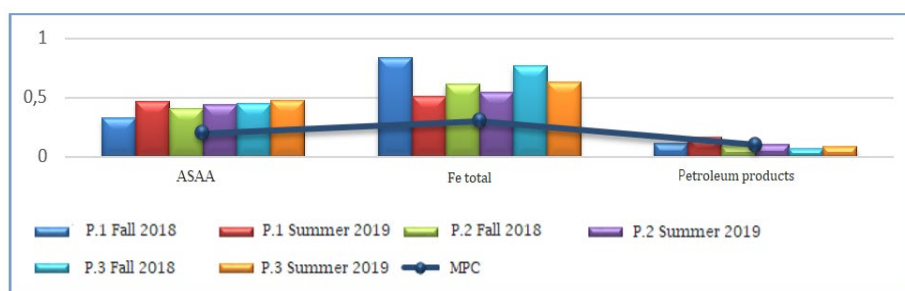


Figure 2 – Concentration of ASAA, Fe_{total} and petroleum products in the evaporator pond

Table 2 – Values of the BOD₅/COD ratio in the WW of the evaporator pond

Index	MPC*	Point No. of water sampling from the evaporator pond					
		No. 1		No. 2		No. 3	
		Fall 2018	Summer 2019	Fall 2018	Summer 2019	Fall 2018	Summer 2019
BOD ₅ , mgO ₂ /dm ³	3,0	96,3±0,04	38,5±0,03	83,0±0,06	35,5±0,05	91,4±0,03	33,7±0,05
COD, mgO ₂ /dm ³	30	302,3±0,06	379,1±0,03	274,1±0,05	311,0±0,04	288,3±0,05	292,0±0,05
BOD ₅ /COD ratio	-	0,32±0,05	0,10±0,04	0,30±0,03	0,09±0,06	0,31±0,05	0,11±0,04
COD/BOD ₅ ratio	-	3,14±0,04	9,84±0,05	3,20±0,03	9,76±0,05	3,15±0,06	8,66±0,05

It can be seen from the data in table 2 that the values of the BOD₅/COD ratio are less than 0.5, which indicates that the water in the evaporator pond is saturated with resistant to oxidation compounds. However, it is known that industrial effluents are usually characterized by values of the biochemical index from 0.05 to 0.3. As for the COD/BOD₅ ratio, it is clear that in the summer period its values are 3 times higher than in the fall period. It is known that this ratio increases to 3.5 in industrial wastewater mixed with a significant quantity of sewage effluents, since it can reach up to 10 in the effluents of some industries.

Conclusion. An environmental assessment of the condition of the wastewater evaporator pond at the JV CaspiBitum LLP plant revealed the level of its pollution. It was found that the level of pollution in the pond water is V, and the waste water is dirty. According to the COD standard, the water is very dirty which corresponds to the VI level of pollution. According to the BOD₅ index, water pollution by organic compounds in the evaporator pond is also very dirty.

The values of the BOD₅/COD ratio in all studied points of the evaporator pond in the period 2018-2019 were less than 0.5. The water in the evaporator pond is supersaturated with resistant to oxidation compounds according to the standards for BOD₅/COD<0.5. On the other hand, it is known that the value of this biochemical index for industrial wastewater is characterized by values from 0.05 to 0.3.

It is necessary to create a closed solar energy system made of translucent PVC film coverings in order to speed up the process of evaporation of wastewater and prevent air pollution from harmful substances that evaporate with water vapor (figure 3).



Figure 3 – Overview of the developed solar energy system made of translucent coverings for intensifying the evaporation of wastewater and trapping harmful substances

It will enable you to reduce the level of air and soil pollution, speed up the evaporation process, and use polluted water purified by distillation in the irrigation system of urban trees and shrubs in conditions of water deficiency.

Г.Ж. Кенжетаяев, С. Сырлыбекқызы, Л.С. Тайжанова

Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инженеринг университеті, Ақтау, Қазақстан;

«CASPI BITUM» ЖШС АҒЫНДЫ СУ БУЛАНДЫРҒЫШ ТОҒАНЫНЫҢ ЖАЙ-КҮЙІН БАҒАЛАУ

Аннотация. Мұнай өңдеу кәсіпорындарының, атап айтқанда, жол битумдарын өндіретін зауыттағы ағынды судың негізгі уытты және қауіпті ластаушы көзі – мұнай өнімдері. Бұл ағынды судың (АС) құрамы әртүрлі және мұнайдың сапасы өңдеу технологиясы, сондай-ақ оларды тазарту дәрежесімен анықталады. «Caspi Bitum» зауытында жол битумдарын өндіру үшін Қаражанбас кен орнының құрамында су, күкірт (массаның 1,06%) жоғары, сондай-ақ құм түріндегі механикалық қоспа бар мұнай пайдаланылады. Өндіріс процесінде судың қатты ластануы мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру кезінде, электр тұзсыздандыру қондырғыларында жүреді. Бұл жағдайда пайда болған су минералданудың жоғарылауы әрі сонымен қатар ОБҚ және ОХҚ жоғары құрамы негізінде сипатталады. ОХҚ индикаторының жоғары мәні суда күрделі тотығатын органикалық қосылыстардың болатынын анықтайды. Бұл жалпы ағынды суды жоғары деңгейде ластайды. Санитариялық-техникалық шарттар бойынша битум зауытының ағынды суын су айдындарына ағызуға тыйым салынды, ал оларды қайта пайдаланудың мүмкіндігі болмады. Осыған байланысты зауыттан 5 км қашықтықта, ауданның табиғи ойпатында буландырғыш тоған салынды. Алдын ала тазартылған ағынды суды ағызуға арналған осы түрдегі жер сыйымдылығы, әдетте, Маңғыстау облысына жататын булану деңгейі жоғары аудандарда орналасады. Химиялық қосылыстар мен элементтердің кең бірлестіктері су қоймасында жиналады және іс жүзінде биосферамен байланыстан оқшауланбайды. Осылайша мұнай көмірсутектерінің және басқа ұшпа химиялық қосылыстар буы мұнаймен ластанған судың аралды буландырғыш бетінен буланып, атмосфералық ауа мен елді мекендер топырағын ластауы мүмкін. Осыған байланысты құрғақ және ыстық климат жағдайларында күн энергиясы арқылы тұйық көлемде булану процесін жеделдететін техникалық құралдарды әзірлеу қажет.

2018-2019 жылдардағы зерттеулер битум зауытының ағынды суының буландырғыш тоғанының ластану динамикасы мен деңгейін зерттеді. Тоғанның ағынды суының химиялық құрамы 8 көрсеткіш бойынша анықталды. Әрбір нүкте ауданында тоғанның солтүстік-батыс бөлігіндегі Т1 (су жіберу) нүктесінде және Т2 нүктесінде (тоғанның шығыс бөлігі), сондай-ақ Т3 нүктесінде (оңтүстік-батыстағы құмды алқап) тоған күйін, іргелес жердің жай-күйін көзбен шолып қарау жүзеге асырылды. Су сынамаларын алу орындарында оның температурасы, рН және оттегінің мөлшері өлшенді. Су сынамаларын алу МемСТ Р 51592-2000 сәйкес жүргізілді. Ағынды су сынамаларын сақтау МемСТ 17.1.5.01-80 талаптарына сәйкес жүргізілді. Судың рН-ын анықтау Hanna портативті рН-метрі арқылы жүргізілді. Вариациялық статистиканың стандартты әдістері қолданылды. Буландырғыш тоғанның қоршаған ортаға әсер ету деңгейін бағалаудың негізгі қағидаты судың гидрохимиялық көрсеткіштерінің шамасын нормативтік мәнмен (ШРК) салыстырудан тұрады. Суда зерттелген зиянды заттардың орташа көрсеткіштері рұқсат етілген деңгейден 1,1-ден 21,9 есе асып түсті. Бұл ретте қауіптіліктің 3 және 4 сыныптарындағы заттар үшін нормативтердің: жалпы темір 2,8 есеге дейін, мұнай өнімдері 1,7 есеге дейін артады. Тотығудың орташа дәрежесі бар буландырғыш тоғандағы анионды баз мөлшері ШРК-дан 2,0 есе, 2,13 есе және 1, 2, 3 нүктелерінде жыл бойынша орташа есеппен 2,32 есе асып түседі. 2018-2019 жылдардағы орташа, буландырғыш тоғанның зерттелген нүктелері үшін ОБҚ₅/ОХҚ қатынасы келесі мәнді құрады: 1 нүктесінде (су шығару) – 0,215, 2 нүктесінде (оңтүстік-шығыс бөлігі) – 0,195, құм массивінің 3 нүктесінде – 0,21 және ОБҚ₅/ОХҚ < 0,5 жағдайында – күрделі қышқылданатын қосылыстармен қанықтыруды білдіреді. «Caspi Bitum» БК ЖШС зауытының сарқынды су буландырғыш тоғанының жай-күйін экологиялық бағалау оның ластану деңгейін анықтауға мүмкіндік берді.

Тоған суындағы еріген оттегінің мөлшері бойынша ластану деңгейі V, ал ағынды судың лас екендігі анықталды. ОХҚ нормативі бойынша су өте лас, бұл ластанудың VI деңгейіне сәйкес келеді. ОБҚ₅ көрсеткіші бойынша су органикалық қосылыстармен ластанады, буландырғыш тоғандағы су да өте лас. ОХҚ мен ОБҚ мәнінің арасындағы арақатынас сарқынды суды тазартудың неғұрлым экологиялық қауіпсіз схемаларын, технологияларын мен әзірлемелерін дайындау үшін қолданылатын ағынды судың іргелі сипаттамаларының бірі болып саналады, оларды су объектілеріне

тоғуге тыйым салынады және қайта пайдаланудың мүмкіндігі жоқ. Бұл булану процесін тездетуді қажет етеді. Зиянды заттардың булану процесін қарқындалту және биосферамен байланыстан оқшаулау үшін экологиялық және экономикалық тұрғыдан тұтас көрінетін мөлдір жабынның гелиотехникалық жүйесі әзірленді және ұсынылады. Бұл атмосфералық ауа мен топырақтың ластану деңгейін азайтуға, булану процесін жылдамдатуға, су тапшылығы жағдайында қалалық ағаштар мен бұталарды суару жүйесінде дистилляция арқылы тазартылған ластанған суды пайдалануға мүмкіндік береді. Әзірленген гелиожүйе тоған бетінен зиянды заттардың булануына жол бермейді және ағынды судың жабық көлемде ағынды судың булану процесін күшейтеді.

Түйін сөздер: мұнай, битум, мұнай өнімдері, ағынды су, ыстық климат, буландырғыш тоған, еріген оттегінің жетіспеушілігі, биохимиялық көрсеткіш.

Г.Ж. Кенжетеев, С. Сырлыбекқызы, Л.С. Тайжанова

Каспийский университет технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова, Актау, Казакстан

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРУДА-ИСПАРИТЕЛЯ СТОЧНЫХ ВОД ТОО «CASPI BITUM»

Аннотация. Основным токсичным и опасным загрязняющим веществом сточных вод предприятий переработки нефти, в частности завода по производству дорожных битумов, являются нефтепродукты. Состав этих сточных вод (СВ) разнообразен и определяется качеством нефти и технологией ее переработки, а также от степени их очистки. Для производства дорожных битумов на заводе «Caspi Bitum» используется нефть месторождения Каражанбас, с высоким содержанием воды, серы (1,06% масс), а также и механических примесей в виде песка. В процессе производства сильное загрязнение воды происходит при обезвоживании и обессоливании нефти, на электрообессоливающих установках (ЭЛОУ). Образующая при этом вода характеризуется не только повышенной минерализацией но и высоким содержанием БПК и ХПК. Высокие значения показателя ХПК обуславливают наличие в воде трудно окисляемых органических соединений. Это, обуславливает высокую степень загрязненности сточных вод в целом. По санитарно-техническим условиям сброс сточных вод битумного завода в водоемы был запрещен а повторное их использование невозможно [2]. В этой связи, на удалении 5 км от завода, в естественном понижении местности был устроен пруд-испаритель [3,4]. Земляные емкости такого типа для сброса предварительно очищенных стоков, обычно устраиваются в районах с высокой испаряемостью к которым относятся Мангистауская область. Широкие ассоциации химических соединений и элементов накапливаются в водоеме и практически не изолированы от контактов с биосферой. Таким образом, с поверхности площадного испарителя нефтезагрязненных вод могут испаряться пары углеводородов нефти также и другие летучие химические соединения и загрязнять атмосферный воздух и почву населенных мест [2]. В этой связи необходима разработка технических средств для ускорения процесса испарения, в пределах замкнутого объема с использованием энергии Солнца в условиях сухого и жаркого климата.

Исследованиями 2018-2019 гг., изучена динамика и уровень загрязнения пруда-испарителя сточных вод битумного завода. Химический состав сточных вод (СВ) пруда определялся по 8 показателям. В районах каждой точки, в точке Т1 (водовыпуск) в северо-западной части пруда, и в точке Т2 (восточная часть пруда) а также в точке Т3 (песчаный массив на юго-западе), был осуществлен визуальный осмотр состояния пруда, прилегающей местности. В местах отбора проб воды, измеряли ее температуру, рН и содержание кислорода. Отбор проб воды проводился в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000. Хранение проб СВ проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.01-80. Определение рН воды проводили с помощью портативного рН-метра Hanna.

Использованы стандартные методы вариационной статистики. Основной принцип оценки уровня влияния пруда-испарителя на окружающую среду, состоит в сопоставлении величины гидрохимических показателей воды с нормативными значениями (ПДК). Средние по годам показатели изученных вредных веществ в воде превышали допустимый уровень от 1,1 до 21,9 раза. При этом, для веществ 3 и 4 классов опасности регистрировали превышения нормативов: железа общего – до 2,8 раза, нефтепродуктов – до 1,7 раза. Содержание анионных ПАВ в пруде-испарителе со средней степенью окисления зафиксировано с превышением ПДК в 2,0 раза, 2,13 раза и 2,32 раза в среднем по годам в точках 1, 2, 3 соответственно. Средние за 2018-2019 гг, соотношения БПК₅/ХПК, для исследованных точек пруда-испарителя, составили следующие значения: в точке 1 (водовыпуск) – 0,215, в точке 2 (юго-восточная часть) – 0,195, в точке 3 в районе песчаного массива – 0,21 и при условии БПК₅/ХПК<0,5 – это означает перенасыщение СВ трудноокисляемыми соединениями. Экологическая оценка состояния пруда-испарителя сточных вод завода ТОО СП «Caspi Bitum» позволила выявить уровень его загрязненности.

Установлено, что по содержанию в воде пруда растворенного кислорода, уровень загрязненности – V, а сточные воды грязные. По нормативу ХПК – вода очень грязная, что соответствует VI уровню загрязненности. По показателю БПК₅ загрязнения воды органическими соединениями, вода в пруде-испарителе также очень грязная. Соотношение между значениями ХПК и БПК является одной из основополагающих характеристик стоков, по которым ведется разработка наиболее экологически безопасных схем, технологий и разработок очистки сточных вод, сброс которых в водоемы запрещен а повторное использование невозможно. Это требует ускорения процесса испарения. Для интенсификации процесса испарения и изоляции вредных веществ от контактов с биосферой разработана и предлагается гелиотехническая система из светопрозрачных покрытий, которая экологически и экономически целесообразна. Это даст возможность, уменьшить уровень загрязнения атмосферного воздуха и почв ускорить процесс испарения, использовать очищенную за счет дистилляции загрязненную воду в системе полива городских деревьев и кустарников в условиях дефицита вод. Разработанная гелиосистема позволяет предотвратить испарение вредных веществ с поверхности пруда и интенсифицировать процесс испарения сточных вод в замкнутом объеме.

Ключевые слова: нефть, битум, нефтепродукты, сточные воды, жаркий климат, пруд-испаритель, дефицит растворенного кислорода, биохимический показатель.

Information about authors:

Gusman Kenzhetayev, doctor of engineering, professor, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; fdsaf@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0310-166X>;

Syrlybekkyzy Samal, PhD, assistant professor Professor, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; samal.syrlybekkyzy@yu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-0260-0611>;

Lyailim Taizhanova, PhD student in 6D060800 “Ecology”, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; taizhanova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9617-3218>

REFERENCES

- [1] Environmental code of the Republic of Kazakhstan, dated 12.01.2007.
- [2] Code of the Republic of Kazakhstan "on people's health and health care system" № 495 dated 05.10.2009.
- [3] SanPiN "Sanitary-epidemiological requirements to water sources, water intake sites for drinking purposes, drinking water supply and places of cultural and domestic water use and safety of water bodies" (approved by decree of Government of RK of 18 January 2012 No. 104)
- [4] Sanitary rules "Sanitary and epidemiological requirements for establishing a sanitary protection zone of production facilities" № 93 of 17.01.12.
- [5] Porfiryeva A.V., Ziyatdinova G. K., Medyantseva E. P. Hydrochemical analysis. Textbook. Kazan: Kazan University Press, 2018. 88.
- [6] Muraviev A. G. Guidelines for determining water quality indicators by field methods. 3rd ed. SPb.: "Crismas+", 2004. 248.
- [7] Drugov Yu. S. Analysis of contaminated water: a practical guide / Yu. s. Drugov, A. A. Rodin. Moscow: publishing house "knowledge laboratory", 2015, 168.
- [8] Zenin A. A. Hydrochemical dictionary. L.: Gidrometeoizdat, 1988, 240.
- [9] Lee J., Lee S., Rhew D. Relationships between water quality parameters in rivers and lakes: BOD₅, COD, NBOPs, TOC Environmental Monitoring, and Assessment. 2016, 188, 252.
- [10] Jouanneau, S.; Recoules, L.; Durand, M.J.; Boukabache, A.; Picot, V.; Primault, Y.; Lakel, A.; Sengelin, M.; Barillon, B.; Thouand, G. Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD). Water Res. 2014, 49, 62-82.
- [11] Samudro, G.; Mangkoedihardjo, S. Review on Bod, Cod and Bod/Cod Ratio: A Triangle Zone for Toxic, Biodegradable and Stable Levels. Int. Acad. Res. 2010, 2, 235–239.
- [12] Liu C, Wang ZY, He Y, et al. Analysis of water quality of the estuary around Bohai Sea Bay. Environ Pollut Prev. 2003;25(4):222–5.
- [13] Ollivon D, Garban B, Blanchard M, Teil M, Carru JAM, Chesterikoff C, Chevreuril M. Vertical distribution and fate of trace metals and persistent organic pollutants in sediments of the Seine and Marne Rivers (France). Water Air Soil Pollut. 2002;134:57–79.
- [14] RK patent № 15812. Method for preventing evaporation of water surfaces. IPC: B65D 90/28. Author: T. K. Akhmedzhanov, G. Zh Kenzhetaev and others.

Zh.K. Musayeva¹, E.K. Musayev², S.E. Koibakova², S. Syrlybekkyzy²

¹ G. Daukeev Almaty University of Power Engineering
and Telecommunication, Almaty, Republic of Kazakhstan;

² Yessenov University, Aktau, Republic of Kazakhstan.
E-mail: zhanna.musayeva@gmail.com, yerbol.mussayev@yu.edu.kz,
symbat.koibakova@yu.edu.kz, samal.syrlybekkyzy@yu.edu.kz

USE OF MODERN METHODS OF IDENTIFICATION OF HYDROCARBON CONTAINING MICROORGANISMS ISOLATED FROM THE MARINE ENVIRONMENT OF THE CASPIAN SEA

Abstract. Currently, the problem of the negative impact of petroleum hydrocarbons in the Caspian Sea has become catastrophic. Intensive pollution of marine waters by oil and oil products, from production, transportation and storage of hydrocarbons leads to the oppression of the sea ecosystem. Mechanical and physico-chemical methods for cleaning the marine environment are characterized by low efficiency, secondary pollution and high cost. The most promising is the use of microbiological methods for cleaning waters from oil pollution. In the article presents the results of the identification of reactive oxidizing bacteria isolated from the marine environment of the Caspian Sea, for further use in new biopreparation from oil pollutions.

From the sea water in bulk berths Aktau sea port and the port of Bautino (North Caspian) allocated 27 hydrocarbon isolates of microorganisms having the ability to oil degradation of these strains selected the 4 most active cultures, which were identified as *Bacillus cereus* (2 strains), strain *Bacillus* sr.13 and *Acinetobacter* sr.10.

Article is written by results of the scientific project of grant financing of Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan "Activization of the self-clearing ability of sea water of the Caspian Sea from oil products". Article is issued thanks to the international project Tempus of IV IEMAST of "Establishing Modern Master-level Studies in Industrial Ecology".

Key words: identification, morphological, cultural and biochemical properties of oil destructors, sequencing, pure culture.

Introduction. The North Caspian is a unique water area, the hydrological and hydrochemical regime of which is formed by complex processes due to frequent storm activity, water convergence, shallow water, salinity variability and the influence of river flow.

In the general chain of human-hydrosphere interaction, an important link belongs to the management of the marine environment, where high economic activity is carried out and flows of pollutants coming from both the land and the sea face. Recently, water areas have suffered most from oil pollution, mostly of anthropogenic origin. Intensive marine pollution by oil and oil products, from production, transportation and storage of hydrocarbons lead to the oppression of the sea ecosystem. The most promising is the use of microbiological methods for cleaning waters from oil pollution. This is because the microorganisms effectively, quickly and without additional damages to the ecosystem can remove.

Microflora is a sensitive indicator of changes in the conditions of their environment, which is formed from various physiological groups of microorganisms. The number and activity of microflora are largely dependent on environmental and geographical factors. The processes taking place in water bodies are closely related to the number of microorganisms.

It is in a situation of developing oil fields that it is of interest to monitor studies, identify patterns of distribution of microscopic organisms, and use highly active strains to create biological products for cleaning the marine environment from oil products.

Main part. For the most complete and quick purification of waters from oil products cheaper to use aboriginal strains of microorganisms that do not need to adapt to the environment into which they are introduced. These bacteria begin destruction of oil faster than those microorganisms that allocated from other biotopes.

For the emergence of biologics to allocate initially from seawater active bacteria-oil destructors, determine their hydrocarbon-oxidizing activity, make an active consortium of microorganisms, identify, etc.

The aim of this study was the identification of active oil destructors strains isolated from seawater near the port of Bautino.

To achieve this goal, the following tasks were:

1. Conducting primary identification of the strains by culture-morphological, physiological and biochemical properties;

2. Phylogenetic identification of strains carrying-based sequencer variable regions of the genes encoding 16S rRNA;

The object of the research were 4 strains of microorganisms: *Bacillus* sp. 7 (B-1), *Arhtrobacter* sp. 13 (P-7), *Bacillus* sp. 27 (B-4) and *Serratia* sp. 10 (S-8) which was obtained from seawater near the Caspian Sea Bautino port.

To identify strains used cytochemical methods and biochemical researches.

Preliminary identification of the isolated microorganisms was performed by culture-morphological, physiological and biochemical characteristics, using the work of many authors [1-8].

For the identification of genetic strains were sent to the "State Research Institute of Genetics" PA on solid medium and M9 as well as IIB liquid medium, cell titers was 10⁶ CFU / ml. The species identification was performed by polymerase chain reaction and further sequencing of PCR fragments of 16S rRNA gene using a universal primer system [9-21].

Thus, held primary identification obtained pure cultures. Research was performed on liquid or solid nutrient mediums are shown in (table 1).

Table 1 – Growth of pure cultures in various mediums

Name of culture	Growth in the BCH	Growth in the IPA	Growth on M9 with oil
<i>Bacillus</i> sp. 7 (B-1)	Abundant growth in the form of flakes of cotton, lumps suspended	Colonies larger than 2 cm in diameter, grow on agar, with not even a fringed edge, folded, convex, dull, gray	colony point, convex, gray, dull, flat edge of the colonies, mucous consistency
<i>Serratia</i> sp. 10 (S-8)	Weak growth film on a surface of the medium	colony of large, round with smooth edge, slimy, transparent, beige	colony point, convex, glossy, gray-pink, mucous
<i>Arhtrobacter</i> sp. 13(P-7)	Uniform turbidity environment	colonies are round with a straight edge, slimy, beige, black pigment allocates to meduim	point, convex, glossy, gray
<i>Bacillus</i> sp. 27 (B-4)	Weak growth film on a surface of the medium	colonies are round with no flat edge eroded, convex, dull, gray, gray pigment forms	colony point, convex, gray, frosted

A result of research noted that the two strains (S-8, B-4) with an increase of the liquid medium is observed weak growth to form a film on the surface of the medium. In strain R-7 noted uniform turbidity environment. The most intensive growth to form flakes and lumps noted for strain B-1 (table 1).

When grown in IPA noted that among the studied cultures for two strains (P-7 and B-4) is characterized by the appearance of the pigment on the surface of nutrient agar, colonies of all strains are characterized by large size, intensively proliferating medium surface. Strains B-1 and B-4 are characterized by a matte surface of the colonies, strains S-8 P-7 and surface gloss. When grown in M9 medium for the growth of all the strains noted point convex colonies. Strains B-1 and B-4 M9 medium matte, and strains S-8 P-7 and glossy.

When studying the cytochemical properties of the strains noted that three strains lack of acid resistance characteristic of the cell walls. The results are shown in (table 2).

Table 2 – Results of the morphological properties of the pure cultures of

Name of culture	Gram stain	Determination of acid-fast bacilli by Ziehl-Nielsen	Stained bacterial spores by Ziehl-Nielsen modified by Mueller
Bacillus sp.7 (B-1)	T + Sticks, 0.8 x 2.7 m	Acid-fast, painted in red	Spores, painted in bright red color. Vegetative cells painted over in blue
Serratia sp. 10 (S-8)	T-short rods and cocci, 1x2 m	Acid-resistant, painted in red color	No controversy, only vegetative cells painted in blue color
Arhtrobacter sp. 13(P-7)	T + sticks, 0.6 x3, 5 microns	Acid-resistant, painted in red color	Spores, painted in bright red color
Bacillus sp. 27 (B-4)	T + large sticks, 1,2 x 4 m	Acid-resistant, painted in red color	Spores, painted in bright red color

A result of research noted that the 3 strains are spore-forming rods + T (table 2). All test strains are aerobic and one can assume that the 3 strains belong to the group of Gram-positive rods, endospore forming the genus Bacillus. Furthermore, the strain Serratia sp. 10 (S-8) and does not form an acidospore strain.

Thus, as a result of studying the cultural-morphological properties of pure cultures found that 3 strains (B-1, B-4, F-7) is identified as the genus Bacillus, a strain of S-8 belongs to the expectation number Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 4 gram-negative aerobic / microaerophilic rods and cocci.

Study of the biochemical properties of pure cultures of the following results. Assimilation of different carbohydrates by pure cultures as a result of crop on semi-solid medium Hiss presented in (table-3).

Table 3 – The ability of pure cultures of fermentable carbohydrates

carbohydrate	B-1	B-4	P-7	S-8
arabinose	++	+	++	+++
xylose	++	+++	++	+++
glucose	+++	+++	+++	+++
levulose	++	++	+++	-
galactose	+++	+++	+++	+++
saccharose	+++	+++	+++	-
maltose	+++	+++	+++	-
lactose	++	+	++	++
dextrin	++	+	+	+
starch	++	++	++	+
cellulose	+	-	-	-

"+ + +" Strong, "+ +" Medium, "+" weak intensity bacterial growth, "-" no growth of bacteria

As a result of studies on the ability of the strains for fermentation of carbohydrate with "mottled number" indicated that all tested strains actively use glucose and galactose. Strains B-1, B-4, F-7 is also active against sucrose and maltose. The average intensity of the use of these strains is characteristic of carbohydrates arabinose, levulose, lactose and starch. Low activity splitting characterized dextrin. It has been established that fiber is not cleaved strains B-4 and R-7. For strain S-8 also characterized by intensive use of arabinose and xylose carbohydrates, less widely used lactose. Weak growth rate on media marked with dextrin and starch, and levulose, maltose, sucrose and cellulose does not cleave this strain (table 3).

The results of the study of the proteolytic activity, the ability to form ammonia, hydrogen sulfide and indole are shown in (table 4).

Table 4 – The ability of the strains to the formation of a protease, ammonia, hydrogen sulfide and indole

property	B-1	B-4	P-7	S-8
protease Activity	+	+	+	-
the formation of ammonia	+	+	+	+
formation of indole	-	-	-	-
formation of hydrogen sulfide	+	-	+	-
Attitude to oxidase	+	+	+	+
catalase	+	+	+	+

"+" - The bacterial strain showing the property, "-" - no part of the properties of the strain.

Criterion for classifying a microorganism to a particular type of homology is considered no less than 97%. By this criterion, the test strains can be attributed to several species of the genus *Acinetobacter*.

Analysis of phylogenetic relationships, built using the type strains of closely related bacteria showed that the closest to the test strain is the kind of *Acinetobacter johnsonii*. The level of 16S rRNA sequence similarity of the strain S-8 overlooking *Acinetobacter johnsonii* was 98%.

The analysis Sequence variable regions of genes encoding 16S rRNA for further work to study the ability of the strains to oil degradation are 2 strain: *Bacillus subtilis* and *Acinetobacter johnsonii*.

Conclusion. As a result, the primary screen to identify accessory to pathogenic strains, pathogenic and pathogenic microflora found that strains of B-1 and B-4 are members of the species *Bacillus cereus*. These representatives were opportunistic and therefore can not be used as a basis for a biological product.

Strains R-7 and S-8 were subjected Sequence analysis of variable regions of the genes encoding 16S rRNA. As a result of this study showed that the strain F-7 97% is representative of species *Bacillus subtilis*, a strain of S-8 98% is representative species *Acinetobacter johnsonii*.

For these strains are written passports for national deposit procedures. In addition, these strains will be used to create a domestic biological product.

Ж.К. Мусаева¹, Е.К. Мусаев², С.Е. Койбакова², С. Сырлыбекқызы²

¹ Г.Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан;

³ Ш.Есенов атындағы Каспий мемлекеттік технологиялар және инжиниринг университеті, Ақтау, Қазақстан

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ОРТАСЫНАН БӨЛІНГЕН КӨМІРСУТЕГІ БАР МИКРООРГАНИЗМДЕРДІ СӘЙКЕСТЕНДІРУДІҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ

Аннотация. Қазіргі уақытта Каспий теңізі аумағындағы мұнай көмірсутектерінің теріс әсер ету проблемасы апатты жағдайға жатады. Адам мен гидросфераның өзара әрекеттесуінің жалпы тізбегінде маңызды байланыс теңіз ортасын басқаруға кіреді, онда жоғары экономикалық қызмет жүзеге асырылады және құрлықтан да, теңізден де ластаушы заттардың ағыны пайда болады. Соңғы уақытта су айдыны антропогендік ластанудан қатты зардап шекті. Көмірсутекті шикізатты өндіру, тасымалдау және сақтау нәтижесінде теңіз акваторияларының мұнай және мұнай өнімдерімен қарқынды ластануы теңіз экожүйесінің тежелуіне әкеледі. Теңіз ортасын тазартудың механикалық және физика-химиялық әдістері төмен тиімділік, қайталама ластану және қымбаттығымен сипатталады. Су айдынын мұнайдың ластығынан тазартудың микробиологиялық әдістерін қолдану неғұрлым перспективалы болып келеді. Микрофлора микроорганизмдердің әртүрлі физиологиялық тобынан қалыптасатын қоршаған орта жағдайының өзгеруінің сезімтал көрсеткіші болып саналады. Микрофлора саны мен белсенділігі көбінесе экологиялық және географиялық факторларға байланысты. Су объектілерінде жүретін процестер микроорганизмдердің санымен тығыз байланысты. Мұнай кен орындарын игеру жағдайында зерттеу мониторингі, микроскопиялық организмдердің таралу заңдылықтарын анықтау, теңіз ортасын мұнай өнімдерінен тазартуда биологиялық өнімдер жасау үшін жоғары белсенді штамдарды пайдалану қызығушылық тудырады. Мақалада мұнаймен ластануда жаңа биопрепаратты одан әрі пайдалану үшін Каспий теңізінің ортасынан бөлінген мұнай тотықтырғыш бактериялардың белсенді түрлерін сәйкестендіру нәтижелері келтірілген.

Бір-бірімен тығыз байланысты бактериялардың типтік штамдарын қолдану арқылы салынған филогенетикалық байланыстарды талдау *Acinetobacter johnsonii* түрі сыналған штамға жақын екенін көрсетті. S-8 штаммының 16S рРНҚ тізбегінің *Acinetobacter johnsonii*-мен ұқсастық деңгейі 98% құрады.

рРНҚ 16S кодтайтын геннің ауыспалы аймақтарының реттілігіне талдау жасалды, штамдардың мұнайдың деградациясына қабілеттілігін зерттеу үшін 2 штамм бөлінді: *Bacillus subtilis* және *Acinetobacter johnsonii* тудырған инфекциялар.

Теңіз суынан Ақтау теңіз порты мен Баутино (Солтүстік Каспий) портының құю айлақтары ауданында мұнайды деструкциялауға қабілеті бар 27 көмірсутекті қышқылдайтын микроорганизм оқшаулағышы бөлінді, осы штамнан 4 неғұрлым белсенді дақыл іріктелді, олар *Bacillus cereus* (2 штамм), *Bacillus sp* штамы ретінде сәйкестендірілді (13 және *Acinetobacter sp.*10).

Патогенді және патогенді микрофлораның патогенді штамына тиістілігін анықтау үшін бастапқы скрининг нәтижесінде v-1 және v-4 штамдары *Bacillus cereus* түрлерінің өкілдері екендігі анықталды. Бұл өкілдер оппортунистік болып саналады, сондықтан оларды биологиялық өнім үшін негіз ретінде пайдалану мүмкін емес. R-7 және S-8 штамы 16S рРНҚ-ны кодтайтын геннің ауыспалы аймағының тізбегі талданды. Осы зерттеу нәтижесінде F-7 штамы 97% *Bacillus subtilis* түрінің өкілі, ал S-8 штамы 98% *Acinetobacter johnsonii* түрінің өкілі екендігі көрсетілді.

Мақала Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің «Каспий теңізінің теңіз суының мұнай өнімдерінен өздігінен тазаланатын қабілетін жандандыру» гранттық қаржыландыру ғылыми жобасының нәтижелері бойынша және Tempus IV IEMAST «Өнеркәсіптік экологиядағы заманауи магистрлік зерттеулерді құру» халықаралық жобасының негізінде жарияланды.

Түйін сөздер: сәйкестендіру, морфологиялық-мәдени және биохимиялық қасиеттер, май деструкторы, жүйелеу, таза дақылдар.

Ж.К. Мусаева¹, Е.К.Мусаев², С.Е. Койбакова², С. Сырлыбекқызы²

¹Алматинский университет энергетики и связи имени Г.Даукеева, Алматы, Казахстан,

²Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова, Актау, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОСОДЕРЖАЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ МОРСКОЙ СРЕДЫ КАСПИЯ

Аннотация. В настоящее время проблема негативного воздействия нефтяных углеводородов на территории Каспийского моря приобрела катастрофический характер. В общей цепи взаимодействия человека и гидросферы важное звено принадлежит управлению морской средой, где осуществляется высокая хозяйственная деятельность и возникают потоки загрязняющих веществ, поступающих как с суши, так и с моря. В последнее время акватории наиболее сильно пострадали от нефтяного загрязнения, в основном антропогенного происхождения. Интенсивное загрязнение морских акваторий нефтью и нефтепродуктами в результате добычи, транспортировки и хранения углеводородного сырья приводят к угнетению экосистемы моря. Механические и физико-химические методы очистки морской среды характеризуются низкой эффективностью, вторичным загрязнением и дороговизной. Наиболее перспективным является использование микробиологических методов очистки акваторий от нефтяных загрязнений. Микрофлора является чувствительным индикатором изменения условий окружающей их среды, которая формируется из различных физиологических групп микроорганизмов. Численность и активность микрофлоры в значительной степени зависят от экологических и географических факторов. Процессы, происходящие в водных объектах, тесно связаны с численностью микроорганизмов. Именно в условиях освоения нефтяных месторождений представляет интерес мониторинг исследований, выявление закономерностей распространения микроскопических организмов, использование высокоактивных штаммов для создания биопрепаратов по очистке морской среды от нефтепродуктов. В статье представлены результаты идентификации активных форм нефтеокисляющих бактерий, выделенных из морской среды Каспия, для дальнейшего их использования в новом биопреparate от нефтяных загрязнений.

Анализ филогенетических связей, построенных с использованием типовых штаммов близкородственных бактерий, показал, что наиболее близким к тестируемому штамму является вид *Acinetobacter johnsonii*. Уровень сходства последовательностей 16S рРНК штамма S-8 с *Acinetobacter johnsonii* составил 98%.

Проведен анализ последовательности переменных участков генов, кодирующих 16S рРНК, для дальнейшей работы по изучению способности штаммов к деградации нефти выделены 2 штамма: *Bacillus subtilis* и *Acinetobacter johnsonii*.

Из морских вод в районе наливных причалов Актауского морского порта и порта Баутино (Северный Каспий) выделено 27 углеводородокисляющих изолятов микроорганизмов, обладающих способностью к деструкции нефти, из данных штаммов отобрано 4 наиболее активные культуры, которые были идентифицированы как *Bacillus cereus* (2 штамма), штамм *Bacillus sp.*13 и *Acinetobacter sp.*10.

В результате первичного скрининга для выявления принадлежности к патогенным штаммам патогенной и патогенной микрофлоры установлено, что штаммы в-1 и в-4 являются представителями вида *Bacillus cereus*. Эти репрезентативы были условно-патогенными и поэтому не могут быть использованы в качестве основы для биологического продукта. Штаммы R-7 и S-8 подвергали анализу последовательности переменных участков генов, кодирующих 16S рРНК. В результате этого исследования было показано, что штамм F-7 на 97% является представителем вида *Bacillus subtilis*, а штамм S-8 на 98% является представителем вида *Acinetobacter johnsonii*.

Статья написана по результатам научного проекта грантового финансирования Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан «Активизация самоочищающейся способности морской воды Каспийского моря от нефтепродуктов». Статья опубликована благодаря международному проекту Tempus IV IEMAST «Создание современных магистерских исследований в промышленной экологии».

Ключевые слова: идентификация, морфолого-культуральные и биохимические свойства, нефтедеструкторы, секвенирование, чистые культуры.

Information about authors:

Zhanna Musayeva, candidate of biological Sciences, Assistant professor of the Department "Environmental Engineering and Labor Safety", G.Daukeev Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Almaty, Kazakhstan; zhanna.musayeva@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4371-6159>;

Erbol Musayev, Senior Lecturer, Department of Engineering and Transport, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; yerbol.mussayev@yu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0003-0024-8084>;

Symbat Koibakova, PhD student in 6D060800 "Ecology", Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; symbat.koibakova@yu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-7866-2341>;

Syrlybekkyzy Samal, PhD, assistant professor Professor, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan; samal.syrlybekkyzy@yu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-0260-0611>

REFERENCES

[1] Belousov N.I., Shkidchenko A.N. Destruction of oil varying degrees of condensation microorganisms at low temperatures / N.I. Belousov, A.N. Shkidchenko // Applied Biochemistry and Microbiology. 2004. T. 40. № 3. P. 312-316.

[2] Methods of Soil Microbiology and Biochemistry / Ed. D.G. Zvyagintsev. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1991. 304 p.

[3] Determinant bacteria Bergey: a 2-t / Ed. J. Holt. New York: Wiley, 1997. 800. p.

[4] Workshop on Microbiology: Textbook. allowance for stud. higher educational institutions / [AI Netrusov and others], ed. AI Netrusov. - Moscow: Academy 2005. - 608. p.

[5] Guide to practical training in Microbiology: Textbook / Ed. N.S. Egorova. Ed. 3rd. rev. and add. Moscow: Moscow University Publishing House, 1995. 224p.

[6] Skvortsov I.N. Identification of soil bacteria of the genus Bacillus / IN Skvortsov. Moscow: Publishing House Moscow University, 1983. 63p.

[7] Skvortsov I.N. Methods of isolation and identification of bacteria of the genus Pseudomonas / IN Skvortsov. - Moscow: Publishing House Moscow University, 1981. 77p.

[8] Tepper E.Z., Shilnikova V.K., Pereversev G.I. Workshop on Microbiology: Textbook. benefits. / E.Z. Tepper, V.K. Shilnikova G.I. Pereversev, ed. V.K. Shilnikova. 5th ed., Rev. and add. Moscow: Publishing House "DROFA", 2004. 256 p.

[9] Edwards U., Rogall T., Bloeker H., Ende M.D., Boeettge E.C. Isolation and direct complete nucleotide determination of entire genes, characterization of gene coding for 16S ribosomal RNA // Nucleic Acids Research. 1989. V.17. P. 7843-7853.

[10] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast>

[11] Mills A.L., Breule C., Colwell R.R. Enumeration of petroleum - degrading marine and estuarine microorganisms by the most probable number method // Canad. J. Microbiol. 1978. V. 24, № 5. P. 552.

[12] Mihelcic J.R., Luthy R.G. Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbon compounds under various redox conditions in soil-water systems // Appl. Environ. Microbiol. 1988. Vol.54. P. 1182-1187.

[13] Vetrova A. A. Influence of catabolic plasmids on the physiological parameters of Pseudomonas bacteria and the efficiency of oil biodegradation // Microbiology. 2007. Vol. 76, No. 3. Pp. 354-360.

[14] Krahn M.M., Stein J.E. Assessing exposure of marine biota and habitats to petroleum compounds // Analytical chemistry news and features. 1998. № 1. P. 186.

[15] Pepper I.L., Gentry T.J., Newby D.T., Roane T.M., Josephson K.L. The role of cell bioaugmentation and gene bioaugmentation in the remediation of co-contaminated soils // Environmental Health Perspectives. 2002. Vol. 110, №6. P. 943-946.

[16] Kulikova I. Yu. hydrocarbon-Oxidizing activity of the strain Rhylobacterium myrsinacearum // Electronic scientific journal "Investigated in Russia". - 2006. - No. 3. - Pp. 1673-1681

[17] Carls M.G., Marty G.D., Hose J.E. Synthesis of the toxicological impacts of the Exxon Valdez oil spill on Pacific herring (*Clupea pallasii*) in Prince William Sound, Alaska, U.S.A. // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2002. Vol. 59. P. 153-172.

[18] Bisenalina G. A. Application of remote sensing radar data for monitoring oil pollution of the Caspian sea // Bulletin of ENU.L. N. Gumilyov. 2011. No. 4: 226-230 C.

[19] Srebnyyak E. A., Terekhova V. A., Fedoseeva E. V., Botvinko I. V., Vinokurov V. A. biopreparation "Sea snow" for restoration of water areas polluted by oil and oil products, and its ecological assessment // Ecology and industry of Russia. 2008. №9. C. 42-44.

[20] Dzerzhinskaya I. S. Nutrient media for isolation and cultivation of microorganisms. Astrakhan.: Publishing house of ASTU, 2008. 348 p.

[21] Belousova N. I., Shkidchenko A. N. Destruction of petroleum products of various degrees of condensation by microorganisms at low temperatures // Applied biochemistry and Microbiology. 2004. Vol. 40, no. 3. Pp. 312-316.

Т. Атакулов¹, Н. Алипбеков², А. Сманов¹, У. Калымбетов¹

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан;

²Мактааральский аграрный колледж, Туркистан, Казахстан

E-mail: KEM_707@mail.ru; sso-kz@mail.ru

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ НА ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье приводятся данные эффективного использования вторично засоленных орошаемых земель Алматинской области. Посевы солеустойчивых культур фитомелиорантов и применение адаптогена способствовали, наряду с увеличением урожайности и улучшением структуры почвы, уменьшению содержания солей в почве. Результаты показали, что на верхних слоях почвы (0-20 см) содержание агрономически ценных агрегатов больше и составляет от 64 до 73%, а с глубиной (20-40 см) уменьшается и составляет от 39 до 66%. Содержание водопрочных агрегатов с глубиной увеличивается на 2-5%, также объемная масса почвы увеличивается с глубиной и составила в среднем 1,24-1,30 г/см³. Содержание гумуса составляет от 0,54 до 1,16%. Результаты наблюдений за ростом и развитием фитомелиорантов показали, что фитомелиоранты интенсивно росли, развивались и накапливали надземные массы, особенно на вариантах с обработкой адаптогеном. Высота растений достигали до 266 см (суданская трава), а на варианте без обработки – 257 см. Накапливали надземные массы от 950 до 2013 гр. Интенсивный рост фитомелиорантов подавляли сорные растения и их содержания незначительные, от 19 до 22 шт/м², а на варианте с обработкой адаптогеном от 18-20 шт/м². Средняя урожайность зеленой массы сорго колебались в пределах 740,4 ц/га на варианте без обработки адаптогеном, а на варианте с обработкой 777,4 ц/га, суданской травы 947,0-990,3 ц/га, а урожайность семян сои в пределах от 54,7-56,4 ц/га. Интенсивные развития фитомелиорантов способствовали увеличению урожайности и уменьшению солей на верхнем горизонте почвы (0-20 см) от 0,06 до 0,27% самое большое уменьшение солей – 0,27% наблюдается под посевами сои.

Применение рекомендуемой технологии способствовало за счет капельного орошения экономии поливной воды до 70%, уменьшению затрат на проведение промывок и химической мелиорации – гипсование.

Ключевые слова: фитомелиорация, капельное орошение, деградированные земли, вторичное засоление, адаптоген-ПА-2-1, сорго, суданская трава, клубеньковые бактерии, ризоторфин.

Введение. Президент Республики Казахстан Токаев К.К. в своем Послании народу Казахстана особое внимание уделил развитию агропромышленного комплекса. Одним из основных путей развития АПК является развитие и эффективное использование орошаемых земель [1].

Согласно принятой Концепции по переходу к «зеленой» экономике, к 2030 году 15 процентов посевных площадей будут переведены на водосберегающие технологии. Также необходимо развивать аграрную науку, создавать экспериментальные аграрно-инновационные кластеры [2].

В условиях поливного земледелия Казахстана большой урон почвенному плодородию наносит вторичное засоление, развитие солонцовых процессов, ухудшение физико-химических свойств почв, ирригационная эрозия. Особую тревогу вызывают мелиоративные режимы орошаемых земель Акдалинского массива орошения, где из-за несоблюдения режима орошения культуры риса

происходит поднятие уровня грунтовой воды, происходит вторичное засоление и орошаемые земли деградируют [3,4].

Традиционными мерами борьбы с засолением орошаемых земель является проведение промывки, для чего затрачиваем до 2500-3000 м³/га воды или дорогостоящие химические мелиорации – гипсование [5].

С учетом вышесказанного, возникает необходимость поиска новых ресурсосберегающих методов борьбы с засолением почвы. Им является биологический метод – фитомелиорация. Подбор культур для этой цели осуществляется с учетом возможности адаптации их в конкретных природных условиях [6].

Соя как бобовая культура обогащает почву азотом. После ее уборки на 1 га накапливается до 80-100 кг усвоенного азота. Поэтому она является ценным предшественником для многих культур. В наших опытах соя, наряду с другими культурами, испытывается как фитомелиорант.

Материалы и методы исследования. Агротелиоративные приемы повышения продуктивности засоленных почв осуществляется с применением адаптогена. Над проблемой увеличения урожайности на засоленных и деградированных землях ученые Казахского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии им.У.Успанова работали многие годы, ученые этого института предложили для предпосевной обработки и опрыскивания растений препарат ПА-2,1, которое назвали адаптогеном [7].

Адаптоген:

- повышает энергию прорастания и всхожесть семян, устойчивость растений к болезням и засолению почв;

- способствует усиленному росту корней и надземной части растений, улучшает минеральное питание растений на низкопродуктивных почвах на 25-30%;

- увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур в среднем на 20-30 процентов, лугопастбищных многолетних трав на 25-35%.

Способы обработки семян адаптогеном: в день посева проводят предпосевную обработку семян препаратом-адаптогеном и совмещают ее с обработкой семенного материала активным штаммом биопрепарата клубеньковых бактерий (нитрагином или ризоторфином). Семена обрабатывают в местах, защищенных от прямых солнечных лучей. Для этого гектарную норму биопрепарата разводят в 1 литре 0,04-процентного раствора адаптогена (1 чайная ложка ПА-2-1=3 грамма). Семена опрыскивают рабочим раствором препаратов и тщательно перемешивают лопатами.

Двукратное опрыскивание вегетирующих растений 0,03-0,05 процентными водными растворами адаптогена в смеси с минеральными удобрениями или на их фоне даст дополнительный энергетический потенциал для их развития и формирования урожая.

Научно-исследовательские работы проводились путем закладки полевых опытов и лабораторных исследований. Полевые опыты были заложены на полях крестьянского хозяйства «Бакнур» Балхашского района Алматинской области.

Объектом мониторинга являлись почвы Акдалинского массива орошения, выведенные из сельскохозяйственного использования и основные фитомелиоранты: сорго, суданская трава, соя и кукуруза.

Общая площадь опыта – 0,3 га. Площадь делянок – 120 м², повторность трехкратная. В опытах проводились наблюдения за ростом и развитием фитомелиорантов, определения водно-физических свойств почв и содержания солей по общепринятым методикам.

Результаты и обсуждение. Проводили наблюдения за ростом и развитием фитомелиорантов. Накопление сырой массы на площади 0,3 м² у суданской травы, сорго и сои составили с адаптогеном – 1833, 2013, 1186 соответственно, а без адаптогена – 1450, 1540, 950 грамм.

На почвах, подверженных к засолению, интенсивный рост и развитие наблюдается у сои обработанных адаптогеном (рис. 1). Эта культура за счет активного роста и развития подавила сорные растения и очень хорошо идет бобообразование.

Наибольшее интенсивное развитие фитомелиорантов при капельном орошении объясняется тем, что при капельном орошении вода подается малыми нормами и увлажняется только верхний слой почвы [8].

При таком увлажнении почвы грунтовая вода не поднимается до корнеобитаемой зоны растений и создаются хорошие условия для растений. Наряду с этим, происходит экономия оросительной воды до 70%.



Рисунок 1 – Влияние адаптогена на рост и развитие сои

Интенсивное накопление надземной массы фитомелиорантов оказали влияние на содержания солей в почве. Если сравнить данные содержания плотного остатка солей перед посевом фитомелиорантов (21 мая) и содержание остаточных солей перед уборкой (15 сентября), то видно, что фитомелиоранты способствовали уменьшению солей на верхнем горизонте 0-20 см от 0,06% – суданская трава, до 0,10 и 0,27% – сорго и соя. На нижнем слое почвы 20-40 см произошло уменьшение солей незначительно и составило в пределах 0,04-0,05%, а под посевами сои произошло уменьшение солей на 0,27% (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание солей в почве по горизонтам до посева и перед уборкой фитомелиорантов

Фитомелиоранты	Глубина, см	Плотный остаток, %		Ионы HCO_3 , %		Сульфат ионы, %		Натрий, %	
		до посева	перед уборкой	до посева	перед уборкой	до посева	перед уборкой	до посева	перед уборкой
Соя	0-20	0,78	0,51	0,13	0,06	0,21	0,18	0,18	0,01
	20-40	0,94	0,67	0,06	0,03	0,40	0,09	0,22	0,01
Сорго	0-20	0,31	0,21	0,02	0,05	0,19	0,16	0,09	0,06
	20-40	0,20	0,16	0,05	0,05	0,09	0,12	0,09	0,07
Суданская трава	0-20	0,19	0,13	0,03	0,05	0,16	0,16	0,01	0,06
	20-40	0,21	0,16	0,03	0,05	0,19	0,08	0,01	0,07

Результаты проведенных полевых опытов возделывания сои на деградированных почвах показали, что из изучаемых культур (фитомелиорантов) самым лучшим фитомелиорантом является соя, которая больше всех других культур способствует снижению содержания солей в почве при высокой урожайности зерна.

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы и зерна фитомелиорантов при капельном орошении

Варианты опыта, фитомелиоранты	Обработка семян с препаратом ПА-2,1 (адаптоген)	Годы исследований			Среднее за три года	Сбор кормовых единиц, ц/га
		2018	2019	2020		
Сорго (зеленая масса)	с обработкой	-	767,7	787,5	777,6	171,0
	без обработки	737,0	731,2	752,3	740,4	162,9
Суданская трава (два укоса на зелен. массу)	с обработкой	-	985,4	995,2	990,3	217,9
	без обработки	921,1	954,4	965,7	947,0	208,3
Кукуруза (зеленая масса)	с обработкой	-	795,3	810,8	803,0	201,0
	без обработки	789,3	786,0	783,4	786,2	197,0
Соя (зерно)	с обработкой	-	56,0	57,2	56,4	73,6
	без обработки	54,9	54,0	55,1	54,7	71,1

Также результаты опытов показали, что интенсивное накопление высокой надземной массы сои формировали высокую урожайность зерна (таб 2). На обработанных адаптогеном вариантах урожайность составила в среднем 56,4 ц/га, а на необработанных адаптогеном вариантах средняя урожайность ниже и составила 54,7 ц/га. Другие фитомелиоранты, обработанные адаптогеном, также показали высокую продуктивность (таблица 2).

Основные выводы:

На основе данных, полученных в результате проведенных научно-исследовательских работ по разработке агробиологических и агромелиоративных приемов улучшения деградированных орошаемых земель, можно сделать следующие основные выводы:

1. Результаты возделывания сои как фитомелиоранта на почвах, подверженных к засолению, показали, что соя, как и другие фитомелиоранты, интенсивно растет и накапливает надземные массы. Высота растений сои достигает 95-98 см, накапливая сырой массы на площади 0,30 м² 950 граммов, а сухой – 380 гр;

2. При капельном орошении сои поливная вода часто подавалась малыми нормами и при этом, увлажняя только верхнюю часть почвы, задерживало повышение уровня минерализованных грунтовых вод. Применение капельного орошения способствовало экономии поливной воды на 70%;

3. Интенсивное развитие фитомелиорантов способствовало уменьшению солей на верхнем горизонте почвы (0-20 см) от 0,06% до 0,27%. Самое большое уменьшение солей наблюдается под посевами сои;

4. Интенсивный рост и развитие культуры сои способствовали получению высокого урожая – 56,4 ц/га с обработкой адаптогеном и 54,7 ц/га – без обработки.

Т. Атакулов¹, Н. Әліпбеков², А. Сманов¹, У. Қалымбетов¹

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан;

²Мақтаарал аграрлық колледжі, Түркістан, Қазақстан

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ ТОЗҒАН ТОПЫРАҒЫНДА МАЙ БҰРШАҚ ӨСІРҮДІҢ РЕСУРС ҮНЕМДЕЙТІН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Аннотация. Мақалада Алматы облысының екінші рет тұздалған суармалы жерді тиімді пайдалану деректері келтіріледі. Тұзға төзімді фитомелиоранттарды егу және адаптогенді қолдану өнімділікті арттыруға және топырақ құрылымын жақсартуға, топырақтағы тұз мөлшерін азайтуға әсер етті. Нәтижелер топырақтың жоғарғы қабаттарында (0-20 см) агрономиялық құнды агрегат мөлшері 64-тен 73%-ға көбейеді, ал тереңдігі (20-40 см) 39-дан 66%-ға дейін жетеді.

Төзімді су агрегаттарының мөлшері 2-5%-ға артады, сонымен қатар топырақтың көлемді массасы тереңдікте ұлғайып, орташа есеппен 1,24-1,30 г/см³, ал қарашірік мөлшері 0,54-тен 1,16% құрады. Фитомелиоранттың өсу, даму жағдайын бақылау нәтижелері оның қарқынды жетілу, жерүсті массасын, әсіресе, адаптогенмен өңделген нұсқаларда көбірек жинақталатынын көрсетті. Өсімдіктер 266 см дейін ұзарды (судан шөбі), ал өңдеусіз нұсқада 257 см, жерүсті массасы 950-ден 2013 г-ға дейін жиналды. Фитомелиоранттардың

қарқынды өсуі арамшөпке де әсер етті, олардың құрамы шамалы 19-дан 22 дана/м²-ге дейін, ал адаптогенмен өңдеу нұсқасында 18-20 дана/м². Қонақ жүгерінің жасыл массасының орташа өнімділігі адаптогенмен өңделмеген нұсқада 740,4 ц/га, ал өңделген нұсқасында 777,4 ц/га, судан шөбі 947,0-990,3 ц/га, ал май бұршақ тұқымының өнімділігі 54,7-56,4 ц/га аралығында болды. Фитомелиоранттардың қарқынды дамуы өнімділікті арттыруға және топырақтың жоғарғы қабатындағы тұздың (0-20 см) 0,06-дан 0,27%-ға дейін азаюына ықпал етті, топырақ құрамындағы тұздың көбірек азаю мөлшері 0,27% екендігі майбұршақ өндірілген танапта анықталды.

Ұсынылған технология, тамшылатып суару нәтижесінде, суды 70% үнемдейді. Ірі қаражат керек ететін сор шаю және химиялық гипстеуді қажет етпейді.

Түйін сөздер: фитомелиорация, тамшылатып суару, шайылған жерлер, қайталама тұздану, адаптоген-ПА-2-1, құмай, судан шөбі, түйнекті бактериялар, ризоторфин.

T. Atakulov¹, N. Alipbekov², A. Smanov¹, U. Kalymbetov¹

¹Kazakh national agrarian research University, Almaty, Kazakhstan;

² Maktaaralsky agricultural College, Turkestan, Kazakhstan

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR SOYBEAN CULTIVATION ON DEGRADED SOILS OF THE ALMATY OBLAST

Abstract. The article presents data on the effective use of secondary saline irrigated land in Almaty oblast. The use of salt-resistant phytomeliorants and an adoptogen contributed to a decrease in the salt content in the soil, along with an increase in yield and improvement of the soil structure.

The results showed that in the upper layers of the soil (0-20 cm), the content of agronomically valuable aggregates is higher and ranges from 64 to 73%, and with a depth (20-40 cm) it decreases and ranges from 39 to 66%. The content of water-bearing aggregates increases by 2-5% with depth, and the volume mass of the soil increases with depth and averaged 1.24-1.30 g/cm³. The humus content ranges from 0.54 to 1.16%.

The results of observations of the growth and development of phytomeliorants showed that phytomeliorants intensively grew, developed and accumulated aboveground masses, especially in variants with adaptogen treatment. The height of plants reached up to 266 cm (Sudan grass), and on the variant without treatment was 257 cm. Accumulated aboveground masses from 950 to 2013 gr. Intensive growth of phytomeliorants was suppressed by weeds, and their contents were insignificant from 19 to 22 pcs/m², and in the variant with adaptogen treatment was from 18-20 pcs/m². The average yield of sorghum green mass ranged from 740.4 centner/ha in the variant without adaptogen treatment, and in the variant with treatment was 777.4 centner/ha. The average yield of sudan grass was 947.0-990.3 centner/ha, and soybean seed yield was in the range from 54.7-56.4 centner/ha. Intensive development of phytomeliorants contributed to an increase in yield and a decrease in salts on the upper soil horizon (0-20 cm) from 0.06 to 0.27%. The largest decrease in salts by 0.27% was observed under soybean crops.

The use of the recommended technology contributed to saving irrigation water up to 70% due to drip irrigation, reducing the cost of washing and chemical reclamation – gypsum.

Key words. Phytomelioration, drip irrigation, degraded land, secondary salinization, adaptogen-PA-2-1, sorghum, Sudan grass, nodule bacteria, rhizotorphin.

Information about the authors:

Atakulov T. A., Academician AAS RK, d.a.s., Professor, Department of Agronomy, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, KEM_707@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7831-5262>;

Alipbekov A. Zh., Director of Maktaaral Agricultural College;

Smanov A. Zh., 3rd year PhD student of the Department of Agronomy, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, sso-kz@mail.ru;

Kalymbetov U. U., 2nd year Master's student of the Department of Agronomy, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan

ЛИТЕРАТУРА

[1] Токаев К.К. Послание Главы государства народу Казахстана «Конструктивный общественный диалог – основа стабильности и процветания Казахстана», Казахстанская правда от 3 сентября 2019. - №169.

[2] Назарбаев Н.А. Казахстанский путь – 2050: Единая цель, единые интересы, единое будущее, Казахстанская правда, 18.01.2014. -№11.

- [3] Ауэзов А.А., Атакулов Т.А., Сулейменова Н.Ш., Жанабаев К.Ш. Земледелие, Алматы, 2012. – С.334-346.
- [4] Сулейменова Н.Ш. Возделывание сои в условиях орошения юго-востока Казахстана, Алматы, 2012. – 10 с.
- [5] Атакулов Т.А., Оспанбаев Ж.О., Ержанова К.М. Инновационные технологии эффективного использования орошаемых земель в южной и юго-восточной зоне Казахстана. Рекомендации, Алматы, 2017. – 12 стр.
- [6] Атакулов Т.А., Оспанбаев Ж.О., Ержанова К.М. и др. Приемы улучшения деградированных орошаемых земель юго-востока Казахстана, Рекомендации, Алматы, 2017. – 10 с.
- [7] Мамонов А.Г., Сапаров А.С., Худайбердиев К.К. и др. Возделывания сои и кукурузы при орошении на деградированных почвах юго-востока Казахстана. Рекомендации, Алматы, 2014. – 14 с.
- [8] T.Atakulov., A.Smanov. - Methods of rational use of irrigated lands of Kazakhstan. Агроэкология (Монголия), International conference 2018.

REFERENCES

- [1] Tokayev K. K. address of the Head of state to the people of Kazakhstan "Constructive public dialogue – the basis of stability and prosperity of Kazakhstan", *Kazakhstanskaya Pravda*, September 3, 2019, No. 169.
- [2] Nazarbayev N. A. Kazakhstan's way – 2050: Common goal, common interests, common future, *Kazakhstanskaya Pravda*, 18.01.2014.-No. 11.
- [3] Auezov A. A., Atakulov T. A., Suleimenova N. Sh., Zhanabaev K. Sh. Agriculture, Алматы, 2012, Pp. 334-346.
- [4] Suleimenova N. SH. Soybean cultivation under irrigation conditions in the South-East of Kazakhstan, Алматы, 2012. 10 p.
- [5] Atakulov T. A., Ospanbaev Zh. O., yerzhanova K. M. Innovative technologies for effective use of irrigated land in the southern and South-Eastern zones of Kazakhstan. Recommendations, Алматы, 2017. 12 p.
- [6] Atakulov T. A., Asanbaev J. O., K. M. erzhanova, etc. Techniques for improving degraded irrigated lands in the South-East of Kazakhstan, recommendations, Алматы, 2017. 10 p.
- [7] Mamonov A. G., Saparov A. S., Khudaiberdiev K. K., etc. Cultivation of soybeans and maize under irrigation on degraded soils in the South-East of Kazakhstan. Recommendations, Алматы, 2014. 14 p.
- [8] Atakulov T., Smanov A. Methods of rational use of irrigated lands of Kazakhstan. Agroecology (Mongolia), International conference 2018.

UDC 63.636.2.034/636.082

K.Zh. Zhumanov^{1,2}, A.D. Baimukanov³¹Kazakh Scientific Research Institute of Animal Breeding and Fodder Production, Almaty, Kazakhstan;²Federal Science Center for Animal Husbandry - VIZh named after academy member L.K. Ernst, Podolsk, Moscow region, Russian Federation;³Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia.

E-mail: kano_zh@mail.ru, aidartaidar98@mail.ru

DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS OF THE HOLSTEIN BLACK-AND-WHITE CATTLE OF THE KAZAKHSTAN POPULATION

Abstract. The article deals with the productive parameters of cows of dairy cattle of the Holstein black-and-white breed in Kazakhstan. The research aimed to determine the level of productivity of the first-calf heifers of the Holstein black-and-white cattle. As an object of the research, information was used on first-calf heifers lactating in 2016-2017 in the breeding herds of the Holstein black-and-white cattle of the Republic of Kazakhstan. The source was the official data of the information-analytical system (IAS) of the livestock breeding of the Republic. The data analysis on the dairy productivity of the cows-daughters of the estimated servicing bulls is carried out according to the indicators of milk yield, the fat and protein content in milk, the yield of milk fat and protein for 305 days of lactation and the research period.

Keywords: dairy productivity, breed, selection, regression coefficient, breeding category, servicing bulls, breeding, efficiency.

The relevance of the topic. In the modern conditions of development of dairy cattle breeding in general as an industry, the goal is to maximize profits, and breeding work in herds is aimed at reproducing the largest number of highly productive animals for breeding in specific conditions. Among the “best” animals are those that genetically determine the possibility to have the greatest profit in the established economic realities of managing both in short and long terms [1,2].

Currently applicable in Kazakhstan, the official estimation of the breeding value of animals in dairy cattle breeding is performed according to a set of breeding and productive qualities, in particular, in servicing bulls, it is carried out following the “Instructions for checking bulls of dairy and dairy and meat breeds according to the quality of offspring” [3].

The current instructions are based on principles and requirements that were developed in the first half of the last century, which correspond neither to modern scientific approaches, primarily the quantitative genetics, nor the current socio-economic conditions of the agro-industrial complex of the republic [4, 5, 6]. This fact puts in doubt the objectivity of the comprehensive estimation currently used in the breeding of the servicing bulls of dairy and dairy-meat breeds [7].

The relevant directions are also studies to determine the level of dairy productivity of the first-calf heifers of the Holstein black-and-white population in the Republic of Kazakhstan.

Materials and methods of the research. The research material was the parameters of phenotypic traits of dairy productivity of first-calf cows (milk yield, fat and protein content, milk fat and protein yield) of the Holstein black-and-white dairy cattle breed, received from the republican database of the information-analytical system of the Republic of Kazakhstan for 2016- 2017. Estimation of the breeding value in the servicing bulls by the productive parameters of their daughters was done based on the current Instructions [3]. Analysis of the research results was carried out using common methods of statistical processing of data used in biological research. [8, 9, 10].

Research results. According to statistics of the Ministry of Agriculture, as of January 1, 2018, the number of breeding cattle in the republic amounted to 772,615 animals, including 342,041 cows. Of the total number of breeding animals, 260,877 animals, or 33.7%, were cattle of dairy and dairy-meat productivity directions, and the share of breeding cattle of the total number of cattle in the Republic (6,764.2 thousand animals as of 01.01.2018) was - 11.4% [11].

Of the total number of breeding cattle in the information-analytical system database, the Holstein breed amounted to only 103,445 animals or 13.4%, including 43,721 cows or 7.8% of the total breeding stock of cows [11].

The information-analytical system in the Republic of Kazakhstan was adopted at the legislative level in 2010 and its database is used in scientific research, as well as advanced in the practice of breeding livestock, which allows: to record in high-level livestock and breeding in business entities and register of daily events occurring in them; to monitor the state of breeding work on farms, in particular, and the dairy industry, in general; to monitor the implementation of planned zootechnical and veterinary measures; to analyze the dynamics of the dairy productivity of cows and the reproduction of the breeding stock; to determine the efficiency of breeding and selective work in dairy cattle populations; to use modern methods of genetic assessment of all categories of breeding animals; to apply fundamentally new approaches to breeding work planning; to choose options for individual and group selection of animal pairs for organizing a reproduction system of the genetic resources in population [12, 13].

At the initial stage of the research, phenotypic data were downloaded (milk yield, fat and protein content, milk fat and protein yield) of the first-calf heifers of the Holstein black-and-white breed. Based on the data downloading from the IAS, the processing of productive parameters was carried out. The main phenotypic indicators of the estimated first-calf heifers population are given in table 1.

Table 1 – General characteristics of the studied indicators of the population of the Holstein black-and-white breed

Indicator	M±m	δ	Extreme values	
			Minimum	Maximum
2016 (n=1468)				
Milk yield, kg	4862.3±99.810	1597.0	1005	9999
The yield of milk fat, kg	184.1±3.806	60.9	31	419
Fat content in milk, %	3.79±0.018	0.29	2.00	5.86
The yield of milk protein, kg	160.0±3.312	53.0	30.90	338
Protein content in milk, %	3.3±0.011	0.18	2.57	4.67
Age at the 1st calving, months	27.1±0.248	3.98	20.0	40.0
Milking days, days	308.2±2.061	32.98	211	499
2017 (n=2001)				
Milk yield, kg	5615.2±148.3	1822.7	2013	9999
The yield of milk fat, kg	216.8±5.810	71.4	62.5	492.1
Fat content in milk, %	3.87±0.032	0.40	2.46	5.88
The yield of milk protein, kg	188.6±5.191	63.8	58.8	479.7
Protein content in milk, %	3.34±0.020	0.25	2.64	5.94
Age at the 1st calving, months	27.3±0.294	3.62	20.0	40.0
Milking days, days	314.3±3.127	38.43	242.0	589.0
2016-2017 (n=3469)				
Milk yield, kg	5296.6±115.7	1770.1	1005	9999
The yield of milk fat, kg	203±4.517	69.1	31.0	492.1
Fat content in milk, %	3.84±0.023	0.36	2.0	5.88
The yield of milk protein, kg	176.5±3.994	61.1	30.9	479.7
Protein content in milk, %	3.32±0.014	0.22	2.57	5.94
Age at the 1st calving, months	27.2±0.247	3.78	20.0	40.0
Milking days, days	311.7±2.376	36.35	211.0	589.0

It was found that the average milk yield of first-calf cows in the Holstein black-and-white population for 2016-2017 amounted to 5296.6 kg. The age of the animals during the first calving was on average 27.2 months (the desired age for the first calving is 23-24 months), which is evidence of the use of an extensive system for raising young dairy cattle in households of the Republic of Kazakhstan at present.

It should be noted that by modern zootechnical requirements, the desired age for insemination of heifers of dairy breeds is 14-16 months when they reach 60-70% of the live weight of an adult cow [14, 15, 16].

It is known that when evaluating the efficiency of selective and breeding work applied in a breed (population), a valuable role is played by a record of the selection and genetic parameters of economic traits in animals [17].

Taking this situation into account, along with the estimation of the breeding and genetic parameters of the livestock, we calculated the coefficients of regression of the estimated indicators of dairy productivity of cows by factors (age at the 1st calving, duration) included in the model (table 2).

Table 2 – Regression coefficients of the main breeding traits of dairy productivity of first-calf heifers

Indicators	The coefficient of regression of the indicator on calving age and day					
	2016 (n=1468)		2017 (n=2001)		2016-2017 (n=3469)	
	Age of the first calving, months	Duration of lactation, days	Age of the first calving, months	Duration of lactation, days	Age of the first calving, months	Duration of lactation, days
Milk yield, kg	-28.5655	+8.9183	-44.3881	+5.2632	-12.0754	+5.2653
Fat content in milk, %	-0.0030	-0.0001	-0.0010	+0.0001	-0.0023	+0.0001
The yield of milk fat, kg	-0.8431	+0.3293	-1.7464	+0.2103	-0.6108	+0.2122
Protein content in milk, %	+0.004	-0.0002	-0.0011	+0.0001	-0.0003	+0.0001
The yield of milk protein, kg	-0.9427	+0.2777	-1.3178	+0.2091	-0.2611	+0.1940

As the analysis showed, a rise in the age at the 1st calving in cows of the studied population not only leads to the increase in the length of the expenditure period when raising animals, but also negatively affects the milk yield of cows per lactation ($r=-28.5/-44$ kg/month), the yield of milk fat ($r = -0.85/-1.75$ kg/month) and the yield of milk protein ($r = -0.94/-1.32$ kg/month), although these values are not so big, no less, taking into account that the average age at the 1st calving exceeds 27 months, the identified trend is clearly undesirable and can significantly rise with increasing dairy productivity of cows, which is observed almost all the time during the studies [12,13]. It should be noted that the increase in the age of lactating in cows had practically no effect on the change in the qualitative characteristics of milk (the regression coefficients were close to zero in terms of the considered indicators).

In such a way, it was found that an increase in the duration of lactation increased the amount of milk per lactation, the amount of milk fat and protein. However, in this case, the values of the regression coefficients were not significant (for milk yield - +5.3/+8.9 kg/day, for fat yield - +0.21/+ 0.33 kg/day, for protein yield - +0.22/+ 0.28 kg/day), i.e. as in the previous case, the indicators of fat content and protein content of milk actually did not change under the influence of the effect of “duration of the lactation”.

Conclusion. The research found that the average milk yield of first-calf cows in the population of Holstein black-and-white cattle in the Republic of Kazakhstan for 2016-2017 amounted to 5296.6 kg, and the age of animals at the first calving was 27.2 months on average. It was revealed that with the rise in the age at the first calving by 1 month, the milk yield of heifers for lactation in all periods decreased, and with an increase in the duration of lactation by 1 day, a significant increase in the daily milk yield was noted.

К. Ж. Жуманов^{1,2}, А.Д. Баймуканов³

¹«Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан;

²«Мал шаруашылығының федералдық ғылыми орталығы-академик Л.К. Эрнст атындағы БМШҒЗИ»

федералдық мемлекеттік бюджеттік ғылыми мекемесі, Мәскеу, Ресей;

³Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А.Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы, Мәскеу, Ресей

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ПОПУЛЯЦИЯЛЫҚ ГОЛШТИН ҚАРАЛА СИЫР МАЛЫНЫҢ СҮТ ӨНІМДІЛІГІ

Аннотация. Сүтті мал шаруашылығын дамытудың қазіргі жағдайында жалпы сала ретінде барынша пайдалылық жағы мақсатқа алынған және табынды асылдандыру жұмысы нақты жағдайда өнімділігі жоғары мал өсіруге бағытталады. «Үздік» жануарлар қатарына жақын арада да, болашақта да шаруашылықтың қалыптасқан экономикалық болмысында көп пайда алу мүмкіндігін генетикалық негіздейтін жануарлар жатады.

Қазіргі уақытта Қазақстанда қолданылатын сүтті мал шаруашылығындағы малдың асыл тұқымды құндылығын ресми бағалау асыл тұқымды және өнімділік сапасының кешені бойынша жүргізіледі, атап айтқанда,

бұқалардың «Тұқым сапасы бойынша сүтті және сүтті-етті тұқымды бұқаларды тексеру жөніндегі нұсқаулыққа» (2007 жыл) сәйкес жүзеге асырылады. Қазақстан Республикасындағы голштин қарала тұқымның сүт өнімділік деңгейін анықтау жөніндегі зерттеулер де өзекті бағыт болып саналады.

Зерттеу материалдары ретінде 2016-2017 жылдары Қазақстан Республикасының ақпараттық-талдау жүйесінің республикалық деректер қорынан алынған голштин қарала тұқымды сиырдың сүт өнімділігінің фенотиптік белгі көрсеткіштері (сауу деңгейі, сүт құрамындағы май мен ақуыз, сүт майы мен ақуыздың шығуы) көрінді.

Ауыл шаруашылығы министрлігінің статистикасына сәйкес, 2018 жылғы 1 қаңтарда республика бойынша асыл тұқымды ірі қара мал саны 772 615 басқа (оның ішінде 342 041 сиыр) жетті. Асыл тұқымды малдың жалпы санынан 260 877 бас немесе 33,7% сүтті және сүтті-етті бағыттағы мал болды, ал республика бойынша ірі қара малдың жалпы санынан асыл тұқымды малдың үлес салмағы (01.01.2018 жылға 6 764,2 мың бас) – 11,4%.

Ақпараттық-талдау жүйесінің деректер базасында жалпы асыл тұқымды ірі қара мал басының ішінен голштин тұқымы 103 445 немесе 13,4% басты, оның ішінде 43 721 бас сиыр барлық асыл тұқымды мал басының 7,8% құрайды.

2016-2017 жылдары Қазақстан Республикасында голштин қарала мал популяциясында алғашқы сиыр сауудың орташа деңгейі 5296,6 кг құрады, ал бірінші төлдеу кезінде жануарлардың жасы орташа есеппен 27,2 айға тең болды. Бірінші төлдеудің жасы 1 айға ұлғаюы арқылы барлық кезеңде сүт шығу үшін алғашқы төлдеудің азаятыны анықталды, ал сүт шығу ұзақтығы 1 күнге көбейгенде сүттің тәуліктік сауылуы едәуір ұлғайған.

2016-2017 жылдары голштин қарала мал популяциясында алғашқы сиырдың орташа сауу деңгейі 5296,6 кг екендігі анықталды. Бірінші төлдеу кезіндегі малдың жасы орташа есеппен 27,2 ай болды (бірінші төлденетін мал жасы 23-24 ай), бұл қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының шаруашылық құрылымында сүтті мал төлін өсірудің экстенсивті жүйесін пайдаланудың дәлелі болып саналады.

Қазіргі заманғы зоотехникалық талаптарға сәйкес, сүтті тұқымды қашарды ұрықтандырудың қажетті мерзімі ересек сиырдың тірі салмағының 60-70% жеткенде, яғни 14-16 ай шегіндегі жас екенін атап өткен жөн. Тұқымда (популяцияда) қолданылатын селекциялық-асыл тұқымды жұмыстың тиімділігін бағалауда малдан шаруашылық пайдалы белгілердің селекциялық-генетикалық параметрлерін есепке алу жұмыстары үлкен рөл атқарады.

Осы жағдайды ескере отырып, мал басының селекциялық-генетикалық параметрлерін бағалаумен қатар, модельге енгізілген факторларға (1 төл жасы, ұзақтығы) сиырдың сүт өнімділігінің бағаланатын көрсеткіштерін регрессиялау коэффициенті есептелді. Талдау жұмыстары көрсеткендей, талданып отырған популяцияның сиырдың 1 төлдейтін жасын ұлғайтқанда жануарды өсіру барысында шығынның кезең бойынша көбеюімен қатар, сиыр сауылымына ($r=-28,5/-44$ кг/ай), сүт майы ($r=-0,85/-1,75$ кг/ай) мен сүт ақуызының шығуына ($r=-0,94/-1,32$ кг/ай) теріс әсер етеді, бұл мәндер соншалықты көп болмағанымен, 1 төлдеудің орташа жасы 27 айдан асатынын есепке алғанда, анықталған үрдіс сөзсіз орынсыз және сиырдың сүт өнімділігі айтарлықтай артуы мүмкін, бұл жайында зерттеулерде кенінен айтылады [12,13].

Сиырдың сүт беру кезеңін ұзарту сүттің сапалық сипаттамасының өзгеруіне ешқандай әсер етпейтінін атап өткен жөн (қамтылған көрсеткіштер бойынша регрессия коэффициенттері нөлге жақын болды). Лактация ұзақтығын ұлғайту сүт шығуымен, сүт майы мен ақуыз мөлшерін арттырады. Алайда, бұл жағдайда регрессия коэффициенттерінің мәні мардымсыз болады (ұрықтандыру бойынша +5,3/+8,9 кг/күн, майдың шығуы бойынша +0,21/+0,33 кг/күн, ақуыздың шығуы бойынша +0,22/+0,28 кг/күн), яғни алдыңғы жағдайдағыдай, майлы және ақуызды көрсеткіштер «лактация ұзақтығы» әсерінің салдарынан іс жүзінде өзгермейді.

Түйін сөздер: сүт өнімділігі, тұқым, селекция, регрессия коэффициенті, асыл тұқымдық санат, тұқым беретін бұқалар, іріктеу, тиімділік.

К. Ж. Жуманов^{1,2}, А.Д. Баймуканов³

¹ТОО «Казакский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Казахстан, Алматы;

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», Российская Федерация, Московская область, г. о. Подольск;

³Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ГОЛШТИНСКОГО ЧЁРНО-ПЁСТРОГО СКОТА КАЗАХСТАНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ

Аннотация. В современных условиях развития молочного скотоводства в целом как отрасли ставится цель получения максимальной прибыли, и племенная работа в стадах направляется на воспроизводство наибольшего количества высокопродуктивных животных для разведения в конкретных условиях. К числу «лучших» животных относятся те, которые генетически обуславливают возможность получения наибольшей прибыли в устоявшихся экономических реалиях хозяйствования как в ближайшие сроки, так и на перспективу.

Применяемая в настоящее время в Казахстане официальная оценка племенной ценности животных в молочном скотоводстве проводится по комплексу племенных и продуктивных качеств, и в частности, быков-производителей, осуществляется в соответствии с «Инструкции по проверке быков молочных и молочно-мясных

пород по качеству потомства» (2007 года). Актуальным направлением также являются исследования по определению уровня молочной продуктивности первотёлок голштинской чёрно-пёстрой популяции в Республике Казахстан.

Материалом исследований послужили показатели фенотипических признаков молочной продуктивности коров-первотёлок (уровень удоя, содержание жира и белка в молоке, выход молочного жира и белка) голштинской чёрно-пёстрой породы молочного скота, полученные из республиканской базы данных информационно-аналитической системы Республики Казахстан за 2016-2017 годы.

Согласно данным статистики Министерства сельского хозяйства, по состоянию на 1 января 2018 года, численность племенного крупного рогатого скота по республике составила 772 615 голов, в т.ч. 342 041 коров. Из общей численности племенных животных 260 877 голов или 33,7% составлял скот молочного и молочно-мясного направлений продуктивности, а удельный вес племенного скота от общей численности крупного рогатого скота по республике (6 764,2 тыс. голов на 01.01.2018) был – 11,4%.

Из общего поголовья племенного крупного рогатого скота в базе данных информационно-аналитической системы голштинская порода составила всего 103 445 голов или 13,4%, в том числе 43 721 гол. коров или 7,8% от всего племенного поголовья коров.

Средний уровень удоя коров-первотёлок в популяции голштинского чёрно-пёстрого скота в республике Казахстан за 2016-2017 годы составил 5296,6 кг, а возраст животных при первом отёле, в среднем, равнялся 27,2 месяцам. Выявлено, что с увеличением возраста первого отёла на 1 месяц, удои первотёлок за лактацию во все периоды уменьшались, а при увеличении длительности лактации на 1 день отмечено существенное увеличение суточного надоя молока.

Установлено, что средний уровень удоя коров-первотёлок в популяции голштинского чёрно-пёстрого скота за 2016-2017 годы составил 5296,6 кг. Возраст животных при первом отёле, в среднем, равнялся 27,2 месяцам (желательный возраст первого отёла – 23-24 мес.), что является свидетельством использования в настоящее время экстенсивной системы выращивания молодняка молочного скота в хозформированиях Республики Казахстан.

Следует отметить, что в соответствии с современными зоотехническими требованиями желательным сроком осеменения телок молочных пород является возраст в пределах 14-16 месяцев, при достижении ими 60-70% живой массы взрослой коровы. Известно, что при оценке эффективности, практикуемой в породе (популяции) селекционно-племенной работы, большую роль играет учёт селекционно-генетических параметров хозяйственно-полезных признаков у животных.

С учётом этого положения, наряду с оценкой селекционно-генетических параметров поголовья, нами были рассчитаны коэффициенты регрессии оцениваемых показателей молочной продуктивности коров на факторы (возраст 1-го отёла, продолжительность), включённые в модель. Как показал анализ, увеличение возраста 1-го отёла у коров анализируемой популяции не только приводит к увеличению продолжительности затратного периода при выращивании животных, но и негативно отражается на удое коров за лактацию ($r=-28,5/-44$ кг/месяц), на выходе молочного жира ($r=-0,85/-1,75$ кг/месяц) и выходе молочного белка ($r=-0,94/-1,32$ кг/месяц), хотя эти значения и не столь велики, тем не менее, учитывая, что средний возраст 1-го отёла превосходит 27 месяцев, выявленная тенденция явно нежелательна и может существенно увеличиться с ростом молочной продуктивности коров, что в исследованиях отмечается практически повсеместно [12,13]. Следует отметить, что увеличение возраста лактирования коров не оказало практически никакого влияния на изменение качественных характеристик молока (по охваченным показателям коэффициенты регрессии были близки к нулю).

Установлено, что увеличение продолжительности лактации привело к увеличению количества надаиваемого молока за лактацию, количества молочного жира и белка. Однако и в этом случае значения коэффициентов регрессии было не существенным (по удою - $+5,3/+8,9$ кг/день, по выходу жира - $+0,21/+0,33$ кг/день, по выходу белка - $+0,22/+0,28$ кг/день), т.е. как и в предыдущем случае, показатели жирномолочности и белкомолочности фактически не изменились под воздействием эффекта «продолжительность лактации».

Ключевые слова: молочная продуктивность, порода, селекция, коэффициент регрессии, племенная категория, быки-производители, отбор, эффективность.

Information about the authors:

Zhumanov Kanat Zheksembekovich, Master in veterinary science, Head of the Department of Breeding and Cattle Breeding of the Kazakh Research Institute of Animal Breeding and Fodder Production, E-mail: kano_zh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8400-4073>

Vaimukanov Aidar Dastanbekuly, master degree student of the Department of Breeding and Feeding of Farm Animals, Faculty of Zootechnics and Biology, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia, aidartaidar98@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9669-864X>.

REFERENCES

- [1] Vlasov V.I. (1994) INTERBULL recommendations for bull use in different countries [*Rekomendatsii INTERBULL pri ispol'zovanii bykov v raznykh stranakh*]. Zootechnics. No. 1. p.30-32. (in Russ.).
- [2] Ignashkina A.A., Kuznetsov V.M. (1988) Estimated breeding value of bulls by the MCC and BLUP methods [*Otsenka plemennoy tsennosti bykov metodami MSS i BLUP*]. Bull. scientific works of VNIIGRZH (All-Union Research Institute of Genetics and Animal Breeding). V. 101.p. 3-5. (in Russ.).

- [3] Instructions for checking bulls of dairy and dairy and meat breeds on the quality of offspring of the Republic of Kazakhstan [*Instruktsiya po proverke bykov molochnykh i molochno-myasnykh porod po kachestvu potomstva Respubliki Kazakhstan*] (2007). Approved by the order of the Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated July 17, 2007. No. 443. Astana. 31 p. (in Russ.).
- [4] Krasota V.F., Lobanov V.T., Dzhaparidze T.G. (1990) Breeding of farm animals [*Razvedeniye sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh*]. Moscow. Publishing house Agropromizdat. 463 p. (in Russ.).
- [5] Amerkhanov H.A., Yanchukov I.N., Ermilov A.E., Kharitonov S.N. (2013) Determination of stock and breed at absorption crossbreeding in dairy cattle breeding [*Opredeleniye porodnosti i porody pri poglotitel'nom skreshchivanii v molochnom skotovodstve*]. Dairy and beef cattle breeding. Moscow. Number 2. p. 6-8. (in Russ.).
- [6] Basovsky N.Z., Kuznetsov V.M. (1977) Guidelines for the development and optimization of breeding programs in dairy farming [*Metodicheskiye rekomendatsii po razrabotke i optimizatsii programm seleksii v molochnom zivotnovodstve*]. Leningrad. 88 p. (in Russ.).
- [7] Basovsky N.Z. (1983) Population genetics in dairy cattle breeding [*Populyatsionnaya genetika v seleksii molochnogo skota*]. Moscow. 256 p. (in Russ.).
- [8] Merkur'yev E.K., Shangin-Berezovsky G.N. (1983) Genetics with the basics of biometrics [*Genetika s osnovami biometrii*]. Moscow. Publishing house Kolos. 399 p. (in Russ.).
- [9] Plokhinsky N.A. (1969) Biometrics Guidelines for Livestock Specialists [*Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov*]. Moscow. Publishing house Kolos. 1969. 340 p. (in Russ.).
- [10] Baimukanov D.A., Tarchokov T.T., Alentayev A.S., Yuldashbayev Yu.A., Doshanov D.A. (2016) Fundamentals of Genetics and Biometry [*Osnovy genetiki i biometrii*] Textbook (ISBN 978-601-310-078-4). Almaty, Publishing house Evero. 128 p. (in Russ.).
- [11] <https://moa.gov.kz/ru/documents/5>
- [12] Karymsakov T.N., Shamshidin A.S., Zhaksybaev A.D., Strekozov N.I. (2018) The role of information technology in livestock breeding in Kazakhstan [*Rol' informatsionnykh tekhnologiy v plemennom zivotnovodstve Kazakhstana*]. Bulletin of the All-Russian Research Institute of Animal Husbandry Mechanization. Number: 2 (30). p. 75-78 (in Russ.).
- [13] Republican system of animal husbandry (2015) Guidelines for keeping records in the Information-analytical system. Astana, 60 p. (in Russ.).
- [14] Baimukanov D.A., Abugaliyev S.K., Seidaliyev N.B., Semenov V.G., Chindaliyev A.E., Dalibayev E.K., Zhamalov B.S., Muka Sh.B. (2019) Productivity and estimated breeding value of the dairy cattle gene pool in the Republic of Kazakhstan. Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Volume 1, Number 377 (2019), 39–53. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.5> ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print).
- [15] Bekenov D.M., Spanov A.A., Chindaliyev A.E., Baimukanov A.D., Sultanbai D.T., Zhaksylykova G.K., Kalimoldinova A.S. (2019). Comparative study of fruitfulness of cow insemination of a milking herd at various levels of productivity in the conditions of Baysyerke-AGRO LLP. Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Volume 4, Number 326 (2019), 27 – 30. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1483.110> ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print).
- [16] Bekenov D.M., Spanov A.A., Kenchinbayev N.S., Baimukanov A.D. Updating the treatment method of the follicular ovarian cysts in cows of the dairy productivity direction in the East-Kazakhstan region. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of agrarian sciences. Volume 5, Number 53 (2019), 83-87. <https://doi.org/10.32014/2019.2224-526X.64> ISSN 2224-526X (Online).
- [17] Karymsakov T.N., Abugaliyev S.K., Baimukanov D.A. (2019) Evaluation of the breeding value of sires by genome analysis. Agrarian science 2019; (10): 40–42. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-332-9-40-42> ISSN 0869–8155 (Print). ISSN 2686–701X (Online).

Zh.S. Mustafayev¹, A.A. Sagaev², Y.N. Alimbaev², V.V. Pchelkin³¹Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan;²Kyzylorda State University named after Korkyt-Ata, Kyzylorda, Kazakhstan;³Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva, Moscow, Russian Federation.

E-mail: z-mustafa@rambler.ru; sagaev_51@mail.ru; 9766793@mail.ru

BASIC CONSTRUCTION PRINCIPLES FOR MULTI-FUNCTIONAL HYDRO AGROLANDSCAPE SYSTEMS

Abstract. Based on the principles of natural analogies, the necessary diversity, the ability of soil formation and the integration of knowledge, multifunctional hydroagrolandscape systems have been developed, including multifunctional systems (crop rotation fields and irrigation technique), which ensure the fulfillment of the ecological and economic functions of the soils of hydroagrolandscape systems. Multifunctional hydro-agrolandscape systems for the purposeful regulation of the soil-forming process on irrigated crop rotation fields by designing crop rotation and an irrigation system on irrigated lands (hydro-agricultural landscape system) with the linkage of agricultural crops to irrigation equipment and technology, which move along with agricultural crops according to the rotational scheme, adopted in the crop rotation, ensure the maximum possible use of solar energy for the soil-forming process in specific natural and climatic conditions. The environment-forming functions of a multifunctional hydro-agrolandscape system are provided on the basis of the use of integral criteria to ensure the agroecological sustainability of irrigated crop rotations (hydroagrolandscapes), taking into account geoeological restrictions, that is, the weighted average irrigation rate (water demand deficit) of agricultural crops in the crop rotation should not exceed the deficit of the ecological water requirement of agricultural land systems.

Thus, the design of highly productive hydrolandscape systems requires ensuring compliance with not only the principles of the necessary diversity and natural analogies, based on the creation of se-rotations with mobile irrigation techniques to control and regulate soil-forming processes, that is, the soil as an object of influence (reclamation) performing an ecological function, and agricultural crops as a subject perform an economic function, requires the need, on the basis of the principle of knowledge integration, to form ways of regulating the natural process that provide targeted regulation and control of soil-forming processes as environment-forming systems.

Keywords: principles, design, system, hydro-agricultural landscape, crop rotation, crops, irrigation technique, function, design, soil formation.

Introduction. One of the main elements of the technology of irrigation of agricultural crops is the method and technique of irrigation, which, along with the system of agriculture, control the factors of plant life and the soil-forming process in hydroagrolandscape systems. The irrigation technique is, in essence, the closing link in the general water supply system for agricultural crops and, unlike other elements of irrigation systems, is not linear, but areal in nature, and, therefore, has a direct effect on all components of natural landscapes - surface layer of the atmosphere, plants, soil, surface and groundwater. The influence of irrigation technique on the atmosphere is expressed in an increase in humidity and a decrease in the lack of saturation of the surface air layer; on the soil - in an increase in moisture; on vegetation - in an increase in transpiration and productivity; to groundwater - to increase moisture exchange between soil and groundwater; to surface waters - in the discharge of surface waters. Moreover, the nature and degree of this influence depends on the methods and techniques of irrigation and the characteristics of natural and economic conditions.

In this regard, the development and substantiation of methods and techniques for irrigation, taking into account the biological characteristics and requirements of the soil-forming process, ensuring the rational use of water, land and other material resources, as well as the minimum negative impact on the natural environment, are one of the most important tasks of irrigated agriculture. in the arid zone.

At present, the involvement of water and land resources in the process of agricultural production, in particular in irrigated agriculture, where agricultural crops are considered the object of reclamation, leads to a deterioration in soil fertility and the soil-forming process, which have become the main reason for the rapidly progressive deterioration of the ecological situation of hydro-agrolandscape systems [1; 2; 3].

Analysis of research on the problem.

1. Comprehensive arrangement of natural landscapes with a variety of vegetation covers, providing the design of highly productive hydro-agrolandscape systems, is mainly based on two principles of nature management:

- the principle of the necessary diversity, that is, the crop rotations created within the hydro-agrolandscape systems should be as diverse as possible in their composition, this is confirmed by the «rule of monoculture» by Yu. Odum, that is, firstly, the crop rotation should include many agricultural crops, secondly, created by man to control the water regime of soils, it should be as diverse as the conditions for the formation of the water regime of soils in different parts of crop rotation fields;

- the principle of natural analogies, that is, the application of directions of resource use technologies (irrigation techniques), which, if possible, reproduce the natural processes of functioning of the components of nature, should ensure the eco-compatibility of equipment and technologies with nature and the repeatability of the natural regime in a long-term cycle.

2. For a correct understanding of the goals and objectives of irrigated agriculture, that is, the reclamation of agricultural lands, in order to clarify scientific views and worldview, it is necessary to determine the value system and designate the objects of influence in order to ensure the ecological sustainability of the natural system and the economic purchasing power of soils, as an integral component of the Earth in the process of the productive force of agriculture, which acquire the ability through the soil to serve as a nutrient medium and habitat for green plants, that is, the soil as an object of influence (reclamation) performs an ecological function, and agricultural crops, as a subject, perform an economic function, which requires the need for purposeful regulation and management of soil-forming processes in hydro-agrolandscape systems for the preservation, restoration and reproduction of soil fertility.

3. Modern hydro-agrolandscape systems, consisting of crop rotations and irrigation systems, are designed for the use of one type of irrigation technique with special design water supply regimes, that is, for example, the principle of operation of the drip system of soil layer moistening is aimed at local and precise moistening of the root layer of soil, where the activity of the soil-forming process stops and after a few years it will lose its purchasing value as a result of the violation of biochemical processes in hydro-agrolandscape systems.

Thus, the design of highly productive hydroagrolandscape systems requires ensuring compliance with not only the principles of the necessary diversity and natural analogies, based on the creation of crop rotations with mobile irrigation techniques to control and regulate soil-educational processes, that is, the soil as an object of influence (melioration) performs an ecological function, and agricultural crops as a subject perform an economic function, but it also requires the need, on the basis of the principle of knowledge integration, to form methods for regulating the natural process that provide targeted regulation and control of soil-forming processes as environment-forming systems.

Purpose of the study – on the basis of the principles of natural analogies, the necessary diversity, the ability of soil formation and the integration of knowledge, to develop a multifunctional hydro-agrolandscape system for the purposeful regulation of the soil-forming process in irrigated crop-rotation fields by designing a crop rotation and an irrigation system on irrigated lands (hydro-agrolandscape system) with reference to agriculture agricultural crops to irrigation technique and technology, which move along with agricultural crops according to a rotational scheme, adopted in crop rotation, which ensure the maximum possible use of solar energy for the soil-forming process in specific climatic conditions.

Materials and research methods. A multifunctional hydroagrolandscape system is a combination of an irrigation system and crop rotation, which can perform one and the same task in different ways and irrigation techniques, taking into account the biological characteristics of crops, characterized by different indicators of efficiency indicators, providing an optimal soil-forming process in the rotation cycle corresponding to the energy resources of natural systems.

A modular multifunctional system (crop rotation fields and irrigation technique) is a hormonal set of agricultural crops and irrigation technology, united by intrasystemic connections to perform a set of functional tasks set by certain conditions, that is, water supply, soil fertility reproduction, regulation of the geological and biological cycles of water and chemicals that provide ecological and economic functions of soils of hydroagrolandscape systems.

At the same time, the development of a multifunctional hydro-agrolandscape system is based on the principles of natural analogies to preserve the possibility of reproduction of natural processes of functioning of landscape components, the necessary diversity, where cultural crop rotations should be as diverse as possible in their composition of agricultural crops, the ability of soil formation - to perform ecological and economic functions within the systems (crop fields and irrigation techniques) and knowledge integration - the process of synthesizing knowledge of natural and applied sciences in the formation of a scientific base for modeling the components of hydro-agrolandscape systems.

Environment-forming functions of a multifunctional hydro-agrolandscape system are provided on the basis of using integral criteria to ensure agroecological sustainability of irrigated crop rotations (hydroagrolandscapes), taking into account geoeological restrictions, that is, the weighted average irrigation rate (water demand deficit) of agricultural crops in the crop rotation (O_p^{cp}) should not exceed the ecological norm deficit water requirements of agricultural land (O_p^{\exists}) hydroagrolandscape systems:

$O_p^{cp} \leq O_p^{\exists}$ или $O_p^{cp} / O_p^{\exists} = 1.0$ [2]. For agro-ecological substantiation of the optimal composition and structure of crop rotation, the following system of equations can be used [2]:

$$\sum_{i=1}^n O_{pi} \cdot \alpha_i \leq O_p^{\exists}; \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.0,$$

where O_{pi} - irrigation rate of the accompanying crop (water consumption deficit) crop rotation; α_i - share of participation of i accompanying crop rotation.

The use of a multipurpose approach to the design of a multifunctional hydro-agrolandscape system with methods of organizing and managing the economy, covering a whole range of measures aimed at creating a crop rotation with mobile irrigation techniques, providing targeted management and regulation of the soil-forming process, should ensure the eco-compatibility of technology and technology with nature and the repeatability of natural regime in a multi-year cycle.

Research results. To implement the proposed principles and geoeological constraints in the complex arrangement of hydro-agrolandscape systems, a method of creating a crop rotation with mobile irrigation techniques is proposed to control and regulate the soil-forming process, including the cultivation of crops that are part and structure of crop rotation with irrigation techniques, differ in that that the design of the crop rotation and irrigation system on irrigated lands (hydro-agro-landscape system) is carried out with the reference of agricultural crops to irrigation techniques, which move along with agricultural crops according to a rotational scheme adopted in crop rotation, where the average consumption of solar energy for the soil-forming process is not should be less than the optimal consumption of solar energy for the soil-forming process in specific natural and climatic conditions (figure 1).

At the same time, the methods and technologies of irrigation used for irrigation must correspond to the biological characteristics of each agricultural crop that is part of the crop rotation, and the environmental requirements for the reclamation of agricultural lands. They must not only ensure the rational use of water resources, but also create conditions for the effective use of solar radiation energy in the soil-forming process. [4; 5; 6].

Therefore, due to the technological features of the irrigation methods used in the fields of individual crops included in the crop rotation, it is necessary to take into account that it will not be able to ensure the development of the soil-forming process in accordance with the law of evolution, in connection with which it is necessary to provide for geoeological restrictions in their rotational crop rotation.

In modern conditions, a hydro-agrolandscape system (irrigation system) is designed depending on the technical capabilities of the irrigation method used for irrigating crops, that is, a sprinkler irrigation system, a drip irrigation system, an irrigation system using surface irrigation (along furrows and stripes) ,

subsoil (subsurface) irrigation system, designed to ensure the water demand of cultivated agricultural crops, which do not take into account the peculiarities of the soil-forming process on irrigated lands. In this regard, for the rational use of water resources and purposeful regulation of the soil-forming process in hydro-agrolandscape systems, depending on the type of crop rotation and biological characteristics of cultivated crops, several methods of irrigation are used simultaneously, that is, drip irrigation, sprinkling, irrigation along furrows and strips, strictly tied in the form of cultivated crops, which move together in a rotational pattern in crop rotation fields on a spatio-temporal scale, where the average-summer irrigation rate of the crop rotation field should be no more than the ecological norm of water demand of agricultural crops, providing a targeted regulation and management of solar energy consumption for the soil-forming process (figure 2) [7].

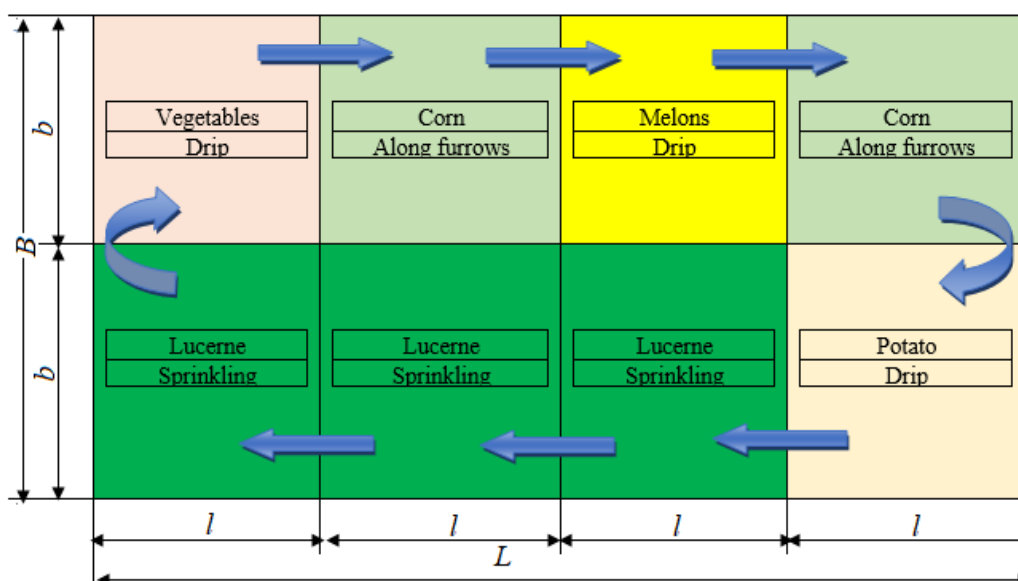


Figure 1- Modular multifunctional system (crop rotation fields and irrigation techniq

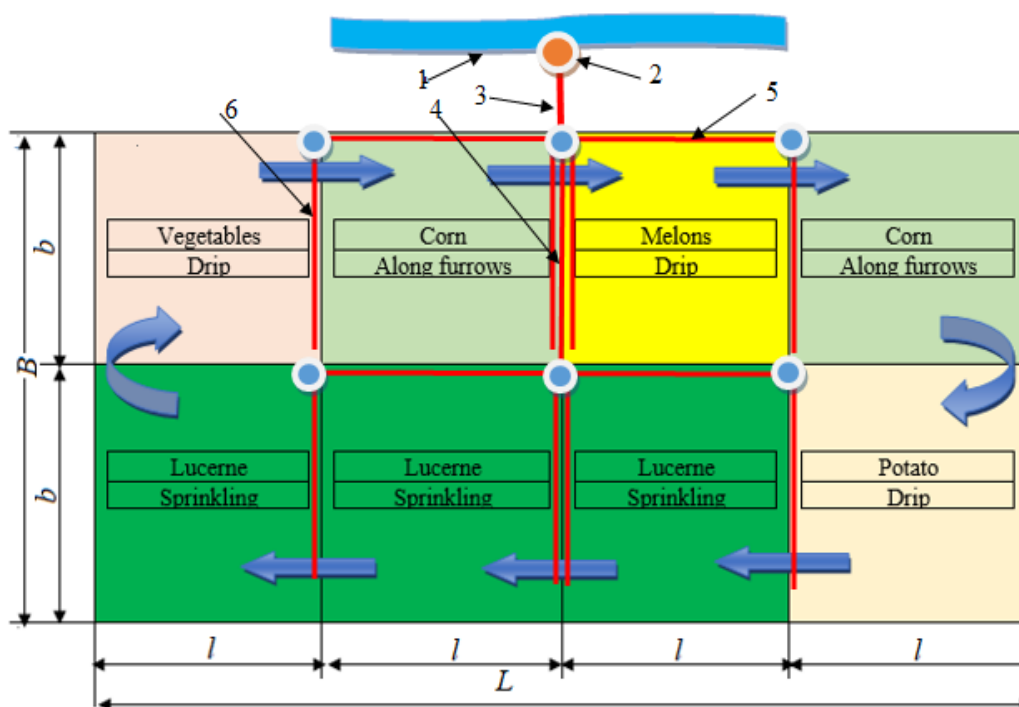


Figure 2 - Multifunctional hydro-agrolandscape system (1- irrigation source; 2- pumping station; 3- main pipeline; 4- distribution pipeline; 5- section pipeline; 6 - field pipeline)

To determine the design hydraulic parameters of a multifunctional hydro-agrolandscape system, we will use the maximum daily deficit of the rate of water demand for agricultural crops, which is determined on the basis of the bioclimatic method for determining the monthly total water consumption of agricultural crops (E_v), applied by N.V. Danilchenko [8; 9; 10; 11; 12]:

$$E_v = K_o \cdot K_v \cdot E_o,$$

where K_o – microclimatic coefficient; K_v – biological coefficient; E_o – monthly evaporation according to N.N. Ivanova [13]:

$$E_o = 0,0018 \cdot (t + 25)^2 (100 - a),$$

where t – average monthly air temperature for the period, °C; a – average monthly relative air humidity for the period, %.

The monthly ecological norm of water demand for agricultural land (E_e) is determined on the basis of the formula of M.I. Budyko [14] according to the following modification:

$$E_e = (R/L)(\sum t_m / \sum t_b),$$

where R – photosynthetically active radiation (kJ/cm²), which is determined by the formula [15]:

$$R = 13.39 + 0.0079 \cdot \sum t > 10^0 C,$$

here $\sum t_b$ – the sum of biological active air temperatures, °C; $\sum t_v$ – sum of monthly air temperatures, °C; L – latent heat of vaporization, equal to 2,5 kJ/cm³.

The monthly deficit of the water demand rate of agricultural crops (ΔE_v) during surface irrigation and sprinkling is determined on the basis of the water balance equation, which is written in the following form:

$$\Delta E_v = E_v - (\Delta W + O_c \pm g),$$

where ΔW – active reserves of soil moisture at the beginning of the estimated month; O_c – atmospheric precipitation for the estimated month; capillary used groundwater during the growing season;

The monthly deficit of the rate of water consumption of agricultural crops under drip irrigation is determined on the basis of the water balance equation, which is written in the following form:

$$\Delta E_e = [E_v - (\Delta W + O_c \pm g)](F_{uv} / F_o),$$

where F_o – total area of the crop rotation field, ha; F_{uv} – wetted area of the crop rotation field depending on the method and technique of irrigation.

The monthly ecological norm of water demand for agricultural land is determined by the following formula:

$$\Delta E_e = (R/\bar{R} \cdot L)(\sum t_m / \sum t_b) - (\Delta W + O_c \pm g).$$

The hydraulic parameters of the multifunctional hydro-agrolandscape system, that is, the flow rate of the main pipeline (Q_m , m³/s) is determined on the basis of the arithmetic average value of the maximum monthly deficit of the water demand rate of the i agricultural crop (ΔE_i^{\max}) according to the following formula:

$$Q_m = \sum_{i=1}^n \alpha \cdot \Delta E_i^{\max} \cdot F_o / 86400 \cdot T \cdot \eta_m,$$

where α – share of i agricultural crop in crop rotation; T – number of months; n – number of crops in a crop rotation; F_o – total crop rotation area, ha; η_m – main pipeline efficiency.

The estimated flow rate of the distribution pipeline (Q_r , m³/s) and the section pipeline (Q_u , m³/s) is determined based on the maximum value of the monthly deficit of the water demand rate of agricultural

crops ($\Delta E_i^{\max} \rightarrow \max$), which are part of the crop rotation, which is determined by the formula:

$$Q_r = Q_u = \Delta E_i^{\max} \cdot N \cdot F_{CN} / 86400 \cdot T \cdot \eta_r,$$

where F_{CN} – crop rotation area, ha; N – the number of fields suspended on the distribution and sectional pipeline; η_r – efficiency of the distribution and section pipeline.

The estimated flow rate of the irrigation pipeline (Q_p) is determined on the basis of the maximum value of the monthly deficit of the rate of water demand of agricultural crops ($\Delta E_i^{\max} \rightarrow \max$), which are part of the crop rotation, according to the following equation:

$$Q_p = \Delta E_i^{\max} \cdot F_{CN} / 86400 \cdot T \cdot \eta_p,$$

where η_p – coefficient of efficiency of the distribution and sectional pipeline.

Thus, the theoretical prerequisites for the creation of a multifunctional hydro-agrolandscape system were new ideas about the ecological and economic functions of soils, as a tool for expanded reproduction of soil fertility, obtaining an optimal yield of certain crops with an economical use of all resources, preventing or compensating for damage to natural systems, which acquires as a natural conservation, and nature-restoring values.

Conclusions. The developed multifunctional hydro-agrolandscape system for the purposeful regulation of the soil-forming process in irrigated crop rotation fields by designing a crop rotation and an irrigation system on irrigated lands (hydroagrolandscape system) with the linkage of crops to irrigation equipment and technology, which move along with agricultural crops in a rotational scheme, adopted in crop rotation, which ensure the maximum possible use of solar energy for the soil-forming process in specific natural and climatic conditions, obtained as a result of the synthesis of scientific knowledge and have the following technical character:

- *manifests itself only due to the peculiarities of a person's perception with the participation of his mind* - the declared proposal has a technical solution, which must be incorporated in the design and construction stage of a hydro-agrolandscape system, which requires strict implementation during its operation;

- *is achieved only due to the observance of a certain order in the implementation of certain types of activity on the basis of an agreement between its participants or established rules* - the declared proposal, the types of activities are presented as a technical solution, only with strict adherence to ensuring the increase and reproduction of soil fertility of agricultural land;

- *consists only in obtaining this or that information and is achieved only through the use of a mathematical method, a program for an electronic computer or an algorithm used in it* - the declared proposal for the use of mathematical methods is used to determine the quantitative and qualitative parameters of hydro-agrolandscape systems;

- *due only to the peculiarities of the semantic content of information presented in one form or another on any medium* - of the declared proposal represent a control system for soil-forming processes that ensure the production of products on hydro-agrolandscape systems that make up categories and general scientific concepts: man, engineering system, material, environment, information, model, time and control, which form a method around the central cybernetic concept of the process implementation of activities [16];

- *is fun and entertaining* - the declared proposal is presented to improve the functional activity of hydroagrolandscape systems, as a mobile system that ensures the efficiency of irrigation technique, strictly tied in the form of crops in a space-time scale, according to the rotational scheme taken in the form of crop rotation.

Ж.С. Мұстафаев¹, А.А. Сагаев², А.Н. Алимбаев², В.В. Пчелкин³

¹Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан;
Қорқыт-Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда, Қазақстан;
К.А. Тимирязев атындағы МАША – Ресейлік мемлекеттік аграрлық университеті,
Мәскеу, Ресей Федерациясы

КӨПҚЫЗМЕТТІК ГИДРОАГРОЛАНДШАФТТЫҚ ЖҮЙЕНІ ҚҰРУДЫҢ НЕГІЗГІ ҚАҒИДАСЫ

Аннотация. Табиғи ұқсастық, әртүрліліктің қажеттілігі, топырақты құру қабілеті және білімді интеграциялау қағидаларының гидроагроландшафттық жүйеде топырақтың экономикалық және экологиялық қызметін орындау мүмкіншілігін қамтамасыз ететін, құрамына ауыспалы егістік және суару техникасына кіретін көпқызметтік гидроагроландшафттық жүйенің негізі құрылған. Көпқызметтік гидроагроландшафттық жүйеге суармалы ауыспалы егістік жүйесінде топырақтың даму жағдайын мақсатты реттеуге арналған және ол суармалы жерде суару жүйесі және ауыспалы егістік ауылшаруашылық дақылдарының түрлерін нақты суару техникасына бұйдалау жолымен жобаланатындықтан, ауыспалы егістік жүйесіндегі қабылданған ауылшаруашылық дақылдарының айналу желісі бойынша бірге жылжып отырады. Ал ол нақты табиғи-климаттық жағдайда топырақтың даму жағдайына күн сәулесінің қуатын жоғарғы мүмкіншілік деңгейінде пайдалануды қамтамасыз етеді.

Көпқызметтік гидроагроландшафттық жүйе – суару жүйесі және ауыспалы егістіктің жиынтығы болып саналады және кез келген тапсырысты, ауылшаруашылық дақылдарының биологиялық ерекшеліктеріне байланысты әртүрлі суару әдісімен және техникасымен орындауға байланысты болғандықтан, айналым оралымында топырақтың оңтайлы даму жағдайының табиғи жүйенің энергетикалық ресурсына сай келу жағдайына байланысты тиімділіктің әртүрлі көрсеткішімен сипатталады.

Құрамына ауыспалы егістік және суару техникасы кіретін мультиқызметтік үлгінің негізгі ерекшелігі – суару жүйесі және ауыспалы егістік жиынтығының, белгілі бір берілген тапсырманы орындау үшін көптеген қызметтік мәселені шешу үшін олар ішкі жүйелік байланыста болады, яғни сумен қамтамасыз ету, топырақ құнарлығының жаңғыруы, су және химиялық заттардың биологиялық және геологиялық айналымын реттеу арқылы гидроагроландшафттық жүйелерде топырақтың экологиялық және экономикалық қызмет атқаруын қамтамасыз етеді.

Көпқызметтік гидроагроландшафттық жүйенің ортаны құрушы қызметі суармалы егістік жерлердің агроэкологиялық орнықтылығы геоэкологиялық шектеулерді ескеретін интегралдық сынақ көрсеткіштерін пайдалану арқылы қамтамасыз етіледі, яғни ауыспалы егістік құрамындағы ауылшаруашылық дақылдарын суару мөлшері (жетіспейтін суды тұтыну шамасы) гидроагроландшафттық жүйедегі суармалы жерлердің экологиялық суды тұтыну мөлшерінен жоғары болмауы керек.

Сонымен, көпқызметтік гидроагроландшафттық жүйені құрудың алдыңғы шартының теориялық негізі – топырақтың экологиялық және экономикалық қызметін жаңаша түсіну негізінде, оны топырақ құнарлығын қайта өндіруді кеңейту құралы есебінде қарастыра отырып, белгілі бір ауылшаруашылық дақылдарынан оңтайлы өнім алуды қамтамасыз ететін барлық ресурс шығынын үнемдеу арқылы, табиғи жүйеге шығын келтірмеуге немесе шығынды толықтыруды, табиғатты қорғау құралына және табиғаты қалпына келтірудің маңыздылығы ретінде қарастырылуы қажет.

Жалпы қорға айтқанда, көпқызметтік гидроагроландшафттық жүйені құру тек қана табиғи ұқсастық және әртүрліліктің қажеттілік қағидасын сақтауды ғана қамтамасыз етіп қана қоймай, топырақтың даму жағдайын басқару және реттеу үшін ауыспалы егістік жүйесінің негізін жинақылық суару техникасымен бірге құру арқылы, топырақты әсер етуші нысан ретінде экологиялық қызметін, ал ауылшаруашылық дақылдарының тіршілік етуін қамтамасыз ету арқылы, экономикалық қызметін орындаушы, яғни ортаны құрушы жүйе болғандықтан, топырақ дамуын мақсатты басқаруды және реттеуді қамтамасыз етуді және табиғаты басқарудың әдісін қалыптастыруды білімді интеграциялау қағидасының негізінде қарастыру қажет.

Түйін сөздер: қағида, құрастыру, жүйе, гидроагроландшафт, ауыспалы егістік, дақыл, суару техникасы, қызмет, жобалау, топырақтың дамуы.

Ж.С. Мустафаев¹, А.А. Сагаев², Е.Н. Алимбаев², В.В. Пчелкин³

¹Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан;

²Кызылординский государственный университет им Коркыт-Ата, Кызылорда, Казахстан;

³Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российской Федерации

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГИДРОАГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМЫ

Аннотация. На основе принципов природных аналогий, необходимого разнообразия, способности почвообразования и интеграции знаний разработаны многофункциональные гидроагроландшафтные системы, включающие мультифункциональные системы (севооборотная поля и техника полива), обеспечивающие выполнение экологических и экономических функций почвы гидроагроландшафтных систем. Многофункциональные гидроагроландшафтные системы для целенаправленного регулирования почвообразовательного процесса на орошаемых севооборотных полях путем проектирования севооборота и оросительной системы на орошаемых землях (гидроагроландшафтной системе) с привязкой сельскохозяйственных культур к технике и технологии полива, которые перемещаются вместе с сельскохозяйственными культурами по ротационной схеме, принятых в севообороте, обеспечивают максимально-возможное использование солнечной энергии на почвообразовательный процесс в конкретных природно-климатических условиях.

Многофункциональные гидроагроландшафтные системы – это совокупность оросительных систем и севооборотов, которая может выполнять одну и ту задачу различными способами и техникой полива с учетом биологических особенности сельскохозяйственных культур, характеризующимися различными показателями эффективности, обеспечивающих в ротационном цикле оптимального почвообразовательного процесса, соответственно энергетических ресурсов природной системы.

Модульная мультифункциональная система (севооборотные поля и техника полива) – гармоничная совокупность сельскохозяйственных культур и техники полива, объединенная внутросистемными связями для выполнения заданного определенными условиями множества функциональных задач, то есть водообеспечения, воспроизводства плодородия почвы, регулирования геологического и биологического круговорота воды и химических веществ, обеспечивающих экологические и экономические функции почвы в гидроагроландшафтных системах.

Средообразующие функции многофункциональной гидроагроландшафтной системы обеспечиваются на основе использования интегральных критериев по обеспечению агроэкологической устойчивости орошаемых севооборотов (гидроагроландшафтов) с учетом геоэкологических ограничений, то есть средневзвешенная оросительная норма (дефицит водопотребности) сельскохозяйственных культур в севообороте не должна превышать дефицита экологические нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий гидроагроландшафтных систем.

При этом теоретическими предпосылками для создания многофункциональной гидроагроландшафтной системы явились новые представления о экологических и экономических функциях почвы как инструменте для расширенного воспроизводства плодородия почвы, получения оптимального урожая определенных сельскохозяйственных культур при экономном расходовании всех ресурсов, недопущении или компенсации ущерба природным системам, приобретающего как природоохранное, так и природовосстановливающие значения.

Таким образом, конструирования высокопродуктивных гидроландшафтных систем требуют обеспечения соблюдения не только принципов необходимого разнообразия и природных аналогий на основе создания севооборотов с мобильными техниками полива для управления и регулирования почвообразовательных процессов, то есть почва как объект воздействия (мелиорации), выполняющий экологическую функцию, а сельскохозяйственные культуры как субъект выполняют экономическую функцию, требует необходимости на основе принципа интеграции знаний формировать способы регулирования природного процесса, обеспечивающих целенаправленное регулирование и управление почвообразовательными процессами как средообразующих систем.

Ключевые слова: принципы, конструирования, система, гидроагроландшафт, севооборот, культуры, техника полива, функция, проектирования, почвообразования.

Information about authors:

Mustafayev Zhumakhan Suleimenovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department «Water Resources and Melioration», Kazakh National Agrarian University; z-mustafa@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0003-24258148>;

Sagaev Abzhappar Abiltayevich, Candidate of Technical Sciences, Professor Kyzylorda State University named after Korkyt-Ata; sagaev_51@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2544-2596>;

Alimbaev Erzhan Nurlanovich, Doctoral, senior lecturer Kyzylorda State University named after Korkyt-Ata; hagrid25@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5596-7791>;

Pchelkin Victor Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva, Moscow, Russian Federation, 9766793@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3625-9949>

REFERENCES

- [1] Mustafayev Zh.S., Ryabtsev A.D. Adaptive landscape land reclamation in Kazakhstan. Taraz: BIGNEOS Service, 2012. 528 p.
- [2] Mustafayev Zh.S. Methodological and ecological principles of agricultural land reclamation. Taraz, 2004. 306 p.
- [3] Mustafayev Zh.S., Sadykov S.S. Hydrothermal regime of irrigated lands (Analytical review). Zhambyl, 1996. 74 p.
- [4] Mustafayev Zh.S., Kozykeeva A.T., Sagaev A.A., Alimbaev E.N. Water use in the lower reaches of the Syr Darya River in conditions of a shortage of water resources // Questions of geography and geocology, 2019. №3. P.68-77.
- [5] Mustafayev Zh.S., Kozykeeva A.T., Sagaev A.A., Alimbaev E.N. The watershed of the Syrdarya river basin is an activity-natural system // Research, results, 2019. No. 3 (83). P. 299-305. ISSN 2304-3334
- [6] Mustafayev Zh.S., Kozykeeva A.T., Sagaev A.A., Alimbaev E.N. Assessment of the efficiency of water resources use in agricultural production in the catchments of the lower reaches of the Syrdaria // Issues of geography and geocology, 2019. №4. P.56-64.
- [7] Mustafayev Zh.S., Kozykeeva A.T., Sagaev A.A., Alimbaev E.N. Geo-ecological limitations of the environment-forming activity of hydroland-shaft systems in the lower reaches of the Syrdarya river // Questions of geography and geocology, 2019. №4. P.65-72.
- [8] Danilchenko N.V. Bioclimatic substantiation of total water consumption and irrigation norms // Land Reclamation and Water Management, 1999. No. 4. P. 25-29.
- [9] Adilbektegi G. A., Mustafayev J. S., Uvatayeva T. K., Dulatbekova Z. N., Jozef Mosiej. A new approach to the evaluation of bioclimatic potential of landscapes on the example of northern Kazakhstan // News of the National Academy of sciences of the republic of Kazakhstan series of geology and technical sciences. ISSN 2224-5278. Volume 5, Number 437 (2019), P. 16–25 (in Eng).
- [10] Adilbektegi G. A., Mustafayev J. S., Uvatayeva T. K., Dulatbekova Z. N., Jozef Mosiej. Quantitative and qualitative assessment of biological and ecological potential of the landscapes of southern Kazakhstan // News of the National Academy of sciences of the republic of Kazakhstan series of geology and technical sciences. ISSN 2224-5278. Volume 6, Number 438 (2019), P. 96–103 (in Eng).
- [11] Mustafayev Zh. S., Kozykeyeva A. T., Kalmashova A. N., Aldiyarova A. E., Arvydas Povilaitis. Ecological and water economic assessment of the Yesil river basin catchment area // News of the National Academy of sciences of the republic of Kazakhstan series of geology and technical sciences. ISSN 2224-5278. Volume 2, Number 440 (2020), P. 123–131 (in Eng).
- [12] Mustafayev Zh. S., Kozykeyeva A. T., Tursynbaev N.A. Methodological basis of estimation of the limiting land of the land of land of results from the environmental service of water resources of transboundary river basins // News of the National Academy of sciences of the republic of Kazakhstan series of geology and technical sciences. ISSN 2224-5278. Volume 5, Number 425 (2017), P. 156–170.
- [13] Ivanov N.N. Humidification zones of the globe // Izv. USSR Academy of Sciences. Series geography and geophysics, 1941. No.3. P.15-32.
- [14] Budyko M.I. Climate and Life. L.: Gidrometeoizdat, 1971. 470 p.
- [15] Nikolsky Yu.N., Shabanov V.V. Calculation of design productivity depending on the water regime of reclaimed land // Hydrotechnics and Land Reclamation. 1986. No. 9. P. 52-56.
- [16] Rex L.M. System studies of reclamation processes and systems. - Moscow: Publishing house «Aslan», 1995. 192 p.

Юбилейные даты

У.Ш. Медеубеков, Б.Б. Баймаханов, И.Е. Сагатов, А.Т. Аубакирова

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ХИРУРГИИ ИМ. А.Н.СЫЗГАНОВА (к 75-летию со дня основания)

В годы Великой Отечественной войны одной из наиболее важных проблем для медицины Казахстана стало создание научных основ для решения актуальных на то время проблем хирургической помощи населению, в том числе более быстрой и полной реабилитации инвалидов войны, проблемы зоба, эхинококка и грудной хирургии. В связи с тем, что в системе самой Академии медицинских наук СССР к тому времени еще не существовал специализированный институт хирургии, по инициативе академика К.И. Сатпаева на основании Постановления Президиума Казахского филиала АН СССР от 26 марта 1945 г. было решено организовать сектор хирургии.

Сектор хирургии КазФАН СССР возглавил доктор медицинских наук, профессор А.Н. Сызганов, который в то время был заведующим кафедрой хирургии Казахского государственного медицинского института, директором станции переливания крови, работал в госпитале инвалидов Отечественной войны и уже занимался исследованиями в области хирургии и изучением проблем зоба в Казахстане.

Материально-технической базой для деятельности вновь созданного сектора стала клиника госпиталя инвалидов ВОВ, которая наработала огромный практический опыт в области военно-полевой хирургии. Однако кадровое обеспечение для ведения полноценных научно-исследовательских работ могло дать только преобразование сектора в самостоятельный институт.

15 мая 1945 г. Постановлением №113 Президиума Казахского филиала АН СССР сектор хирургии был реорганизован в Институт клинической и экспериментальной хирургии.

Казахский научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной хирургии, возникший на базе госпиталя восстановительной хирургии и кафедры общей хирургии Алма-Атинского медицинского института с 25 штатными единицами, сегодня приобрел известность и превратился в крупное самостоятельное многопрофильное научно-исследовательское учреждение Казахстана с собственной клинической базой.

Одной из главных задач, поставленных перед институтом в послевоенное время, было лечение и восстановление трудоспособности раненых и инвалидов Великой Отечественной войны. Также в первые годы деятельности института на фоне интенсивно развивающихся промышленности и сельского хозяйства страны перед коллективом стояла задача изучить и разрешить проблемы производственного и сельскохозяйственного травматизма.

Были разработаны и внедрены в практику наиболее рациональные методы борьбы с промышленным и сельскохозяйственным травматизмом, разработаны оригинальные методы предупреждения гнойных осложнений при травмах.

Особое место в деятельности института тех лет занимает изучение комбинированных радиационных поражений, особенности раневого процесса, протекающего в условиях острой лучевой болезни. По инициативе института в Алма-Ате при детской больнице в Аксае, где лечились дети с поражениями после полиомиелита, было создано ортопедическое отделение, созданы и внедрены протезы из коллоксиликата.

В 1954 г. в институте была организована лаборатория медицинской радиологии, обеспеченная техническим персоналом и аппаратурой. Начали использоваться с научной и диагностической целью радиоактивный йод, фосфор, коллоидное золото. Эти внедрения помогали определять функциональное состояние щитовидной железы, почек, печени, легких.

Много лет сотрудники института посвятили разработке мероприятий для борьбы с проблемой национального уровня – эндемическим зобом. Научные экспедиционные исследования позволили составить клинко-статистическую характеристику эндемии зоба в республике, установить его особенности и определить очаги распространения. На этой основе была разработана и организована система планомерной профилактической и хирургической помощи населению. По предложенной институтом рекомендации был открыт Республиканский противозобный диспансер с филиалами в областных центрах, а в самом институте организовано хирургическое эндокринологическое отделение.

В рамках борьбы с онкологическими заболеваниями в сентябре 1956 г. в институте было создано первое в республике научно-исследовательское онкологическое отделение – сектор онкологии с лабораторией экспериментального рака. Выполняя организационную противораковую работу, онкологический сектор

разрабатывал и рассылал областным онкодиспансерам методические указания по научному изучению статистических материалов по заболеваемости раком в Казахстане. С 1956 по 1960 г. было проведено изучение распространенности в республике злокачественных новообразований по экспедиционным и статистическим материалам региональных онкологических диспансеров. В 1960 г. на базе вышеуказанного сектора был создан Казахский НИИ онкологии и радиологии. На основе результатов сложных научных исследований впервые в Казахстане институтом было разработано множество оригинальных методов борьбы с онкологическими заболеваниями. В результате создана оригинальная физиологическая теория канцерогенеза, которая позволяет разработать методы массовой профилактики злокачественных опухолей.

Институт первым в республике внедрил в клиническую практику методы хирургического лечения различных заболеваний легких. В 1949 г. проведена первая операция на легких в Казахстане. Научно обоснована необходимость более широкого внедрения в практику противотуберкулезных учреждений современных способов хирургического лечения туберкулеза. В 1950 г. создано отделение грудной хирургии, в котором проводились научные исследования, оказывалась хирургическая помощь больным с неспецифическими заболеваниями легких. На базе санатория «Каменское плато» было создано специализированное хирургическое отделение, где впервые в высокогорных условиях стали успешно и широко применять способы оперативного лечения легочного туберкулеза. Аналогичное отделение было создано на базе противотуберкулезного диспансера Казахской железной дороги.

С 1956 г. институт начал внедрять физиологические методы для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний – электрокардиография, фонокардиография, реография, электрогастрографические методы оценки функции желудка, а также изучался газовый и кислотно-щелочной состав крови.

В 1958 г. институт начал большую работу по организации в республике современной кардиохирургической помощи. Впервые в Казахстане была организовано и открыто отделение сердечной хирургии. В первые годы существования этого отделения сотрудниками института изучались вопросы клиники и диагностики наиболее распространенных пороков сердца, осваивалась и внедрялась в практику техника митральной комиссуротомии и закрытия незаращенного артериального протока, определялась возможность проведения операции митральной комиссуротомии в условиях активного ревматического процесса. Первая операция на сердце была проведена 18 ноября 1958 г. В 1960 году в институте была выполнена первая перевязка открытого артериального протока по поводу врожденного порока сердца.

Успехи в оказании кардиохирургической помощи напрямую зависели от уровня развития анестезиологического обеспечения и возможности послеоперационного выхаживания больных. В 1958 г. в институте была организована служба анестезиологии, а в 1960 г. создано отделение анестезиологии. В ноябре 1964 г. открыта лаборатория анестезиологии, а в 1965 году организовано отделение послеоперационного наблюдения. Нарботанный опыт в послеоперационном наблюдении и выхаживании тяжелых больных позволил институту организовать в 1967 г. Республиканский реанимационный центр, который в 1970 г. стал полноценным анестезиологическим отделением, в составе которого были палаты интенсивной терапии для сердечно-сосудистых и пульмонологических больных со своей экспресс-лабораторией и инженерно-технической службой.

Институтом в 1967 г. впервые в Казахстане организовано сосудистое отделение и начата подготовка научных кадров по изучению и разработке способов диагностики и хирургического лечения магистральных и периферических кровеносных сосудов. Коллектив ученых начал различные исследования по диагностике и лечению таких острых патологий магистральных кровеносных сосудов, как тромбоэмболия, расслаивающаяся аневризма, флеботромбозы и травмы сосудов.

В период 1975-1980 гг. коллектив института много внимания уделял развитию в Казахстане торакальной хирургии, исследованиям по разработке способов выявления скрытых раневых инфекций, первичной обработки ран и открытых переломов конечности, пластического замещения дефектов кожи, вопросам обезболивания при лечении заболеваний венозных сосудов конечностей и острых тромбоэмболий.

В 1975 г. институтом впервые в стране организовано отделение хирургии пищевода и желудка, сотрудники которого начали исследования и разработки способов лечения перфораций пищевода, а также послеожоговых структур пищевода, включающие форсированное бужирование с последующей длительной интубацией пищевода трубкой оригинальной конструкции, способы лечения сочетанных повреждений пищевода и желудка, формирования пищевода из желудка. В 1977 г. ученые института начали исследования по изучению метода селективной проксимальной ваготомии для лечения язвенной болезни двенадцатиперстной кишки и желудка. В этот же период разрабатывались способы операции по удалению вилочковой железы при миастении и рассеянном склерозе.

В 1978 г. впервые в Казахстане при отделении анестезиологии-реанимации института создана группа, а затем отделение гипербарической оксигенации.

Перед коллективом института была поставлена задача, и в 1978 г. институт впервые в Казахстане начал большую работу по организации современной помощи больным с острой и хронической почечной недостаточностью.

В мае 1978 г., перед открытием Алма-Атинской сессии ВОЗ, по инициативе министра здравоохранения СССР Б.В. Петровского, на базе КазНИИКиЭХ был организован Казахский республиканский центр трансплантации и искусственных органов. Он включал клиническое отделение с операционным блоком и реанимацией, группу заготовки и консервации донорских органов, отделение гемодиализа, группу иммунологического типирования и биохимическую лабораторию.

В октябре 1978 г. был проведен первый в Казахстане сеанс гемодиализа пациенту с терминальной стадией хронической почечной недостаточностью на экспериментальной советской установке для гемодиализа СГД-8.

12 апреля 1979 г. проведена первая в республике операция по ауто трансплантации почки больному с недостаточностью мочеточника на большом протяжении. А уже 17 апреля 1979 г. впервые в Казахстане была успешно проведена трансплантация трупной донорской почки.

В 1980 г. по инициативе его директора, Луреата Государственных премий РК, д.м.н., профессора, академика НАН РК М.А. Алиева, институту было присвоено имя его основателя и первого директора – академика А.Н. Сызганова.

В 1994 г. постановлением Кабинета министров РК «Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной хирургии им. А.Н. Сызганова» МЗ КазССР был преобразован в «Научный центр хирургии им. А.Н. Сызганова» МЗ РК. В 2000 г. Постановлением Правительства центру присвоен статус Национального научного центра, и он был повторно переименован.

Начиная с 1980 г., перед коллективом центра в этот период были поставлены задачи по исследованию и разработке способов реконструктивно-восстановительной хирургии на органах кровообращения, дыхания, пищеварения.

Научный коллектив центра занимался поиском новых путей решения хирургических проблем по многим актуальным проблемам здравоохранения. Центр большое внимание уделял вопросам абдоминальной и торакальной хирургии. Это относится к хирургии пищевода, вилочковой железы, желудка, двенадцатиперстной кишки, печени и желчевыводящих путей, поджелудочной железы, легких, сосудистой хирургии. В этот период развития центр исследовал возможности внедрения достижений научно-технического прогресса в практику: лазеров и лазерных инструментов, ультразвуковых и плазменных приборов, способов внутрисосудистых эмболизаций пораженной части органов, новых лечебно-диагностических технологий в целях повышения эффективности хирургического лечения.

В 1980 году в центре была впервые в Казахстане выполнена реконструктивно-пластическая операция на пищеводе при его рубцовом сужении, так называемая пластика пищевода. Благодаря проведенным научным исследованиям и внедрению новых способов в области хирургии пищевода, центру удалось значительно снизить смертность и частоту осложнений при заболевании и травмах органа.

В 1980 г. впервые в Казахстане было организовано и создано специализированное отделение, которое начало заниматься проблемами хирургии печени. Научная тематика отдела была направлена на разработку новых и усовершенствование существующих способов хирургического лечения заболеваний печени, желчнокаменной болезни, осложненной желтухой, постхолецистэктомических синдромов, эхинококкоза, разработку способов реконструктивной и восстановительной хирургии желчевыводящих путей, хирургического лечения очаговых и диффузных заболеваний печени, поджелудочной железе.

Несмотря на трудности переходного периода вследствие развала СССР и трудного экономического положения первых лет независимости Казахстана, коллектив центра проводил большую исследовательскую работу по развитию трансплантологии в Казахстане.

В 1991 г. впервые в республике была проведена ауто трансплантация поджелудочной железы при первичном хроническом панкреатите на основе проведенных центром экспериментальных исследований. В 1994 г. была выполнена пересадка островковых клеток поджелудочной железы для лечения сахарного диабета.

Центром проведены всесторонние экспериментальные и клинические исследования по изучению возможности трансплантации гепатоцитов плода человека для лечения цирроза печени. В 1996 г. впервые в Казахстане была выполнена операция по гетеротопической аллотрансплантации печени.

Внедрение новых технологий и разработок позволило центру первыми в Казахстане начать проводить операции резекции печени, лапароскопического удаления желчного пузыря, кист яичника, аппендэктомии и др. В последующем, в течение ряда лет, эти бескровные и малоинвазивные технологии сотрудниками центра успешно внедрялись в регионах Казахстана. Наряду с развитием лапароскопической хирургии, с 1997 г. впервые в Казахстане стала развиваться эндовидеоскопическая хирургия в гинекологии.

Дальнейшее развитие получила и кардиохирургическая служба Казахстана. При операции на сердце впервые в стране внедрялись методы протезирования клапанов сердца в условиях искусственного кровообращения и различные варианты умеренной и углубленной гипотермии, внедряются способы закрытой митральной комиссуротомии. Исследовались и внедрялись способы хирургического лечения врожденных пороков сердца. Впервые в Казахстане стали оказывать кардиохирургическую помощь детям до трехлетнего

возраста. Проводились исследования по хирургическому лечению врожденных пороков сердца, осложненных высокой легочной гипертензией.

Развивалась и служба сосудистой хирургии. Коллективом проводились работы по исследованию проблем диагностики и оперативного лечения заболеваний аорты и ее ветвей. Впервые в Казахстане исследовались возможности использования синтетических протезов и биотрансплантатов в реконструктивной хирургии сосудов. Впервые в республике проведена реконструкция брахиоцефальных ветвей аорты экстраплевральным доступом. Разработаны и внедрены способы хирургического лечения коарктации аорты, сочетанных, окклюзионных поражений торакоабдоминальной аорты и артерий конечностей. Изучали проблемы хирургического лечения злокачественных и симптоматических артериальных гипертензий, различных форм аневризм и артериовенозных свищей, посттромбофлебитического синдрома, синдрома выхода из грудной клетки.

В центре в 1983 г. впервые была создана группа микрохирургии, а в 1986 г. было организовано первое в Казахстане отделение микрохирургии. Наряду с традиционной ангиохирургией, впервые в Казахстане использовались методы микрохирургии, позволяющие восстановить трудоспособность обреченных на инвалидность пациентов.

Большим вкладом в отечественную науку и практику стали исследования в области торакальной и легочной хирургии. Научные исследования этого периода развития центра были направлены на разработку и внедрение в клиническую практику современных методов диагностики и лечения хирургических заболеваний легких и плевры. В отделении торакальной хирургии изучались различные виды сложных реконструктивных операций на трахее и крупных бронхах, экстирпация бронхов с сохранением легочной паренхимы и сосудов легких, по оперативному лечению двусторонних поражений легких.

Проводились исследования диагностических возможностей рентгенологической, эндоскопической, электрофизиологической, радиоизотопной, эндоваскулярных методов для оценки показаний и противопоказаний к операциям на легких, методов интраоперационной диагностики. За разработку методов лечения и диспансеризации больных с хроническими неспецифическими заболеваниями легких и плевры, пищевода и средостения, фундаментальные исследования в области изучения причин развития и лечения «легочного сердца» ученым института присуждена Государственная премия КазССР в области науки и техники (за 1988 г.).

Развитие возможностей анестезиологического обеспечения, внедрение технологии бескровных и малоинвазивных операций и укорочение времени, затрачиваемое на выполнение вмешательства, позволило центру выработать технику и условия выполнения одномоментных операций. Применение одномоментных операций позволило значительно сократить сроки лечения и реабилитации больных.

Начиная с 1999 г. впервые в Казахстане центром были внедрены новые малоинвазивные методы исследования: магнитно-резонансная ангиография и магнитно-резонансная холангиопанкреатография, позволяющие получить прямые изображения кровеносных сосудов и желчевыводящих путей. Получили развитие методы трансэзофагеальной, трансвагинальной, трансректальной и интраоперационной сонографии, пункционные исследования под контролем ультразвука. Центр изучал возможности выполнения чрескожных пункционных способов лечения непаразитарных кист печени и механической желтухи под контролем УЗИ и КТ. Коллектив центра исследовал эхопризнаки экзофитных, эндофитных и смешанных форм рака желудка, проводил систематизацию ультразвуковой картины язвенной болезни желудка и полипов желудка, дуплексного исследования артерий и венных сосудов конечностей, шейной области, брюшной полости и малого таза. Разработаны способы ультразвуковой диагностики дегенеративных изменений мышц-разгибателей после повреждений лучевого, малоберцового нервов, комплексной диагностики лимфедемы нижних конечностей, методика эхографии трансплантата, ренографии и ангионефросцинтиграфии до и после пересадки почки, динамической эзофагосцинтиграфии.

К началу 2000 годов благодаря внедрению новых техник и технологий институт приобрел роль признанного в республике и за его пределами научно-практического специализированного центра. Коллектив проводил большие экспериментальные и клинические исследования по проблемам лечения желчекаменной болезни и его осложнений, ятрогенным повреждениям желчных путей, постхолецистэктомическим синдромам, очаговым и диффузным заболеваниям печени и поджелудочной железы.

Много сил и внимания центром уделялось проблеме диагностики и лечения механической желтухи. Коллективом изучались и разрабатывались способы малоинвазивных и пункционных способов лечения, реконструктивных и восстановительных операций на желчных путях.

Большая исследовательская работа была проведена изучению способов лечения осложненного и неосложненного эхинококкоза печени. Центр проводил исследования по использованию различных способов обработки остаточных полостей с использованием лазера, электрических, плазменных и криогенных технологий, были разработаны и усовершенствованы методы их проведения.

Центр одним из первых в Казахстане начал исследования по проблемам лечения циррозов печени у взрослых и детей. Коллектив центра проводил исследования по разработке различных шунтирующих операции, способов макро- и микротуннелирования печени, возможностей использования клеточных технологий для лечения цирроза печени.

Большой объем исследований был посвящен изучению и внедрению резекционных и реконструктивно-пластических операций при заболеваниях поджелудочной железы, начиная с использования малоинвазивных способов и до объемных реконструктивно-восстановительных вмешательств. Активно внедрялись лапароскопические технологии в хирургию.

В 2010 г. Постановлением Правительства РК Национальный научный центр хирургии им. А.Н. Сызганова реорганизован в акционерное общество.

В настоящее время под руководством талантливого казахстанского ученого-хирурга, доктора медицинских наук, профессора, академика НАН РК Б.Б. Баймаханова центр продолжает научные исследования по всем актуальным направлениям хирургии, развивая международное научное сотрудничество и подготовку кадров.

Коллектив уделяет много внимания исследованиям проблем диагностики и лечения заболеваний печени, желчных путей, поджелудочной железы пищевода, желудка и органов средостения. Современные возможности научно-технического прогресса позволили центру решать задачи по развитию реконструктивной и восстановительной хирургии желчных путей, лечения очаговых и диффузных заболеваний печени, оперативного лечения заболеваний двенадцатиперстной кишки, воспалительных и кистозных, доброкачественных и злокачественных заболеваний поджелудочной железы и Фатерова сосочка, эндоскопической и малоинвазивной хирургии гепатопанкреатодуоденальной зоны.

Особое внимание уделяется развитию трансплантологической службы в республике. Достиженные результаты по количеству ежегодно проводимых операций трансплантации печени и почек, а также показателям послеоперационных осложнений и выживаемости трансплантата позволили институту стать признанным международным трансплантологическим сообществом специализированным научно-практическим центром.

В последние годы центр проводит исследования по развитию программы детской трансплантации печени и почек при врожденных пороках развития и заболеваниях. В 2019 г. впервые в Казахстане в центре была выполнена родственная трансплантация печени у детей до одного года жизни с врожденными пороками развития печени.

Научно-практические исследования центра направлены на:

- разработку малоинвазивных методов диагностики и лечения заболеваний печени, органов желудочно-кишечного тракта и эндокринной системы, комплексное лечение рака печени, включая трансартериальную химиоэмболизацию, термоабляцию и резекцию печени;
- разработку способов комбинированного лечения рака поджелудочной железы;
- развитие методов трансплантации почки от живого родственного донора и от донора со смертью мозга;
- развитие методов трансплантации печени от живого родственного донора у взрослых и от живого родственного донора у детей;
- изучение современных и малоинвазивных методов диагностики и лечения эхинококкоза печени.

В течение 75 лет деятельности Национальный научный центр хирургии им. А.Н. Сызганова был и остается флагманом отечественной хирургической школы по многим направлениям и службам: сердечно-сосудистой хирургии, торакальной хирургии, хирургии пищевода и желудка, гепатопанкреатобилиарной хирургии, реконструктивной и пластической микрохирургии.

Продолжается подготовка научных кадров в докторантуре, магистратуре и резидентуре. Специалисты со всех регионов Казахстана и зарубежья приезжают на циклы повышения квалификации.

В стенах центра продолжают трудиться много лет работавшие в институте заслуженные врачи и профессора: О.Д. Даирбеков, Ш.Ш. Жураев, М.А. Сейсембаев, Е.М. Миербек, Г.А. Алдангарова.

В строю на рабочем месте работают принятые на работу А.Н. Сызгановым и Г.К. Ткаченко более 40 лет назад врачи: Л.Х. Адильгереева, А.А. Башикова и Г.И. Исраилова.

Центр поддерживает тесные контакты со многими научными учреждениями зарубежных стран и обменивается опытом с учеными Германии, Италии, Нидерландов, Японии, Кореи, Индии, России, Украины, Беларуси, Киргизии, Узбекистана, Таджикистана и Армении.

Сегодня в Национальном научном центре хирургии им. А.Н. Сызганова работает около 700 человек, из них 130 врачей и 350 среднего и младшего медицинского персонала, которые продолжают не только проводить самые высокотехнологичные операции, но и проводят научные исследования по самым актуальным темам хирургии и активно участвуют в подготовке квалифицированных медицинских кадров для практического здравоохранения Казахстана.

Памяти ученого

Айтхожина Нагима Абеновна (22.02.1946-10.11.2020гг.)

Министерство образования и науки Республики Казахстан, Комитет науки и коллектив Института молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина с прискорбием сообщают о скоропостижной кончине на 75-м году жизни академика НАН РК Айтхожиной Нагимы Абеновны.

Н.А. Айтхожина является основателем молекулярной генетики, молекулярной медицины, космической биологии и биотехнологии, этногеномики и палеогеномики в Казахстане, организатор и первый заведующий лаборатории генома, в которой были развиты новые для Казахстана направления исследований - геном человека, растений и микроорганизмов. Автор более 200 научных трудов.

Айтхожина Н.А. родилась 22 февраля 1946 года в г. Петропавловске. В 1969 году окончила Казахский Государственный университет им. С. М. Кирова. В 1974 году защитила кандидатскую диссертацию, а в 1990 году - докторскую диссертацию.

Вся научная, научно-организационная и педагогическая деятельность Айтхожиной Н.А. связана сначала с Институтом ботаники АН КазССР и после организации в 1983 году на базе его биохимических лабораторий нового Института - с Институтом молекулярной биологии и биохимии АН КазССР (НАН РК, МОН РК). С 1988 по 2019 годы она являлась директором Института молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина.

В 1996 году принимая во внимание выдающиеся научные достижения, Айтхожина Н.А. была избрана академиком-секретарем отделения биологических и медицинских наук Национальной Академии наук Республики Казахстан. В 1999 году приказом Президента Республики Казахстан Назарбаева Н.А. Нагима Абеновна назначена Президентом Академии наук.

Айтхожина Н.А. была членом ВНТК при Правительстве РК, председателем биологической секции Фонда фундаментальных исследований при Правительстве Республики Казахстан, членом научно-технического совета и экспертом проектов Всесоюзной программы «Приоритетные проблемы генетики», г. Москва, членом Межведомственного научного совета по приоритетным направлениям физико-химической биологии и биотехнологии Госкомитета по науке и технике при Совете Министров СССР, г. Москва, членом коллегии МОН РК. Председатель казахстанского отделения Международного общества по молекулярной биологии и биохимии (IUBMB), международный эксперт по программе «INTAS». Депутат Верховного Совета СССР.

Она всегда стремилась к тому, чтобы в нашей стране развивались исследования по современным научным направлениям, потому с присущей ей щепетильностью относилась к отбору статей, будучи Главным редактором журнала Доклады НАН РК, членом редакционной коллегии журнала «Вестник МОН - НАН РК», членом редакционного совета журнала «Молекулярная биология» РАН.

За заслуги перед государством и значительный вклад в социально-экономическое и культурное развитие страны в 2001 году Айтхожина Н.А. награждена орденом «Парасат», за особые заслуги в государственной, производственной, научной, социально-культурной и общественной деятельности в 2011 году награждена орденом «Барыс» III степени, Почетной грамотой Республики Казахстан за активное участие в обеспечении научной программой космического корабля «Союз ТМ-13» с международным экипажем (1992г.), серебряной медалью Международной выставки «Эврика» (Брюссель, 1993г.). В 2002 году удостоена независимой высшей премии «Платиновый Тарлан» за вклад в науку. Награждена нагрудным знаком – За заслуги в развитии науки Республики Казахстан, также неоднократно отмечена Почетными грамотами АН КазССР, МОН-АН РК, НАН РК, МОН РК за плодотворную работу и вклад в развитие науки Казахстана.

Выражаем глубокие соболезнования родным и близким академика Национальной Академии наук Республики Казахстан Нагимы Абеновны Айтхожиной.



*Институт молекулярной биологии и биохимии
им. М.А. Айтхожина КН МОН РК*

МАЗМҰНЫ

Егін шаруашылығы, өсімдік шаруашылығы және зоотехникадағы биотехнология

<i>Малахова Н.П., Скиба Ю.А., Мальцева Э.Р., Исакова Г.А., Найзабаева Д.А., Тезекбаева Б.К., Бисенбай А.О., Тойбаева К.А., Исмагулова Г.А.</i> Биобаллистикалық трансформациядан кейін бидай линияларына енгізілген Хитиназа генінің тұрақтылығын бағалау.....	5
<i>Малахова Н.П., Скиба Ю.А., Мальцева Э.Р., Исакова Г.А., Тезекбаева Б.К., Исмагулова Г.А., Низкородова А.С.</i> Цисгенді биобаллистикалық трансформация әдісін қолдану арқылы картоптың фитопфторозға төзімді жақсартылған белгілері бар картоп формаларын алу	14
<i>Сарыбай Н., Чунетова Ж.Ж., Исакова Д.М., Жумабаева Б.А., Ыргынбаева Ш., Алтыбаева Н.А., Ертаева Б.А.</i> Жұмсақ бидай сорттарынан алынған мутантты линиялардың даму типіне генетикалық талдау.....	22

Медицинадағы жалпы биология және биотехнология

<i>Исаева А.Ө., Леска Б., Успабаева А.А., Тлеужеева А.Е., Абубакирова А.</i> Жақсы қылыш және Бұға-жайлы тұзды көл микрофлорасының биологиялық әртүрлілігі.....	29
<i>Рахимбердиева Ж.Ш., Калиева А.Н., Медеуова Ғ.Д.</i> ISSR-маркерлерді қолданып, <i>Artemisia L.</i> туыс өсімдіктерін молекулалық-генетикалық талдау.....	35
<i>Утеулин К.Р., Жамбакин К.Ж.</i> Көк-сағыз тамырындағы каучук мазмұны мен орналасуы (<i>Taraxacum kok-saghyz</i> Rodin).....	42
<i>Сапарбекова А.А., Латиф А.С., Ахмедова З.Р.</i> Өсімдік шикізатынан ферменттелген сусынға арналған ашытқының белсенді штамм селекциясы.....	49
<i>Аширбеков Е.Е., Абайлоев А.О., Белкожаев А.М., Шарипов К.О., [Айтхожина Н.Ә.]</i> Қазақ әйелінде кездесетін катерлі сүт безі ісігі кезіндегі кейбір микроРНК-ның плазмалық деңгейі.....	56
<i>Саимова Р.У.</i> Оңтүстік-шығыс қазақстан агроландшафтарындағы барылдауық қоңыздардың (<i>Coleoptera, Carabidae</i>) таксондық құрамы.....	65
<i>Насиев Б.Н.</i> Судан шөбінің азық дақылдарымен перспективалы аралас егістігі.....	73

Экология

<i>Кенжетасов Г.Ж., Сырлыбекқызы С., Жидебаева А.Е., Волкова И.В.</i> «Каспий-цемент» цемент зауыты аумағында биоәртүрлілік дерекқорын құруға арналған зерттеулер.....	81
<i>Кенжетасов Г.Ж., Сырлыбекқызы С., Тайжанова Л.С.</i> «Caspi bitum» ЖШС ағынды су буландырғыш тоғанының жай-күйін бағалау.....	88
<i>Мусаева Ж.К., Мусаев Е.К., Койбакова С.Е., Сырлыбекқызы С.</i> Каспий теңізінің ортасынан бөлінген көмірсутегі бар микроорганизмдерді сәйкестендірудің қазіргі заманғы әдістерін пайдалану.....	96

Агроөнеркәсіптік кешен

<i>Атақұлов Т., Әліпбеков Н., Сманов А., Қалымбетов У.</i> Алматы облысының тозған топырағында май бұршақ өсірудің ресурс үнемдейтін технологиялары.....	103
<i>Жуманов К. Ж., Баймуқанов А.Д.</i> Қазақстандық популяциялық голштин қарала сиыр малының сүт өнімділігі.....	109
<i>Мұстафаев Ж.С., Сагаев А.А., Алимбаев А.Н., Пчелкин В.В.</i> Көпқызыметтік гидроагроландшафттық жүйені Құрудың негізгі қағидасы.....	115

Мерейтой

<i>Медеубеков У.Ш., Баймаханов Б.Б., Сағатов И.Е., Абубакирова А.Т.</i> А.Н. Сызғанов атындағы ұлттық ғылыми хирургия орталығының даму тарихынан (75 жылдығына орай)	124
--	-----

Ғалым туралы естелік

<i>Айтхожина Нагима Абеновна (22.02.1946-10.11.2020 жж.)</i>	129
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Биотехнология в земледелии, растениеводстве и зоотехнике

<i>Малахова Н.П., Скиба Ю.А., Мальцева Э.Р., Исакова Г.А., Найзабаева Д.А., Тезекбаева Б. К., Бисенбай А.О., Тойбаева К.А., Исмагулова Г.А.</i> Оценка стабильности встроенного гена Хитиназы в линиях пшеницы после биобаллистической трансформации.....	5
<i>Малахова Н.П., Скиба Ю.А., Мальцева Э.Р., Исакова Г.А., Тезекбаева Б.К., Исмагулова Г.А., Низкородова А.С.</i> Применение метода цисгенной биобаллистической трансформации для получения новых форм картофеля с улучшенными признаками устойчивости к фитофторозу	14
<i>Сарыбай Н., Чунетова Ж.Ж., Исакова Д.М., Жумабаева Б.А Ыргынбаева Ш., Алтыбаева Н.А., Ертаева Б.А.</i> Генетический анализ типов развития мутантных линий от сортов мягкой пшеницы.....	22

Общая биология и биотехнология в медицине

<i>Исаева А.У., Леска Б., Успабаева А.А., Тлеукеева А.Е., Абубакирова А.</i> Биоразнообразие микрофлоры соленых озер Джаксы-кльч и Бугажайлы.....	29
<i>Рахимбердиева Ж.Ш., Калиева А.Н., Медеуова Ф.Д.</i> Молекулярно-генетический анализ растений рода <i>Artemisia L.</i> С использованием ISSR-маркеров.....	35
<i>Утеулин К.Р., Жамбакин К.Ж.</i> Содержание и локализация каучука в корнях Кок-сагыза (<i>Taraxacum kok-saghyz Rodin</i>).....	42
<i>Сапарбекова А.А., Латиф А.С., Ахмедова З.Р.</i> Селекция активных штаммов дрожжей для ферментативных напитков из растительного сырья.....	49
<i>Аширбеков Е.Е., Абайлдаев А.О., Белкожаев А.М., Шарипов К.О., Айтхожина Н.А.</i> Плазменные уровни некоторых микроРНК при раке молочной железы в казахской популяции.....	56
<i>Саимова Р.У.</i> Таксономический состав жуужелиц (<i>Coleoptera, Carabidae</i>) в агроландшафтах юго-восточного Казахстана.....	65
<i>Насиев Б.Н.</i> Перспективные смешанные посевы суданской травы с кормовыми культурами	73

Экология

<i>Кенжетасов Г.Ж., Сырлыбеккызы С., Жидебаева А.Е., Волкова И.В.</i> Исследования для создания базы данных биоразнообразия в районе цементного завода «Каспий-цемент».....	81
<i>Кенжетасов Г.Ж., Сырлыбеккызы С., Тайжанова Л.С.</i> Оценка состояния пруда-испарителя сточных вод ТОО «Caspi bitum»	88
<i>Мусаева Ж.К., Мусаев Е.К., Койбакова С.Е., Сырлыбеккызы С.</i> Использование современных методов идентификации углеводородосодержащих микроорганизмов, выделенных из морской среды Каспия.....	96

Агропромышленный комплекс

<i>Атакулов Т., Алипбеков Н., Сманов А., Калымбетов У.</i> Ресурсосберегающие технологии возделывания сои на деградированных почвах Алматинской области.....	103
<i>Жуманов К. Ж., Баймуханов А.Д.</i> Молочная продуктивность коров голштинского чёрно-пёстрого скота казахстанской популяции.....	109
<i>Мустафаев Ж.С., Сагаев А.А., Алимбаев Е.Н., Пчелкин В.В.</i> Основные принципы конструирования многофункциональных гидроагроландшафтных системы.....	115

Юбилейные даты

<i>Медеубеков В.Ш., Баймаханов Б.Б., Сагатов И.Е., Абубакирова А.Т.</i> Из истории развития национального научного центра хирургии им. А.Н. Сызганова (к 75-летию со дня основания)	124
---	-----

Памяти ученого

<i>Айтхожина Нагима Абеновна (22.02.1946-10.11.2020 гг.)</i>	129
--	-----

CONTENTS

Biotechnology in agriculture, crop production and zootechnics

<i>Malakhova N.P., Skiba Y.A., Maltseva E.R., Iskakova G.A., Naizabayeva D.A., Tezekbayeva B. K., Bissenbay A.O., Toibayeva K.A., Ismagulova G.A.</i> Assessment of the integrated Chitinase gene stability in wheat lines after bioballistic transformation.....	5
<i>Malakhova N.P., Skiba Y.A., Maltseva E.R., Iskakova G.A., Tezekbayeva B. K., Ismagulova G.A., Nizkorodova A.S.</i> Cisgenic biolistic transformation for obtaining new forms of potatoes with improved resistance to late blight	14
<i>Sarybay N., ChUNETOVA Zh. Zh., Iskakova D. M., Zhumabaeva B.A., Argynbaev Sh., Altybaeva N.A., Ertayeva B. A.</i> Genetic analysis of the types of development of mutant lines from common wheat varieties.....	22

General biology and biotechnology in medicine

<i>Issayeva A. U., Leska B., Uspabaeva A.A., Tleukeeva A.Ye., Abubakirova A.</i> Biodiversity of the microflora of the salt lakes Dzhaksy-klych and Buga-dzhaily	29
<i>Rakhymberdieva Zh.Sh., Kaliyeva A.N., Medeuova G.D.</i> Molecular genetic plant analysis, <i>Artemisia L.</i> Genus, with ISSR-markers.....	35
<i>Uteulin K.R., Zhambakin K.Zh.</i> Table of contents and localization of rubber In the roots of Kok-saghyz (<i>Taraxacum kok-saghyz Rodin</i>).....	42
<i>Saparbekova A.A., Latif A.S., Ahmedova Z.R.</i> Selection of active yeast strains for fermented beverages from plant materials.....	49
<i>Ashirbekov Y.Y., Abaildayev A.O., Belkozhayev A.M., Sharipov K.O., Aitkhozhina N.A.</i> Plasma levels of some microRNA in breast cancer in the kazakh population.....	56
<i>Saimova R.U.</i> Taxonomic composition of ground beetles (<i>Coleoptera, Carabidae</i>) in agricultura landscapes of south-east Kazakhstan.....	65
<i>Nasiyev B.N.</i> Promising mixed crops of sudan grass with forage crops.....	73

Ecology

<i>Kenzhetayev G.Zh., Syrlybekkyzy S., Zhidebayeva A.E., Volkova I.V.</i> Research to create a biodiversity database in the area of the cement plant «Caspian-cement».....	81
<i>Kenzhetayev G.Zh., Syrlybekkyzy S., Taizhanova L.S.</i> Wastewater evaporator pond assessment of «Caspi bitum» LLP.....	88
<i>Musayeva Zh.K., Musayev E.K., Koibakova S.E., Syrlybekkyzy S.</i> Use of modern methods of identification of hydrocarbon containing microorganisms isolated from the marine environment of the Caspian sea.....	96

Agro-industrial complex

<i>Atakulov T., Alipbekov N., Smanov A., Kalymbetov U.</i> Resource-saving technologies for soybean cultivation on degraded soils of the Almaty oblast.....	103
<i>Zhumanov K. Zh., Baimukanov A. D.</i> Dairy productivity of cows of the holstein black-and-white cattle of the Kazakhstan population.....	109
<i>Mustafayev Zh. S., Sagaev A. A., Alimbaev Y. N., Pchelkin V. V.</i> Basic construction principles for multi-functional hydro agrolandscape systems.....	115

Anniversary dates

<i>Medeubekov U.SH., Baimakhanov B.B., Sagatov I.E., Aubakirova A.T.</i> From the history of development of the national scientific center of surgery A.N. Syzganova (to the 75th anniversary of the foundation)	124
--	-----

Memory of the scientist

<i>Aithozhina Nagima Abenovna (22.02.1946-10.11.2020)</i>	129
---	-----

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Редакторы: *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, А. Ахметова*

Верстка на компьютере *А. М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 04.12.2020.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
8,3 п.л. Тираж 500. Заказ б.

Уважаемые авторы научных журналов НАН РК!

Президиумом НАН РК принято решение, в целях повышения международного рейтинга академических изданий, объединить следующие 3 журнала, начиная с № 5 (сентябрь-октябрь), 2020 г., с высокорейтинговыми журналами НАН РК, входящими в международные базы Scopus, WoS и др.:

1. **«Известия НАН РК. Серия биологических и медицинских наук»** объединить с журналом **«Доклады НАН РК»**;
2. **«Известия НАН РК. Серия аграрных наук»** – **«Доклады НАН РК»**;
3. **«Известия НАН РК. Серия общественных и гуманитарных наук»** – с журналом **«Вестник НАН РК»**.

Статьи, которые публиковались в журналах **«Известия НАН РК. Серия биологических и медицинских наук»** и **«Известия НАН РК. Серия аграрных наук»**, впредь будут публиковаться в журнале **«Доклады НАН РК»**, а статьи, публикуемые в журнале **«Известия НАН РК. Серия общественных и гуманитарных наук»**, – в журнале **«Вестник НАН РК»**.

При подаче статей просим указывать название журнала и отрасль науки, согласно представленного перечня (см. ниже) в данном журнале:

I. Научный журнал **«Вестник НАН РК»** посвящен исследованиям фундаментальной науки (гуманитарные и естественные):

Редакционная коллегия принимает статьи по следующим отраслям науки:

1. Гуманитарные (экономика, юриспруденция, история и археология, политология и социология, философия, филология, педагогика и психология, литературоведение, искусствоведение)
2. Естественные (астрономия, физика, химия, биология, география и технические науки). Примеры технических наук: космонавтика, кораблестроение, машиностроение, системотехника, электротехника, электросвязь, радиоэлектроника, ядерная энергетика и т.д.

Адрес сайта **«Вестник НАН РК»** – <http://www.bulletin-science.kz/index.php/en/archive>

II. Научный журнал **«Доклады НАН РК»** посвящен исследованиям в области получения наноматериалов, биотехнологии и экологии.

Редакционная коллегия принимает статьи по следующим отраслям науки:

1. Получение наноматериалов в области естественных наук, медицины и сельского хозяйства.
2. Биотехнология в земледелии, растениеводстве и зоотехнике.
3. Общая биология и биотехнология в медицине.
4. Экология.

Адрес сайта **«Доклады НАН РК»** – <http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Кроме того, в журналах **«Известия НАН РК. Серия физико-математическая»**, **«Известия НАН РК. Серия химии и технологий»** и **«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук»** также указаны отрасли науки, по которым будут приниматься научные статьи для экспертизы и дальнейшего опубликования:

III. Научный журнал **«Известия НАН РК. Серия физико-математическая»** посвящен исследованиям в области математики, физики и информационной технологии.

Редакционная коллегия принимает статьи по следующим отраслям науки:

1. Математика.
2. Информатика.
3. Интеллектуальный анализ данных и распознавание образов.
4. Математическое моделирование социальных и экономических процессов.
5. Механика.
6. Механика машин и роботов.
7. Теория управления и космические исследования.
8. Физика.
9. Ядерная физика.
10. Теоретическая физика.
11. Астрономия.
12. Ионосфера.

Адрес сайта «**Известия НАН РК. Серия физико-математическая**» –

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

IV. Научный журнал «**Известия НАН РК. Серия химии и технологий**» посвящен исследованиям в области химии и технологий новых материалов.

Редакционная коллегия принимает статьи по следующим отраслям науки:

1. Органическая химия.
2. Неорганическая химия.
3. Высокомолекулярные соединения.
4. Физическая химия (катализ, электрохимия).
5. Технология новых материалов.
6. Технология органических веществ.
7. Технология неорганических веществ.
8. Технология химических удобрений.
9. Технология полимерных и строительных материалов и силикаты.
10. Технология пищевых продуктов.
11. Фармацевтическая химия.

Адрес сайта «**Известия НАН РК. Серия химии и технологии**» –

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

V. Научный журнал «**Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук**» посвящен исследованиям в области геологии и технических наук:

Редакционная коллегия принимает статьи по следующим отраслям науки:

1. Геология.
2. Региональная геология.
3. Петрология.
4. Геология нефти и газа.
5. Геология и генезис рудных месторождений.
6. Гидрогеология.
7. Горное дело и геомеханика.
8. Фундаментальные проблемы обогащения минерального сырья.
9. Инженерная геология.
10. Геофизика и сейсмология.
11. География.

Адрес сайта «**Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук**» –

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/archive>