

ISSN 1563-0218; eISSN 2617-7498

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

# ХАБАРШЫ

Биология сериясы

---

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

# ВЕСТНИК

Серия биологическая

---

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

# EXPERIMENTAL BIOLOGY

---

№4 (89)

Алматы  
“Қазақ университеті”  
2021



ISSN 1563-0218; eISSN 2617-7498

# ХАБАРШЫ

БИОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №4 (89) желтоқсан



04. 05. 2017 ж. Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникация министрлігінде тіркелген

Қуәлік № 16494-Ж

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады  
(наурыз, маусым, қыркүйек, желтоқсан)

## ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Сапарғалиева Н.С., б.ғ.к., аға оқытушы (Қазақстан)  
e-mail: bb.kaznu.kz@gmail.com

## РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

**Бисенбаев А.Қ.**, б.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі (ғылыми редактор) (Қазақстан)  
**Бекманов Б.О.**, б.ғ.к., доцент (ғылыми редактордың орынбасары) (Қазақстан)  
**Төлеуханов С.Т.**, б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
**Айташева З.Г.**, б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
**Кистаубаева А.С.**, б.ғ.к. (Қазақстан)  
**Ивашенко А.Т.**, б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
**Мухитдинов Н.М.**, б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
**Нургазин С.Т.**, б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
**Турусбеков Е.К.**, б.ғ.к., қауымдастырылған профессор (Қазақстан)

**Омаров Р.Т.**, PhD (Қазақстан)  
**Искаков Б.К.**, б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
**Сарбасов Д.**, PhD, профессор (АҚШ)  
**Орынбаева З.**, PhD, профессор (АҚШ)  
**Курмашева Р.Т.**, PhD (АҚШ)  
**Сапарбаев М.**, PhD, профессор (Франция)  
**Ищенко А.**, PhD (Франция)  
**Лось Д.**, б.ғ.д., профессор (Ресей)  
**Ташев А.Н.**, профессор (Болгария)

## ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

Смекинов Изат, PhD (Қазақстан)

Журнал материалдарында ауқымды биологиялық мәселелері – ғылыми шолу, теориялық және эксперименталдық зерттеулердің нәтижелері қарастырылады.

Мақалалар биологияның келесі бөлімдері бойынша жарияланады: ботаника, биотехнология, биохимия, өсімдіктер физиологиясы, генетика және молекулалық биология, клеткалық биология, биофизика, адам және жануарлар физиологиясы, зоология және ихтиология, цитология және гистология, микробиология және вирусология.



РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС  
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ  
**Science Index**



## Жоба менеджері

Гульмира Шаккозова  
Телефон: +7 701 724 2911  
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

## Редакторлары:

Гульмира Бекбердиева  
Агила Хасанқызы

## Компьютерде беттеген

Айгүл Алдашева

## ИБ №

Пішімі 60x84/16. Көлемі 0 б.т. Тапсырыс № 0.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің  
“Қазақ университеті” баспа үйі.  
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.  
“Қазақ университеті” баспа үйінің баспаханасында  
басылды.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2021

**ШОЛУ МАҚАЛАСЫ**



**REVIEW ARTICLES**



**ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ**

S.Sh. Atavliyeva , P.V. Tarlykov\* 

M. Republican State Enterprise «National Center for Biotechnology» under the Science Committee of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan, Nur-Sultan

\*e-mail: tarlykov@biocenter.kz

## PALEOPROTEOMICS STUDIES OF ANCIENT *CAPRINAE*: A REVIEW

In the Neolithic era, people began to graze sheep and goats primarily due to easier access to meat, milk, and fleeces. Thus, in ancient times, *Caprinae* were the key animals in the development of early domestication and agriculture. The analysis of ancient proteins of *Caprinae* from paleontological and archeological materials reveals new data on their migration, complements research on the diet of ancient people, their culture, and habits. Here, we discuss paleoproteomics methods, such as matrix-assisted laser desorption/ionization with time-of-flight mass analyzer (MALDI-TOF MS) and liquid chromatography with tandem mass spectrometry (LC-MS / MS). We will also consider the most important discoveries in the field of the study of ancient sheep and in which direction the paleoproteomics of *Caprinae* will develop in the near future. In addition, general recommendations for analyzing data from ancient proteins are considered, for example, programs and requirements for databases. We will consider the main search algorithms in proteomics, as well as identify effective ones for identifying peptides and proteins. It also describes the commonly used ancient protein targets, and the basic principles of working with ancient samples. In addition, this review describes the main research conducted on ancient *Caprinae* of ancient proteins such as collagen, keratin, and milk proteins.

**Key words:** ancient protein, paleoproteomics, *Caprinae*.

С.Ш. Атавлиева, П.В. Тарлыков\*

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті  
«Ұлттық биотехнология орталығы» республикалық мемлекеттік кәсіпорны, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

\*e-mail: tarlykov@biocenter.kz

### Ежелгі *Caprinae* палеопроотеомдық зерттеулері: шолу

Неолит дәуірінде адамдар қой мен ешкілерді алдымен ет, сүт және жүнге оңай қол жеткізуге болатындықтан баға бастады. Осылайша, ежелгі уақытта *Caprinae* ерте қоныстану мен егіншіліктің дамуындағы негізгі жануарлардың бірі болған. Палеонтологиялық және археологиялық материалдар бойынша *Caprinae* ежелгі ақуыздарын талдау олардың көші-қоны туралы жаңа мәліметтер ашады, ежелгі адамдардың тамақтану рационы, мәдениеті мен әдеттерін зерттеуді толықтырады. Бұл мақалада палеопроотеомика әдістерін талқылаймыз, сондай-ақ, матрицалық белсендірілген лазерлік десорбция/уақыт аралығының масс-анализаторымен иондану (MALDI-TOF MS) және тандем масс-спектрометриясы бар сұйық хроматография (LC-MS/MS). Сондай-ақ, ежелгі қойларды зерттеу саласындағы маңызды жаңалықтарды және *caprinae* палеопроотеомикасы жақын арада қандай бағытта дамитынын қарастырамыз. Сонымен қатар, ежелгі ақуыздардың деректерін талдаудағы жалпы ұсыныстар қарастырылады, мысалы, бағдарламалар, алгоритмдер және мәліметтер базасына қойылатын талаптар. Сонымен қатар, протеомикадағы негізгі іздеу алгоритмдерін сипаттап, пептидтер мен ақуыздарды талдау үшін олардың тиімдісін анықтаймыз. Бұл мақалада біз палеопроотеомиканың әдістерін, ежелгі таралған ақуыз субстраттарын және ежелгі үлгілермен жұмыс істеудің негізгі принциптерін талқылаймыз. Сонымен қатар, бұл шолу коллаген, кератин және сүт ақуыздары сияқты ежелгі *Caprinae* ақуыздарының негізгі зерттеулерін сипаттайды.

**Түйін сөздер:** ежелгі ақуыздар, палеопроотеомика, *Caprinae*.

С.Ш. Атавлиева, П.В. Тарлыков\*

Республиканское государственное предприятие «Национальный центр биотехнологии»  
Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, Казахстан, г. Нур-Султан  
\*e-mail: tarlykov@biocenter.kz

### Палеопротеомные исследования древних *Caprinae*: обзор

В эпоху неолита люди начали пасти овец и коз, в первую очередь, из-за более легкого доступа к мясу, молоку и шерсти. Таким образом, в древние времена *Caprinae* были ключевыми животными в развитии раннего одомашнивания и земледелия. Анализ древних белков *Caprinae* по палеонтологическим и археологическим материалам открывает новые данные об их миграции, дополняет исследования рациона питания древних людей, их культуры и привычек. Здесь мы обсуждаем методы палеопротеомики, такие как матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация с времяпролетным масс-анализатором (MALDI-TOF MS) и жидкостная хроматография с тандемной масс-спектрометрией (LC-MS/MS). Также рассмотрим важнейшие открытия в области изучения древних овец и в каком направлении палеопротеомика *Caprinae* будет развиваться в ближайшее время. Дополнительно рассмотрены общие рекомендации при анализе данных древних белков, например программы и требования к базам данных. Кроме того, рассмотрим основные в протеомике поисковые алгоритмы, а также выявим эффективные из них для идентификации пептидов и белков. Также описаны древние субстраты для выделения белка и основные принципы работы с древними образцами. В этом обзоре описываются основные исследования белков древних *Caprinae*, таких как коллаген, кератин и молочные белки.

**Ключевые слова:** древние белки, палеопротеомика, *Caprinae*

#### Introduction

Research into ancient biomolecules, especially DNA and proteins, has changed our understanding of evolutionary history, animal domestication, and phylogeny. Previously, discoveries were carried out based on archaeological excavations with the analysis of living organisms and the observation of phenotypic features in the fossils. Studies of ancient biomolecules supplement and open up new knowledge, providing information on phylogeny, ancient migration, and the evolution of species.

Ancient DNA, as an object of research, has made a significant contribution to the development of archeology, complementing phenotypic research. Despite ongoing analyzes of evolutionary processes with a high level of confidence, nucleic acids are fragmented over time into increasingly shorter sequences. In this case, proteins and lipids are prioritized in studies with older samples in geographic areas that are less favorable for DNA preservation. It is worth noting that ancient proteins also undergo fragmentation over time, but compared to nucleic acids, they do this more slowly [1, 2].

Over the past two decades, with the advent of highly sensitive mass spectrometry, paleoproteomics has become more and more in demand in the fields of archeology and evolutionary biology. Thus, researchers are focusing not only on ancient DNA but also on ancient proteins. The coverage of tissues and substrates for protein extraction is quite

wide and includes bones, dentin, enamel, tartar, horns, eggshells, skin and soft tissues, various food residues, and ceramics [2]. This difference in objects in ancient samples is interesting for the analysis of complex mixtures of proteins produced by an individual organism (proteome) or a group of organisms (metaproteome) [3, 1].

In this review, we describe the main research methods used to study ancient proteins, substrates for protein isolation, characterization of ancient proteins, and summarize data processing and data interpretation. Then we will consider the most important discoveries in the field of the study of ancient sheep, and in which direction the paleoproteomics of *Caprinae* will develop soon.

#### Methods in paleoproteomics

The study of ancient proteins using mass spectrometry dates back to 2000 when osteocalcin from ancient bone was discovered [4]. Until this time, attempts to sequence proteins have been unsuccessful. The Edman sequencing method available at that time turned out to be unsuitable for ancient proteins since this method required samples with a high concentration, unmodified and purified – such conditions are incompatible with ancient biomolecules proteins [5].

The application of mass spectrometry in proteomics is quite wide, the principle is that molecules are ionized and identified by their mass-to-charge

ratio ( $m/z$ ). As a result, mass spectra are obtained in the form of graphs of the relative content of ions in the sample to their  $m/z$  values [6]. Currently, paleoproteomic studies are mainly carried out using two mass spectrometry methods: matrix-based laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) and liquid chromatography with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). These methods are based on the presence and detection of single amino acid polymorphisms (SAP) between homologous protein sequences of different genera, species, or populations. Variations in the protein sequence occur at the genome level from single nucleotide polymorphisms (SNPs) in the gene encoding the protein. This SAP becomes the key for phylogenetic analysis of ancient proteins. Thus, the relationship between the proteome and the genome is traced in evolutionary research in the taxonomic analysis [2].

Figure 1 shows the main differences between the MALDI-TOF MS and LC-MS/MS methods. Thus, using MALDI-TOF MS, one can only get an idea of the total mass of individual peptides in the analyte, while LC-MS/MS determines the exact amino acid sequence of the peptides. Both methods have their limitations and application features, which will be discussed below [2].

#### MALDI-TOF MS

The MALDI-TOF MS method is widely used for peptide mass fingerprinting (PMF), based on species identification by comparing the peptide profile of an unknown sample with the masses of known peptides. The peptide profile results from enzymatic cleavage by proteases such as trypsin [7].

The initial application of this approach to ancient fauna fossils was phylogenetic identification based on collagen peptide mass fingerprinting (CPMF) [8]. The method, also called ZooMS (Zooarchaeology by Mass Spectrometry), aims to identify the trypsin-digested collagen protein or other proteins, using MALDI-TOF MS to measure the mass-to-charge ratio ( $m/z$ ). This method is generally similar to DNA fingerprinting, and trypsin, like a restriction enzyme, cuts molecules into fragments. Therefore, CPMF is not suitable for examining tissues that do not contain COL1 or are present in small amounts. In skin, bones, dentin, and horns, COL1 is a key protein and can be preserved in fossils about 600,000 years ago. The protein consists of two alpha-1 chains of type I collagen (COL1a1) and one alpha-2 chain

of collagen type I collagen (COL1a2), which twist on top of each other to form a triple helix [2, 9]. By measuring the  $m/z$  of individual COL1 peptides, certain patterns of fragments can be obtained, which are used as a comparison, as peptide markers. The masses of homologous peptide sequences in species and genera may differ if they contain one, two, or several SAPs [2, 9].

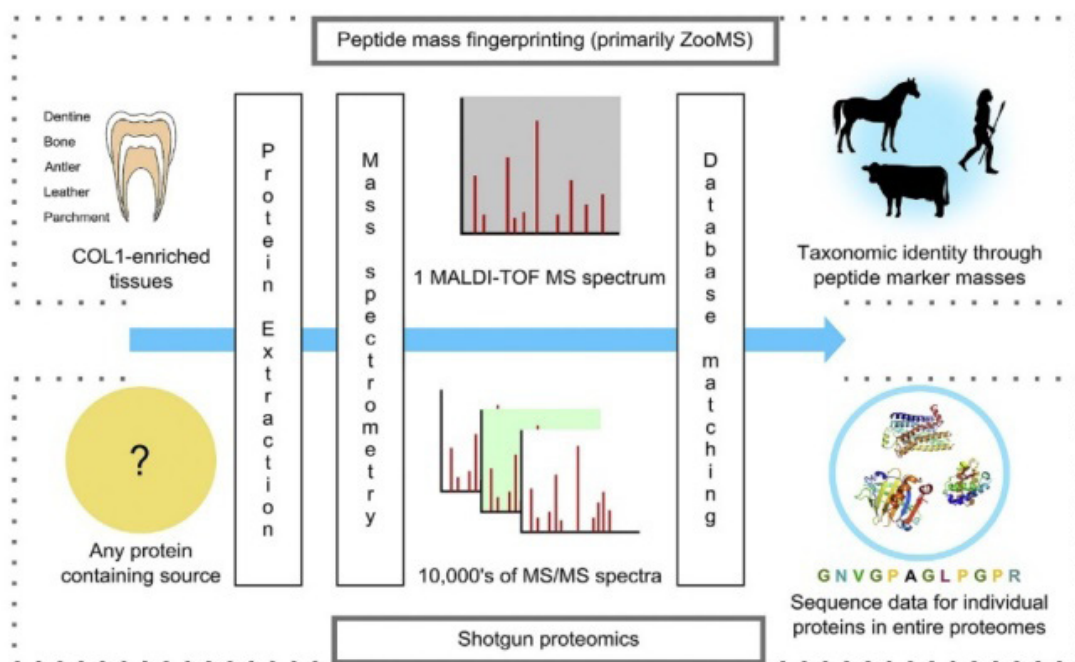
ZooMS is presented as a simple method for identifying taxa that are difficult to identify by morphological characteristics. So, using this method, identification was carried out between goats (*Capra sp.*) and sheep (*Ovis sp.*), which is difficult to accurately determine during archaeological excavations [10]. It is worth noting that other proteins (keratins, caseins) have also been studied, which makes it possible to apply PMF to other ancient tissues that do not contain collagen. New peptides detected by MALDI-TOF MS can be confirmed by LC-MS/MS.

#### LC-MS/MS

Tandem mass spectrometry allows the sequencing of whole and mixed metaproteomes. Consequently, this approach to the study of paleoproteomics is more universal and is used in a wide range of different tissues of ancient samples. For this method, one may not know in advance about the protein sequence, thus it is possible to detect new amino acid substitutions. However, it should be kept in mind that ancient proteomes are not numerous and when loading a sample into the device, only a part is identified, therefore the device settings should be adapted more towards the sensitivity of the device [1, 2].

Shotgun proteomics was originally based on the study of the COL1 protein, but over time the spectrum expanded to include whole proteomes. This method made a significant contribution to the study of extinct organisms, amino acid sequences were obtained based on which a phylogenetic reconstruction of evolutionary relationships with other extinct and currently existing organisms was carried out [11, 12].

Thus, LC-MS/MS also opens up the possibility of phylogenetic analysis of species whose DNA has not been preserved, and ancient proteins are available for study. Nowadays, towards the analysis of the amino acid sequence of ancient proteomes, shotgun proteomics expands the possibilities in the study of various modifications of proteins *in vivo* [2].



**Figure 1** – Differences between MALDI-TOF MS (PMF) and LC-MS/MS (shotgun proteomics) workflows applied to study ancient proteins [2]

### Types of biomaterial

Similar to the study of ancient DNA, the main protein materials in ancient samples are bones and teeth. Bone proteome studies have become common practice in the detection of collagen type 1 (COL1) in the case of fingerprinting of ZooMS collagen peptides [1, 2]. In terms of the qualitative composition of proteins, dentin and bone proteomes are similar, since they have a common origin from ectomesenchyme [13]. Thus, ancient dentin and bone samples contain the dominant amount of the COL1 protein [14]. A small fraction of their proteome is represented by non-collagen proteins (NCPs), such as albumin and biglycan, difficult to detect in mass spectrometry experiments. However, they contain more variations in the SAP sequence compared to collagens, thus being of phylogenetic interest [2].

To date, few studies of the enamel proteome have been carried out; it is worth noting that the studied archaeological samples are similar in composition to the enamel of modern samples, thus, it should be assumed that the enamel is well preserved over time and possibly protected from diagenetic effects [15, 16]. The enamel proteome differs significantly from bone and dentin, which contains specific proteins: amelogenins (AMELX and AMELY),

ameloblastin (AMBN), amelotin (AMTN), emelin (ENAM) and odontogenic ameloblast-associated protein (ODAM), and matrix proteases (MMP20 and KLK4). Of particular interest is the protein amelogenin, whose gene is located on the X- (AMELX) and Y-chromosome (AMELY) [17]. Thus, identification of AMELY peptides using proteomic methods allows the determination of male sex (XY), and the absence of an amino acid sequence may indicate that the sample belongs to a female body (XX). Such gender identification can be applied not only to archaeological people but also to fauna samples, which is an alternative to DNA-based sex determination [16].

Recently, paleontological research has relied on alternative sources of protein, such as cultural heritage materials or ancient tooth tartar [6, 19]. A large amount of protein is present in the mummified remains of humans and animals, as well as garments made from animal skin [20].

### Limitations and features of work with ancient proteins

Due to its high sensitivity, mass spectrometry has become a key method for the analysis of ancient proteins, despite this, standard methods of protein extraction must be modified and several recommen-

dations must be followed to effectively preserve the ancient protein at every stage of preparation [2].

When forming a collection of samples, it should be borne in mind that some types of biomaterial better preserve endogenous proteins; for example, the mineralized specimens mentioned above (bone, dental plaque, and eggshell). After choosing a sample for research, it is imperative to conduct trial experiments with a modern representative of an ancient organism and, if possible, with artificial diagenesis of the sample or less valuable ancient ones [2]. Additionally, MALDI-TOF MS can screen peptides for the degree of preservation of an ancient protein, especially before expensive LC-MS/MS analysis. Since this method is reliable for predicting the survival of proteins in fossils [21].

Contamination of ancient proteins can occur at any stage of research from excavation to protein analysis, it is worth taking measures to reduce the risks of contamination with modern samples and cross-contamination between the ancients by analogy with ancient DNA. General guidelines should be followed, such as isolating work areas and separate protective clothing in each area, including negative controls, clean surfaces and equipment, and avoid reusing consumables. Additionally, when analyzing LC-MS/MS, it is necessary to rinse the LC column between each sample, i.e. skip blanks as remaining peptides on the column may contaminate subsequent samples. For the same reason, it is recommended that valuable and older samples should be injected into the column first, to avoid false-positive results due to subsequent samples with a higher concentration [2].

Ancient proteins are usually fragmented, most often due to accidental non-enzymatic cleavage of the peptide backbone at the carboxyl side of asparagine (Asn) and glutamine (Gln). Also, in studies of ancient proteins, deamidation of asparagine (Asn) and glutamine (Gln) has been observed to form aspartic acid (Asp) and glutamic acid (Glu), respectively [1, 22]. Glutamine and asparagine are abundant in most proteins, and this wide availability of both amino acids is key when making comparisons of damage between proteins. The study of deamidation in ancient proteins is available as it can be quantified using both MALDI-TOF MS and LC-MS/MS. Thus, Welker et al. in the study of samples of the late and middle Pleistocene noticed that the deamidation of glutamine in NCP was significantly higher, almost 100% than in endogenous collagens from the same sample [23, 24]. This distinction has been proposed to be used as a marker between endogenous and contaminating NCPs [2]. This degra-

dation at the amino acid level is a natural biomolecular marker of sample aging and leads to a mass shift of +0.984 Da [25].

The analysis of the spectra should take into account that the modification of amino acids leads to a change in the total mass, which may be equal to the mass of another amino acid. Such a problem arose in the study of the beta-lactoglobulin protein, it is known that the difference between *Bovinae* (cattle, yak, and buffalo) and *Caprinae* (sheep and goats) lies in the amino acid residue, in bulls – aspartic acid, in sheep – asparagine and in goats – lysine [26]. However, deamidation of asparagine results in its conversion to aspartic acid, so the unmodified *Bovinae* residue (D) and the deamidated sheep residue (de. N) in this position will show the same mass. In this case, the difference in species will be possible only in the absence of modifications [23, 26].

In addition to deamidation, another diagenetic damage to ancient proteins has been seen. For example, oxidative damage to tryptophan and lysine has been observed in mammoth bone with the formation of kynurenine and amino adipic acid, respectively. In turn, carbonylation of arginine and lysine prevents trypsinolysis of the ancient protein into peptides, which reduces the quality of sample identification [27]. Interestingly, diagenesis can also have a stabilizing effect on proteins, as ancient mineral-coated specimens have been shown to retain proteins better [28].

Thus, knowledge of the factors and conditions of biomaterial storage helps in the study of ancient samples and diagenetic modifications of proteins require more detailed study.

### Data analysis

The identification of peptides and proteins with LC-MS/MS analysis data is carried out using ready-made search algorithms Mascot or Sequest, which are the main ones in proteomics. However, the Byonic and Andromeda, PEAKS programs are more suitable for paleoproteomics, since their algorithms allow identifying unknown modifications and highly degraded protein samples [1, 29]. Sequencing of ancient proteins based on mass spectra should be based on at least two razor and unique peptides covering different regions of the sequence. Razor or shared peptides are peptides that belong to the group of proteins with the largest number of identified, shared peptides. Unique or proteotypic peptide sequences belong to only one protein [30].

Identification algorithms match the masses of the product ions against spectra from the database.



When identifying peptides, the choice of databases should not be limited only to the species of interest, it is also necessary to include databases of microbes and possible contaminants. Since, the composition of the proteome of ancient samples changes over time, becoming contaminated with a mixture of various bacteria, fungi and during excavation with human proteins. Consequently, the protein sequences of type I collagen and other human proteins, animal skin proteins are considered contaminants and should be included in the research database. It should be noted that the small volume of databases on the number of peptides can lead to incorrect identification of proteins and taxonomic definition of the type of organism. For example, the Swiss-Prot database includes almost complete proteomes of model organisms such as mice (*Mus musculus*) and human (*Homo sapiens*), but only partially proteomes of other taxa, such as sheep (*Ovis aries*), goat (*Capra hircus*), cow (*Bos taurus*) and pig (*Sus scrofa*). Difficulties can arise when analyzing metaproteomes isolated from a heterogeneous material, for example, the remains of ceramics or dental calculus. Thus, there is a database error when identifying several species from the same sample, and extensive databases should be consulted to avoid incorrect taxa [3].

After data generation, several additional analyses are performed to further validate and validate the results. For example, public code is used to evaluate deamidation, and contaminating proteins must be filtered out [31].

### Exploring ancient *Caprinae* through paleoproteomics

Studies of ancient biomolecules of *Caprinae* have revealed the history of their domestication, migration routes, and the way of life of ancient people. To date, in the paleoproteomics of *Caprinae*, studies have been carried out on the peptide difference between sheep and goats, ancient textiles, the diet of ancient people, and objects of art for the content of animal raw materials have been studied. Here we review some of the basic research.

The domestication of animals such as cattle, sheep, goats, and horses was an important step that changed the strategy of the ancient people and the transition from hunting to agriculture. It is known that the domestication of *Caprinae* dates back to 11,000-9,000 years ago was carried out in the territory from eastern Anatolia to the Zagros mountains in Iran and Iraq [32]. The spread of sheep and goats from the center of domestication was part of the

Neolithic culture, so livestock was dispersed across Eurasia and Africa [33]. Initially, livestock was used for the production of meat, skins, and bones, and then for wider use, for riding, transporting, or cultivating the soil, they were also a source of milk and wool [32, 34].

Methods of paleoproteomics expand the range of studies of ancient samples, so it can be used to determine which species the bones belong to, especially when the remains are highly fragmented or insufficient for analysis of aDNA. For identification, ancient proteins are separated into peptides, followed by analysis on a mass spectrometer. The treated peptides have m/z values that form amino acid sequence fragmentation patterns specific to each species [35].

#### Collagen

During archaeological excavations, sheep and goats are identified as a single whole, however, they, as well as cattle, did not always migrate together. There are differences in food and water needs, grazing patterns, travel speeds, all of which point to the need for an individual story [36]. Thus, to distinguish between the remains of a domestic sheep (*Ovis aries*) and a domestic goat (*Capra hircus*), one of the most common methods used in paleoproteomics was applied, namely, ZooMS. Anatomically, it is difficult for archaeologists to distinguish small artiodactyls from bone remains, but ZooMS has shown its effectiveness in various parts of the world [10, 36, 37]. Research has been done using collagen protein as one of the strongest and most affordable ancient proteins.

Originally Buckley et al. described the differences between sheep and goats for one collagen type I protein peptide (COL1). The *de novo* sequenced peptide consists of 33 amino acids and differs between species at two positions. Differences in the amino acid sequence led to unequal m/z of the peptides, for example, in sheep, m/z of the peptide was  $3033.3 \pm 0.2$ , and in goats, m/z was  $3093.3 \pm 0.1$  (Table 1). The proposed marker was tested on archaeological samples of *Caprinae* from the Neolithic settlement Domuztepe in Turkey [10].

Interestingly, in archaeological samples, the mass of the marker peptide was increased by 1 Da, which is associated with the PTM deamidation of Glu (Q). Thus, the m/z for the ancient samples of the sheep became equal to – 3034 Da, and in the goat, respectively – 3094 Da (Figure 2). Also, in the differentiated peptide was found another PTM known as hydroxyproline. In total five hydroxylated Pro (O) residues were observed in both modern and ancient peptides [10]. Later, the same research group

expanded the collagen mass fingerprinting method by additionally adding modern species of other animals (deer, gazelle) to domestic animals (sheep, goats, pigs, and cattle), as well as humans [37]. Another group of researchers found another additional

peptide (Table 1) differences between the *Caprinae* protein COL1A1, located at positions 921-936. Interestingly, this peptide is common and does not differ in mass for *Capra hircus*, *Bos Taurus*, and *Homo sapiens* [38].

**Table 1** – Amino acid sequences of marker peptides of type I collagen between *Caprinae* species. The underlined amino acid residues differ from honey by species [10, 38]

Species	Peptide amino acid sequence	m/z
<i>Ovis aries</i>	GPSGEOGTAGPOGTOGPQ <u>GL</u> LG <u>A</u> OGFLGLOGSR	3033±0, 2
<i>Capra hircus</i>	GPSGEOGTAGPOGTOGPQ <u>F</u> LG <u>P</u> OGFLGLOGSR	3093,3±0,1
<i>Ovis aries</i>	<u>A</u> GEVGPPGPPGPAGEK	709,3
<i>Capra hircus</i>	<u>P</u> GEVGPPGPPGPAGEK	722,3

Species confusion when identifying sheep can arise not only with goats but also with wild species, such as medium-sized cattle (impala, antelope). In this case, the use of ZooMS is of great importance, since the data on the presence of domesticated animals or wild animals at ancient sites change the history of the distribution of the Neolithic around the world with its later appearance in some parts of the world. In a recent study of the Leopard Cave in South Africa, previously anatomically defined samples of the domestication of sheep and goats turned out to be wild antelope species. The peptide sequences were compared to 20th-century museum collectibles of antelope and impala. A total of three new taxonomic markers in the alpha 2 chain of type I collagen have been identified to distinguish between wild antelope and impala. This study showed that *Caprinae* appeared in the Leopard Cave 1,500 years later than previously thought [29].

A similar study, but with other species of wild animals (*Sylvicapra grimmia* – gray duiker, *Pelea capreolus* – gray rhebok, *Antidorcas marsupialis* – springbok), anatomically the same size as sheep, was carried out by the research group Coutu et al. Using paleoproteomics methods, a marker peptide was determined that distinguishes wild bovinds from sheep; this peptide m/z 1532 is absent in the collagen sequence COL1A2 position No. 889–906 *Ovis aries*. It has also been confirmed that a specimen dating from about 2000 BC belongs to a species of domestic sheep, which is the earliest evidence of domesticated animals in southern Africa [31].

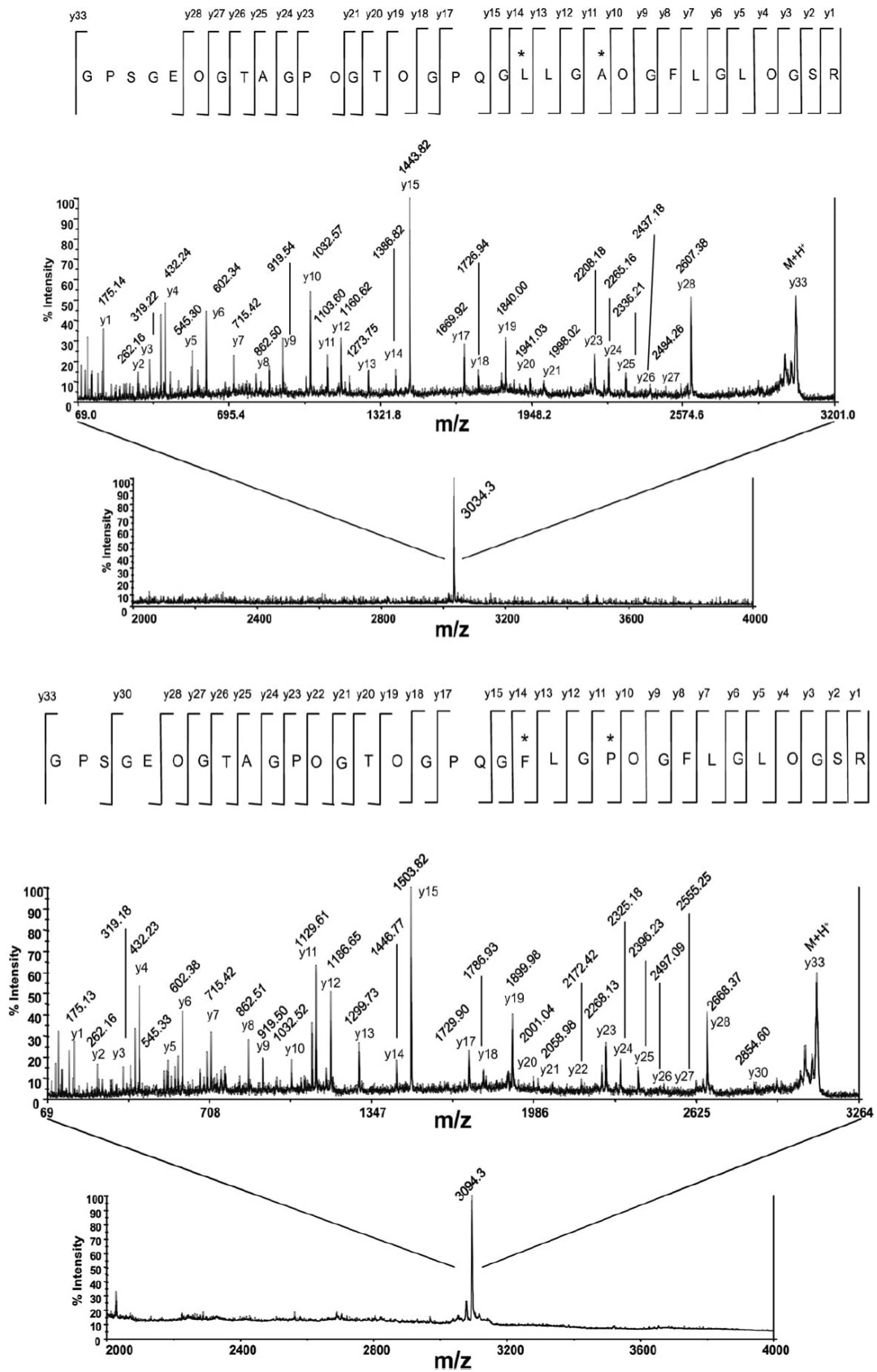
Mass spectrometry techniques were applied to art from the 14th century, as *Ovis aries* collagen peptides were found on a mural by Ambrogio Lorenzetti. In addition, egg whites from chicken, duck, and cow

glue were also identified, all of which indicate the use of animal proteins as a conservation product. Thus, paleoproteomics applies to cultural heritage sites without destructive action, for a better understanding of history and the use of materials in antiquity [22].

#### Keratin

Paleoproteomics also made an important contribution to the study of cultural heritage, which made it possible to determine the biological origin of many keratin-containing materials using the example of ancient textiles. The main proteins that make up ancient clothing are keratins. They constitute an extensive family of fibrillar proteins, which, due to a large number of disulfide bonds, have high strength. Keratins are divided into two classes: alpha-keratins are helical proteins found in mammals, birds, and reptiles, and lamellar beta-keratins, which are found only in birds and reptiles [7, 39]. According to the mammalian nomenclature, keratins are divided into 2 types: type I from K33 to K40 and type II from K81 to K87 [6, 35].

Ancient people used sheep and goat wool to create fabrics and fur clothing [6]. As is customary, the morphological study of ancient tissues is carried out using microscopic methods, so the families of animals are determined with high accuracy. However, these methods are difficult to apply to severely damaged tissue samples or tissue samples made from closely related animal species [35]. Keratins are highly conserved proteins and identification by mass spectrometry between closely related species is difficult. However, a keratin marker peptide to distinguish between sheep and goats has been proposed K33, which differs by only one amino acid in the sequence. Keratin K33 usually exists in two isoforms named K33a and K33b [25, 40].



**Figure 2** – The results of de novo sequencing of a collagen-peptide ion spectrum showing the marker m/z values and distinction between the archaeological sheep (top) and goat (bottom) [10]

Thus, keratin-containing archaeological remains were studied using PMF and MS/MS. One of the earliest was the study of the ancient clothing of Ötzi, it was found that the outer clothing was made of sheep, and the shoes were made of cattle, other parts of the clothing consisted of deer and goat skins [41].

The study of ancient fabrics is mainly focused on the monuments of the Bronze Age, the Iron Age, or places of trade routes. Since cattle breeding, the production of wool and fabric flourished at that time, as a result, cultural exchange through the Great Silk Road [25]. One of these ancient sites in China in the Keriya Valley showed that ancient people preferred to use more sheep (57.8%) in a herd than goats (16.5%), while woven products were made mainly from sheep's wool, and goats – skin [35]. However, unlike other materials, tissues are sensitive and poorly preserved, degrade faster, and are prone to deamidation. It is known that the deamidation of glutamine (Q) and asparagine (N) is a marker of the degradation and aging of ancient proteins. Using the example of wool sheep wool, 8 alpha-keratin peptides were found with deamidation indicating degradation of the samples, of which five are more stable ( $m/z$  1487.74, 1504.77, 1625.84, 1834.97, and 2665.30), and three are possibly poorly identified due to strong degradation. Thus, the study of textiles using paleoproteomics can provide reliable and in-depth information about resources, production technologies, trade, and the culture of antiquity over time [25].

The ancient proteins of keratins are also examined in other organic materials such as horns, hooves, and hair [7]. Interestingly, they, like wool, consist of the same type of keratin and have the same amino acid sequences, but differ in PMF. This may be due to differences in protein expression. For example, a peptide with  $m/z$  2519.29 (YSSQLAQMQLIGNVEAQLAEIR) found in the horns of yak, cattle, and sheep is absent in fibers [40]. Despite this, scientists were able to find marker peptides for alpha-keratin to determine the species. Thus, the peptide  $m/z$  2665 is diagnostic for sheep, a similar peptide for goats with  $m/z$  2692, for a horse –  $m/z$  2563, for a cow –  $m/z$  2577 [7]. This study shows that PMF can also be used for keratinized tissues, especially for remains with severe degradation, when the structure of the horn is not preserved.

#### *Milk proteins*

The study of dairy products of animal husbandry is significant in the history of the development of the diet of ancient people. In particular, the identification of the animal species used for milk production allows the tracking of shifts in the exploitation

of cattle, sheep, and goats. The remains of food in the tomb M27 at the Subaehsi site in China 500-300 years BC were studied for the presence of dairy products. Were identified four sequences of peptides  $\alpha$ s1-casein (FVVAPFPEVFR, YLGYLEQLLR, FFVAPFPEVFGK) and  $\beta$ -casein (DMPIQAFLLY-QEPVLGPVR) belonging to sheep, goats, cattle, and buffalo [34]. Proteomic approaches based on mass spectrometry, in particular, have been used to clearly distinguish between animal species for milk proteins. In another study, the diet of ancient people of the Late Bronze Age was studied, the remains of food were found in the form of tartar. The mass spectrometric analysis identified the peptide sequences of the  $\alpha$ s1-casein protein (FVVAPFPEVFR, FFVAPFPEVFGK) and the  $\beta$ -lactoglobulin protein (TPEVD(D/N/K) EALEKFDK), which contains the genus-specific amino acid: D – *Bos*; N – *Ovis*, K – *Capra* [19].

In a study of the tombs of ancient Egypt, a dairy product similar to cheese was discovered, this sample became the oldest hard cheese (3200 years ago) found during excavations. The MS/MS method confirmed the presence of milk proteins in the ancient sample, a total of nine *Bovidae* peptides (cow, sheep, goat, buffalo) were found. Most, that is, six peptides belonged to casein ( $\alpha$ s1-,  $\beta$ - and  $\kappa$ -), and the remaining three peptides to lysozyme and serum albumin [20].

In addition to casein,  $\beta$ -lactoglobulin (BLG) has been found in ancient dental calculus samples from British Neolithic sites. All peptides found were attributed to *Bovidae*, as the authors suggest, the Neolithic settlement used several species of animals (cows, goats, and sheep) for milk production [42].

Palaeoproteomic studies of milk proteins have contributed to the nutritional characteristics of ancient humans with the identification of the origin of raw materials, which helps to better understand the exploitation of domestic animals in the past.

## Conclusion

To date, paleoproteomics in combination with other methods has made it possible to obtain reliable information about antiquity, since research covers continents, different eras, and the main groups of organisms. This was facilitated by the widespread use of mass spectrometry methods, which are distinguished by their high sensitivity, as well as the development of data processing algorithms. The main types of ancient protein substrates, the features of their isolation and preservation have been described and studied. Studies of ancient *Caprinae* proteins

have added knowledge about the distribution of the Neolithic around the world, so with the help of peptide mass fingerprinting, sheep, goats, and wild representatives of the fauna that are anatomically similar to them were differentiated. Also studied are the ancient proteins of keratin contained in clothing, fabrics at ancient sites. The transition of ancient people from primary livestock products to secondary ones can be traced to the use of dairy products. The protein composition of food remains was studied and the domestic animals used by ancient people for the production of dairy products were identified.

However, today there are limitations for paleoproteomic methods such as a requirement for complete databases of amino acid sequences. Consequently, the main task in the study of ancient proteins is the replenishment of the database, especially with unique ancient proteins.

### Financing

This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP08955854).

### References

- 1 Cappellini E., Prohaska A., Racimo F., et al. Ancient Biomolecules and Evolutionary Inference // *Annual Review Biochem.* – 2018. – Vol. 87. – P. 1029-1060.
- 2 Welker F. Palaeoproteomics for human evolution studies // *Quat. Science Rev.* – 2018. – Vol. 90. – P. 137-147.
- 3 Hendy J., Welker F., Demarchi B., Speller C., Warinner C., Collins M.J. A guide to ancient protein studies // *Nat. Ecol. Evol.* – 2018. – Vol. 2, No 5. – P.791-799.
- 4 Huq N.L., Tseng A., Chapman G.E. Partial amino acid sequence of osteocalcin from an extinct species of ratite bird // *Biochem. Int.* – 1990. – Vol.21, No 3. – P. 491-496.
- 5 Robbins L.L., Muzzer G., Brew K., Macromolecules from living and fossil biominerals. In: Engel, M.H., Macko, S.A. (Eds.), *Organic Geochemistry: Principles and Applications.* – 1993. – Vol. 11. – P. 799-816.
- 6 Solazzo C. Characterizing historical textiles and clothing with proteomics // *Conserv. Patrim.* – 2019. – Vol. 31. – P. 97-114.
- 7 O'Connor S., Solazzo C., Collins M. Advances in identifying archaeological traces of horn and other keratinous hard tissues // *Stud. Conserv.* – 2015. – Vol. 60. – P. 393-417.
- 8 Buckley M., Matthew Collins M. et al. Species identification by analysis of bone collagen using matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry Michael // *Rapid. Commun. Mass Spectrom.* – 2009. – Vol. 23. – P. 3843-3854.
- 9 van Doorn N.L., Hollund H., Collins M.J. A novel and non-destructive approach for ZooMS analysis: Ammonium bicarbonate buffer extraction // *Archaeol. Anthropol. Sci.* – 2011. – Vol. 3. – P. 281-289.
- 10 Buckley M., Whitcher Kansa S., Howard S., Campbell S., Thomas-Oates J., Collins M. Distinguishing between archaeological sheep and goat bones using a single collagen peptide // *J. Archaeol. Sci.* – 2010. – Vol. 37. – P. 13-20.
- 11 Buckley M., Fariña R.A., Lawless C., Tambusso P.S., Varela L. et al. Collagen Sequence Analysis of the Extinct Giant Ground Sloths *Lestodon* and *Megatherium* // *PLOS ONE.* – 2015. – Vol. 10. e0144793.
- 12 Buckley M. Ancient collagen reveals evolutionary history of the endemic South American “ungulates.” // *Proc. R. Soc.* – 2015. – Vol. 282. – P. 1-9.
- 13 Salmon C.R., Giorgetti A.P.O., Paes Leme A.F., Domingues R.R., Kolli T.N., Foster B.L., Nociti Jr., F.H., Microproteome of dentoalveolar tissues // *Bone.* – 2017. – Vol. 101. – P. 219-229.
- 14 Salmon C.R., Tomazela D.M., Ruiz K.G.S., Foster B.L., Paes Leme A.F. et al. Proteomic analysis of human dental cementum and alveolar bone // *J. Proteom.* – 2013. – Vol. 91. – P. 544-555.
- 15 Porto I. M., Laure H.J., Tykot R.H., de Sousa F.B., Rosa J.C., Gerlach R.F. Recovery and identification of mature enamel proteins in ancient teeth // *Eur. J. Oral Sci.* – 2011. – Vol. 119. – P. 83-87.
- 16 Castiblanco G.A., Rutishauser D., Ilag, L.L., Martignon S., Castellanos J.E., Mejía W. Identification of proteins from human permanent erupted enamel // *Eur. J. Oral Sci.* – 2015. – Vol. 123. – P. 390-395.
- 17 Stewart N. A., Gerlach R.F., Gowland R.L., Gron K.J., Montgomery J. Sex determination of human remains from peptides in tooth enamel // *PNAS.* – 2017. – Vol. 114. – P. 13649-13654.
- 18 Stewart N.A., Molina G.F., Issa J.P.M., Yates N.A., Sosovicka M., Vieira A.R., Line S.R.P., Montgomery J., Gerlach R.F. The identification of peptides by nanoLC-MS/MS from human surface tooth enamel following a simple acid etch extraction // *RSC Adv.* – 2016. – Vol. 6. – P. 61673-61679.
- 19 Jeong C., Wilkin S., Amgalantugs T. et al. Bronze Age population dynamics and the rise of dairy pastoralism on the eastern Eurasian steppe // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 2018. – Vol. 115. – P. 11248-11255.
- 20 Greco E., El-Aguizy O., Ali M.F. et al. Proteomic Analyses on an Ancient Egyptian Cheese and Biomolecular Evidence of Brucellosis // *Anal Chem.* – 2018. – Vol. 90. – P. 9673-9676.
- 21 Presslee S., Penkman K., Fischer R. et al. Assessment of different screening methods for selecting palaeontological bone samples for peptide sequencing // *Journal Proteomics.* – 2021. – Vol. 230.- P. 103986.

- 22 Mackie M., R  ther P., Samodova D., et al. Palaeoproteomic Profiling of Conservation Layers on a 14th Century Italian Wall Painting. // *Angew. Chemie. – Int. Ed.* – 2018. – Vol. 57. – P. 7369-7374.
- 23 Welker F., Hajdinjak M., Talamo S., Jaouen K., Dannemann M., David F., Julien M., Meyer M., Kelso J., Barnes I., Brace S., Kamminga P., Fischer R., Kessler B.M., Stewart J.R., Paabo S., Collins M.J., Hublin J.-J., Palaeoproteomic evidence identifies archaic hominins associated with the Chatelperronian at the Grotte du Renne // *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* – 2016. – Vol. 113. – P. 11162-11167.
- 24 Welker F., Soressi M.A., Roussel M., van Riemsdijk I., Hublin J.-J., Collins, M.J.. Variations in glutamine deamidation for a Chatelperronian bone assemblage as measured by peptide mass fingerprinting of collagen // *STAR Sci. Technol. Archaeol.* – 2017. – Vol. 3. – P. 15-27.
- 25 Solazzo C., Wilson J., Dyer J.M. et al. Modeling deamidation in sheep  $\alpha$ -keratin peptides and application to archeological wool textiles // *Anal. Chem.* – 2014. – Vol. 86. – P. 567-575.
- 26 Warinner C. et al. Direct evidence of milk consumption from ancient human dental calculus // *Sci. Rep.* – 2014. – Vol. 4. – P. 7104.
- 27 Cappellini E., Jensen L.J., Szklarczyk D., Ginolhac A., da Fonseca R.A.R., et al. Proteomic analysis of a Pleistocene mammoth femur reveals more than one hundred ancient bone proteins // *J. Proteome Res.* -2012. – Vol. 11. – P. 917–926
- 28 Demarchi B., Hall S., Roncal-Herrero T., et al. Protein sequences bound to mineral surfaces persist into deep time // *Elife* – 2016. – Vol. 5.
- 29 Le Meillour L., Zirah S., Zazzo A., et al. Palaeoproteomics gives new insight into early southern African pastoralism // *Sci Rep.* – 2020. – Vol. 10. – P 1-14.
- 30 Tyanova et al. The MaxQuant computational platform for mass-spectrometry-based shotgun proteomics // *Nature Protocols.* – 2016. – Vol. 11. – P. 2301-2319.
- 31 Coutu A.N., Taurozzi A.J., Mackie M., et al. Palaeoproteomics confirm earliest domesticated sheep in southern Africa ca. 2000 BP // *Sci Rep.* – 2021. – Vol. 11. – P. 6631.
- 32 Zeder M.A. Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact // *Proc. Natl. Acad. Sci.* – 2008. – Vol. 105. – P. 11597-11604.
- 33 Olivieri C., Ermini L., Rizzi E., et al. Phylogenetic position of a copper age sheep (*Ovis aries*) mitochondrial DNA // *PLoS One.* – 2012. – Vol. 7(3). –P. e33792.
- 34 Hong C., Jiang H., L   E. et al. Identification of milk component in ancient food residue by proteomics. *PLoS One.* – 2012. – Vol. 7. – P. 1-7.
- 35 Az  mard C., Zazzob A., Marica A., Lepetz S., Debaine-Francfort C., Idrissd SZ. Animal fibre use in the Keriya valley (Xinjiang, China) during the Bronze and Iron Ages: A proteomic approach // *Journal of Archaeological Science.* – 2019. – Vol. 110. – P. 104996.
- 36 Prendergast M.E., Janzen A., Buckley M., Grillo K.M. Sorting the sheep from the goats in the Pastoral Neolithic: morphological and biomolecular approaches at Luxmanda, Tanzania // *Archaeol. Anthropol. Sci.* – 2019. – Vol. 11. – P. 3047-3062.
- 37 Buckley M., Kansa S.W. Collagen fingerprinting of archaeological bone and teeth remains from Domuztepe, South Eastern Turkey // *Archaeol. Anthropol. Sci.* – 2011. – Vol. 3. – P. :271-280.
- 38 Le Meillour L., Zazzo A., Lesur J., et al. Identification of degraded bone and tooth splinters from arid environments using palaeoproteomics // *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol.* – 2018. – Vol. 511. – P. 472-482.
- 39 McKittrick J., Chen P.Y., Bodde S. G., Yang W., Novitskaya E.E., Meyers M.A. The Structure, Functions, and Mechanical Properties of Keratin // *JOM Journal of the Minerals, Metals and Materials Society.* – 2012. – Vol. 64. – P. 449–68.
- 40 Solazzo C., Wadsley M., Dyer J.M., Clerens S., Collins M.J., Plowman J. Characterisation of novel  $\alpha$ -keratin peptide markers for species identification in keratinous tissues using mass spectrometry // *Rapid Commun Mass Spectrom.* – 2013. – Vol. 27. – P. 2685-2698.
- 41 Hollemeyer K., Altmeyer W., Heinze E., Pitra, C. Matrix- assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-flight Mass Spectrometry Combined with Multidimensional Scaling, Binary Hierarchical Cluster Tree and Selected Diagnostic Masses Improves Species Identification of Neolithic Keratin Sequences from Furs of the Tyrolean Iceman Oetzi // *Rapid Communications in Mass Spectrometry.* – 2012. – Vol. 26. – P. 1735–1745.
- 42 Charlton S., Ramsøe A., Collins M. et al. New insights into Neolithic milk consumption through proteomic analysis of dental calculus// *Archaeol. Anthropol. Sci.* – 2019. – Vol. 11. – P. 6183-6196.

**Э.Э. Ашшурский** Институт научного прогнозирования, Украина, г. Киев  
e-mail: e.ashursky@gmail.com

## О ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛКАХ И ОСНОВОПОЛАГАЮЩИХ АКСИОМАХ МЫШЛЕНИЯ

Человеческая память функционирует на нескольких уровнях. Первичная память напрямую связана с сенсорным запечатлением и локализуется в таламусе. **Человеческое мышление** основано на долговременной памяти и формируется в ареалах, непосредственно прилегающих к соответствующим сенсорным анализаторам в коре головного мозга. Формальная логика – это наука, исследующая основные аксиомы и принципы мышления, ее понятийный аппарат отражает собой идеализацию множества рабочих структур и контактов, существующих в коре.

В данном теоретическом исследовании автором всесторонне рассмотрена качественно новая концепция человеческого мышления и памяти, основанная на принципах психоламаркизма, неовитализма и системно-эволюционной иерархии. Особая роль в этих процессах отводится гистоновым белкам и астроцитам. Астроциты, по мнению автора, выступают в качестве пассивных хранителей памяти, которые несут в себе аналоговый, а не цифровой код, тесно взаимодействуя посредством биохимических связей между глио- и нейротрансмиттерами.

Кроме того, отдельной строкой сказано также и о труднообъяснимых пока еще способностях некоторых земных уникалов к гиперкалькуляции и другим чудесным мнемоническим феноменам. В последнем разделе описаны пять основополагающих принципов и аксиом мышления.

**Ключевые слова:** эволюция разума, астроциты, гистоны, информоны, системная иерархия, иерархическая преемственность памяти, целостное монадное восприятие.

Э.Э. Ашшурский

Ғылыми болжау институты, Украина, Киев қ.  
e-mail: e.ashursky@gmail.com

### Ойлаудың физиологиялық алғышарттары мен аксиомалары

Адамның есте сақтау қабілеті мида бірнеше деңгейде жұмыс істейді. Оның бірінші деңгейі сенсорлық есте сақтау ерекшелігімен тікелей байланысты және ол мидың таламус бөлімінде оқшауланады. Адамның ойлауы ұзақ мерзімді жадыға негізделген және ми қабығындағы сенсорлық анализаторларға жақын маңдағы аймақтарда қалыптасады. Формальды логика – бұл негізгі аксиомалар мен ойлау принциптерін зерттейтін ғылым, оның ұғымдық аппараты ми қыртысында болатын көптеген жұмыс құрылымдары мен байланыстардың идеализациясын көрсетеді.

Бұл теориялық зерттеуде автор психоламаркизм, неовитализм және жүйелік-эволюциялық иерархия қағидаттарына негізделген адамның ойлау және есте сақтау қабілетінің сапалық жаңа тұжырымдамасын өз ойымен жан-жақты қарастыруға тырысады. Бұл процестерде гистонды ақуыздар мен астроциттер ерекше рөл атқаратыны көрсетіледі. Автордың пікірінше, астроциттер глио- және нейротрансмиттерлер арасындағы биохимиялық байланыстар арқылы тығыз қарым-қатынас жасай отырып, сандық кодты емес, аналогтық кодты алып жүретін пассивті жадыны сақтаушы ретінде әрекет етеді. Сонымен қатар, жер бетіндегі кейбір адамдардың гиперкалькуляцияға және басқа да ғажайып момемониялық феномендерге деген қабілеттері туралы да айтылған. Соңғы бөлімде бес негіз қалаушы принцип пен ойлау аксиомы сипатталған.

**Түйін сөздер:** ақыл-ой эволюциясы, астроциттер, гистондар, информондар, жүйе иерархиясы, есте сақтаудың иерархиялық үздіксіздігі, монадтың тұтас қабылдануы.

Emir E. Ashursky

Institute for Scientific Prognosis, Kiev, Ukraine

\*e-mail:e.ashursky@gmail.com

### On the physiological prerequisites and fundamental axioms of thinking

Human memory functions on several levels. Primary is directly related to sensory imprinting and is localized in the thalamus. Human thinking is based on long-term memory and is formed in the areas immediately adjacent to the corresponding sensory analyzers in the cerebral cortex. Formal logic is a science investigating the basic axioms and principles of thinking; its conceptual apparatus reflects an idealization of multiple working structures and contacts existing in the cortex.

In this theoretical research the author has comprehensively studied a qualitatively new conception of human thinking and memory based on the principles of psycholamarkism, neovitalism and system-evolutionary hierarchy. A special role in these processes is assigned to histone proteins and astrocytes. According to the author, astrocytes act as passive memory keepers, which carry an analog rather than digital code, closely interacting through biochemical connections between glio- and neurotransmitters.

In addition, a separate line is also written about the still hard-to-explain abilities of some terrestrial unicums to hypercalculus and other miraculous mnemonic phenomena. The last section describes five fundamental principles and axioms of thought.

**Key words:** evolution of the mind, astrocytes, histones, informons, system hierarchy, hierarchical continuity of memory, holistic monadic perception.

## Введение

Подспудные догадки относительно истинной эволюционной сути земных организмов, являющихся никакими не божественными созданиями, а простыми биороботами, преследовали человечество давно. И даже, к слову, тот весьма щекотливый для нас расклад, при котором и «его величество» Homo sapiens тоже может олицетворять собой некую искусственную, а не реально существующую ипостась, обсуждался в свое время как солипсистами (Лао-цзы, Будда [1], Горгий, Брюне), так и другими известными мудрецами древности [2], но, правда, в несколько уже ином ракурсе.

Однако в серьезной науке одних лишь спекулятивных досужих разглагольствований явно недостаточно – **требовались конкретные аргументы**. И вот ровно полтора века тому назад<sup>1</sup> в Петербурге вышла эпохальная, без преувеличения можно сказать, книга “Рефлексы головного мозга”, где **все эти доказательства [3] были наглядно как раз и вполне убедительно представлены**. И хоть против самого «отца российской физиологии» И.М.Сеченова тут же мигом ополчилось немало тогдашних религиозных деятелей, обвинив его в богохульстве, аморальности и прочих тяжких неискупимых грехах, – однако соответствующий зачин был, как говорится,

успешно положен, да и к тому же надежно задокументирован [4]. С чем в конечном итоге согласилось и большинство мирового ученого сообщества. А уже в середине следующего столетия эти прогрессивные идеи нашего прославленного земляка были творчески подхвачены американцем Норбертом Винером, фактически уравнивающим любое живое существо с машиной [5].

Но всё же, как бы там ни было, в предлагаемой тут вашему вниманию новом своём философском трактате автор делает смелую отчаянную попытку еще глубже проникнуть в потайные лабиринты челоуческой психики – мысленно насквозь сканируя внутриклеточное пространство и обосновывая сам по себе эволюционный механизм [6] оптимального программного управления в донельзя\_сложных и запутанных нервных сетях.

Да уж, действительно, спорить здесь особо не приходится: все мы – эстетически изящные, нравственно образцовые и очень притом эрудированные биороботы! Но только вот почему же, впрочем, многие на практике так настороженно, а подчас даже и воинственно к этому относятся? Да потому что в высшеобразовательной сфере СНГ по-прежнему всё еще **безраздельно господствует банальный марксистско-ленинский материализм**. Подлинного же идеалистического крыла (подчеркну: не религиозного, а именно научно-исследовательского), по сути, просто напросто нету. И хотя новое передовое знание неудержимым стремительным потоком начало всё ж таки сейчас уже выплескиваться наружу,

<sup>1</sup> Тут имеется в виду второе издание брошюры 1871 года, поскольку первое (1866 г.) было арестовано и полностью изъято из продажи царской цензурой.



однако для него заведомо маловато пока еще, на наш взгляд, надлежащей государственной поддержки.

Что ж, постараемся тогда уж хотя бы в этой своей обзорно-полемиической статье каким-то доступным образом исправить такую не весьма приятную тенденцию.

### Рассуждение и результаты исследования

Человеческая память функционирует на нескольких уровнях. Первичная напрямую связана с сенсорным запечатлеванием и локализуется в таламусе. Это по сути дела монадная память. Эмоционально окрашенные информационные ощущения несколько секунд спустя можно ещё восстановить в сознании за счёт реверберации нервных импульсов по таламусу (а иногда и вышележащим мозговым слоям, отвечающим, например, за восприятие речи, жестов, иероглифов и других сложных символов).

К слову, лимбические структуры (включая сюда и гиппокамп) способны принимать не только целевые приказы из таламуса, но и улавливать эмоциональный фон любых адекватно закодированных сообщений, поступающих в приемлемом для них виде из коры. Гиппокамп ответственен, кроме того, и за функционирование у человека оперативной памяти [7, с.54].

Как уже было сказано об этом ранее, в ходе исторической эволюции природных систем довольно-таки отчётливо прослеживается преемственность в структуре и способе формирования ощущений и эмоций, характерных для данного конкретного этапа [6]. Но всё же наиболее хорошо это видно на примере памяти, ведь краткосрочная память каждой последующей системы базируется на мнемо-субстрате предыдущей.

Кстати говоря, сиюминутно-реверберативная память также, по-видимому, присутствует на любой ступеньке эволюционной иерархии, но она прежде всего зависит от самого импринтинга и путей проведения сигналов, а не от низлежащих структур, поскольку разноуровневые системы по-разному воспринимают ход времени, а значит – и последовательную хронологию событий.

Специфическая фундаментальная память хордовых зиждется, в принципе, на астроцитах, но тем не менее, если понадобится, вполне способна апеллировать и к долгосрочной мнемо-субстанции низшего порядка, представленной, по идее, внутриядерными (но иногда, возмож-

но, и внеклеточными) белками<sup>2</sup>. Однако у всех без исключения людей долговременная память (приуроченная – напомним – к серому веществу коры обоих полушарий) формируется из оперативной и причём, как правило, в минуты сенсорного затишья, т.е. в основном днём. Ночью же какими-то периодическими урывками (поскольку большинство времени мозг попросту отдыхает) доделывается лишь то, что не успелось в течение светлой поры суток.

Хотя астроциты (обладающие, как известно, гораздо меньшим эволюционным «стажем») хранят свою базу данных в аналоговом виде, а пептиды – в цифровом, обе эти функции носят всё же таки строго избирательный характер. Причём в ходе отбора более важного материала уже имеющиеся до этого в нейронах белки-понятия [8, с. 68] заведомо играют ведущую роль, а подкорковые структуры, ответственные за оперативную память, – лишь второстепенную. Феномен же тотального запоминания [9] присущ лишь первичному «я» (да и то востребовать подобную информацию далеко не каждому по силам [10]).

Человеческое мышление основано на долговременной памяти и формируется в ареалах, непосредственно прилегающих к соответствующим сенсорным анализаторам в коре головного мозга [8, с. 69 – 71]. Одни и те же понятия, что вполне естественно, способны при этом неоднократно дублироваться в зависимости от их этиологической природы. К тому же тут еще следует учитывать возможное разветвление логосов не только в сенсорном аспекте, но также и на более высоком порядковом уровне: в качестве омонимов, синонимов, идиом, неологизмов и даже по сугубо эмоциональным признакам. Причём новые астроцитные и белковые понятия выстраиваются (с привязкой, конечно же, к уже имеющемуся здесь материалу) на основе свежих релевантных образов, достойных быть занесенными в долговременную память.

В толще больших полушарий, так же примерно, как и в сложных кибернетических устройствах или предложениях формальной логики, существуют свои иерархические пирамиды, на вершине которых располагаются сверхпонятия. Кроме того, там же есть и структуры, отвечаю-

<sup>2</sup> Впрочем, не исключено, что профессиональные маги и чудотворцы могут даже обращаться за нужной информацией и к аминокруппам, а также глюонам, мезонам (как бы погружаясь при этом в поистине бездонные мнемо-хранилища нижележащих систем).

щие за функционирование принципа обратной связи, ассоциативные зоны, аналоги категориально-семантического аппарата и многое другое. Кстати, в формальной логике, можно сказать, вообще нет ничего такого, что не было бы так или иначе реализовано в мозгу высокоразвитых представителей земной фауны. Так, пользуясь известным законом: «Если из А следует В, то из не-В следует не-А», мы должны быть готовы к нахождению белка «не-В», непосредственно связанного с белком «не-А». Разумеется, такие абстрактные структуры с целью экономии пространства закладываются в основном на уровне сверхпонятий.

За связь между отдельными белками-понятиями отвечают конкретные «подведомственные» хромосомы, а вот за формирование результирующих ассоциативных треков – как раз уже сами нейроны, пользующиеся, по-видимому, для этого обычными электрическими импульсами (в отличие от кодированных звуковых сигналов [6] своих нуклеиновых предтеч). Эти нейроны могут работать в любое время вне зависимости от направленности сознания, но в основном делают это днем, в период бодрствования. При замыкании длинных силлогистических цепочек «белок А – белок В – белок С – белок Д» посредством «белок А – белок Д» клетки возбуждаются, выражая радость, что, как известно, ведет к выделению дополнительной энергии. Энергия, преобразуясь в нервный импульс, достигает таламуса, хотя и отнюдь не всегда должным образом там воспринимается. Если сигнал для организма не актуален, «я» на него не реагирует. В других же случаях оно и само может послать запрос в кору, если надо что-то вспомнить или срочно найти ответ. Такой путь общения намного более действенный.

Что же касается астроцитов, то они здесь (и прежде всего – в складках серого вещества) выступают только в качестве пассивных (хотя и довольно надежных) хранителей памяти. Причем, как уже было сказано выше (см. предыдущий раздел), автор склонен считать, что она несёт в себе аналоговый, а не цифровой код, будучи напрямую обусловлена тесным биохимическим взаимодействием между глио- и нейро-трансммитерами.

Итак, в отличие от мгновенного узнавания с чувственным подтекстом, все прочие реминисцентные образы (т.е. не связанные с острыми сиюминутными нуждами индивида) обязаны своим генезисом исключительно лишь коре. Передаются они, быть может, и кванто-

во-волновым путем, но проецируются в человеческое сознание всё же таки наверняка уж через вполне привычный для нас вещественный (а точнее – монадный) субстрат. Причем практически то же время следует сказать и о разного рода мечтах, фантазиях, сложных многоступенчатых абстракциях, ну и, конечно, о любых умственно-созидательных процессах, характерных, так или иначе, для серьёзной научной деятельности. И хотя их реализация, по сути, мало чем отличается от сходных ранее описанных нами явлений, протекающих в сенсорных ядрах, но тут уже, однако, требуется всё же непосредственное активное участие и высших (кортикальных) мозговых структур. Во-первых, создается абстрактный образ наблюдателя, с точки зрения которого рассматривается представляемый объект; во-вторых, дополнительно сюда еще привлекаются такие формальнологические категории, как величина, размерность, угол восприятия и т.п. Все эти операционные процедуры входят в обязанности мышления, а окончательно созданный образ передается в центральное «я». Хотя последнему вместе с тем тоже ни в коем разе не допустимо отводить в этих процессах какую-то мелкую сугубо факультативную роль. Вот, к примеру, одно из наиболее наглядных подтверждений сказанного: издавна хорошо известно, что у слабовольных людей не бывает, как правило, устойчивых и достаточно прочных мысленных ассоциаций. Возникающие у них образы зыбки, расплывчаты и быстро улечиваются из сознания, то и дело сменяясь какими-то новыми...

Помимо этого, общий характер продуцируемых представлений может зависеть также от конкретного эмоционального настроения, специфической полушарности данного индивида, степени развитости мозговой цитомиелоархитектоники и ряда других немаловажных факторов.

Формальная логика – это наука, исследующая основные аксиомы и принципы мышления. Иными словами, ее понятийный аппарат являет собой идеализацию множества рабочих структур и контактов, существующих в коре. В то же время смело можно утверждать, что в обыденной человеческой логике нет не только иррационализма или абсурдности, но и вообще ничего такого, что отсутствовало бы в окружающей нас природе. Все силлогистические связи основаны на фундаментальном явлении причинности, ведущем свое начало из незыблемого принципа единообразия и единозакония как во взаимодействиях на микроуровне, так и на высших этапах системной эволюции. С философской точки зре-

ния это незыблемое постоянство естественней всего было б, очевидно, **объяснить конечным набором базовых элементарных частиц** (включая, разумеется, информоны), обладающих в свою очередь конечным же набором собственных константных характеристик. Причем в случае неприятия концепции глубинной неисчерпаемости материи (в трактовке Анаксагора [11]) подобное обоснование будет даже *per definitionem* и вполне достаточным.

Математическая логика более искусственна и абстрактна по сравнению с формальной. Примерно то же самое следует сказать и о кибернетике, которая лишь в начале своего становления хоть как-то соответствовала общему анатомо-физиологическому уровню развития мозговых структур. Если же роботы научатся **самостоятельно копировать (ну или, допустим, штамповать) своих электронных «собратьев»**, то они наверняка уж постараются усовершенствовать заодно любые удобные и выгодные для них пути создания новых вычислительных алгоритмов, превзойдя в этом рано или поздно и собственно-го творца – человека.

Существует несколько основополагающих принципов и аксиом мышления, все из которых имеют, так или иначе, **свои корни в повседневной земной реальности**. Вот они.

1. **Субъект не может воздействовать на самого себя**; откуда уже, кстати, непосредственно вытекает, что ни один субъект никогда не сможет адекватно и полностью познать себя (а особенно, если сравнивать с соседствующими с ним объектами).

2. **Критерий истинности – в практике**. Данное утверждение – больше, пожалуй, мировоззренческого характера, так как основывается на абсолютизации наивно-реалистического **восприятия человеком окружающей действительности**. Что *ipso facto* (если, конечно, не привлекать сюда, согласно Оккаму, лишних сущностей) **ведет к прерогативе подлинно научных методик над какими бы то ни было религиозно-духовными** [12], включая и весьма модные нынче медитативные «выходы из тела».

3. **Всё в жизни нужно рассматривать лишь с точки зрения чего-то конкретного, а не как явление в целом**. Это так называемое фундаментальное **релятивистское правило, наиболее ярко проявляющееся в отношении атрибутов и предикатов**. С ним, однако, не обязаны согласовываться различного рода высказывания, термины и понятия, связанные с измышлениями человеческого разума и используемые в категориальном аппарате, а также иных абстракт-

ных конструкциях. Причем данное замечание в той же мере касается и следующего пункта.

4. **Обо всем можно судить только в вероятностном смысле**. Сюда же вплотную примыкает близкий по духу принцип пространственно-временной неопределенности, у истоков формулировки которого стоял еще Гераклит [13]. Хотя вместе с тем, увы, им нередко злоупотребляют с целью уйти от четкого и конкретного решения того или иного вопроса, что отразилось, к примеру, **на обсуждении проблемы потенциального наличия у электрона свободной воли**. Вот почему в серьезных научных разработках, пока все другие аргументы не исчерпаны, к принципу неопределенности лучше стараться не апеллировать.

5. **Теоретическое познание, в отличие от эмпирического, возможно лишь с обязательным применением силлогистики, индукции, ретроиндукции и глубокого абстрагирования**; причем всё это – только в рамках тех законов и аксиом, которые детальней уже были рассмотрены выше.

## Выводы

Вот, пожалуй, и всё, что можно пока на сегодня сказать о запуске и реализации сложнейших мыслительных механизмов на уровне человеческого филогенеза [14] и главенствующей, воистину непереоценимой роли в этом процессе таких, казалось бы, чуждых нашим «кровным» нуклеиновым структурам белковых макроглобулинов. Что же касается всего планетарного человечества, то оно в конце концов полностью осознает свою сущность и предназначение тоже лишь с помощью роботов. Интересно, что как белки, так и высокоорганизованные роботы из не столь уж отдаленного грядущего, способны накапливать и анализировать информацию о себе и внешних объектах, собственно говоря, даже без какой-либо помощи будь то со стороны нуклеотидных цепочек, ну или, соответственно, нынешнего учёного сообщества. То есть здесь, иными словами, еще **раз воочию подтверждается** предложенная нами ранее гипотеза, суть которой – в том, что эволюция космического интеллекта по своим темпам заметно опережает эволюцию живых природных систем [15]. И, таким образом, лишь в человеческом социуме (ибо некая вырванная из него бесхвостая вертикально ходящая особь ничего, увы, сама по себе не значит) для **зрелого земного разума – как единственного эффективного орудия на пути постижения истины – уготованы необъятные и весьма к тому же привлекательные перспективы!**

### Литература

- 1 Лысенко В. Г. Отношение Будды к метафизическим вопросам // в сб. «Ранний буддизм: религия и философия». – М.: Институт философии РАН, 2003. – 246 с.
- 2 Секст Эмпирик. – Сочинения в 2 т. (из серии «Философское наследие»). М.: изд. «Мысль», 1976.
- 3 Мирский М. Б. Революционер в науке, демократ в жизни (об Иване Михайловиче Сеченове). – М.: Знание, 1988.
- 4 Сеченов И. М. Элементы мысли. – М.: ред. журн. "Научное слово", 1903. – 125 с. , доступ по ссылке: <https://viewer.rusneb.ru/ru/rl01003716784?page=1&rotate=0&theme=white>
- 5 Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – М.: Наука, 1983. – 343 с.
- 6 Ашшурский Э.Э. Трудноразрешимые парадоксы эволюции – всеохватывающим взором натурфилософа // журнал «Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. Серия биологическая», №2 (87). 2021 – доступ по ссылке: <https://doi.org/10.26577/eb.2021.v87.i2.02>
- 7 Иванов С.М. – «Отпечаток перстня». – М.: изд. «Знание», 1973.
- 8 Ашшурский Э.Э. – "Опыт философского осмысления противоречий современной науки. – Киев: изд. «Эсперанца», 1994.
- 9 Mecacci Luciano. Solomon V. Shereshevsky: The great Russian mnemonist" // in journal "Cortex". – v. 49, №8, 2013.
- 10 Johnson Reed –The mystery of S., the man with an impossible memory// in weekly journal "The New Yorker", 12th of August 2017
- 11 Диоген Лаэртский. О жизни учениях и изречениях знаменитых философов. Книга 2, глава «Анаксагор». – М.: "Мысль", 1986. – доступ по ссылке: <http://psylib.org.ua/books/diogen1/txt02.htm>
- 12 Торчинов Е. А. Религии мира: опыт запредельного. Психотехника и трансперсональные состояния. – СПб., 1998.
- 13 Хераклит Ефески, «Проникновения. Философски фрагменты». – София: изд. «Гутенберг», 2016.
- 14 Крымский С.Б. –Философское понимание человека // в журнале «Философская и социологическая мысль»: № 3-4 за 1996 г.
- 15 Ashursky E.E. – "In the footsteps of Einstein and Wiener" //in the electronic journal "Social science research network", 29/X – 2021, доступ по ссылке: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3924544](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3924544)

**S.S. Kozhakhmetova\*** , **K.T. Kassymbek** ,  
**E.V. Zholdybayeva** 

Republican State Enterprise «National Center biotechnology» Science Committee  
of the Ministry of Education and science of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan, Nur-Sultan  
\*e-mail: sskozhakhmetova@gmail.com

## MULTI-OMICS APPROACH TO THE STUDY OF MICROORGANISMS

In this review multi-omics (transcriptomic and proteomic) research approaches that have been widely implemented in modern microbiology are examined. The transcriptomic approach is important for predicting the resistance of microorganisms to specific antibiotics, as well as for understanding the mechanisms of the emergence of antibiotic resistance. In this review, the issues of studying the transcriptional response in microorganisms after in vitro exposure to subinhibitory concentrations of antimicrobial drugs are most extensively examined. It has been shown that antibiotics induce both phenotypic and genetic changes in bacterial cells, contributing to the emergence of resistance to them. Likewise, a proteomics-based approach broadens understanding of the bacterial strategy for antibiotic resistance, as well as improved understanding of the mechanisms by which antimicrobial resistance emerges, which will facilitate controlling of the growing epidemic of antibiotic-resistant infections in the future. In this review, the advantages of using one of the proteomics approaches widely used in clinical microbiology, MALDI-TOF MS, are considered more extensively. It has been shown that this approach is a more powerful tool for studying the protein profile in comparison with other methods.

Thus, the development of high-throughput transcriptomic and proteomic methods made analysis of large datasets of mRNA and proteins possible, which allows identifying functionally significant networks of intermolecular interactions, and thereby allowed to expand the modern understanding of mechanisms underlying the emergence of resistance to antimicrobial drugs.

**Key words:** transcriptomics, proteomics, subinhibitory concentration, antimicrobial drugs, microorganisms.

С.С. Кожаметова\*, К.Т. Касымбек, Е.В. Жолдыбаева

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті  
«Ұлттық биотехнология орталығы» республикалық мемлекеттік кәсіпорны, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.  
\*e-mail: sskozhakhmetova@gmail.com

### Микроорганизмдерді зерттеудегі мультиомдық тәсіл

Бұл шолуда қазіргі микробиологияда кеңінен қолданылатын мультиомдық (транскриптомдық және протеомдық) зерттеу тәсілдері қарастырылған. Транскриптомдық тәсіл микроорганизмдердің белгілі бір антибиотиктерге төзімділігін болжау үшін, сондай-ақ антибиотикке төзімділіктің пайда болу механизмдерін түсіну үшін маңызды. Бұл шолуда микробқа қарсы препараттардың субингибиторлық концентрациясына in vitro әсер еткеннен кейін микроорганизмдердегі транскрипциялық реакцияны зерттеу мәселелері егжей-тегжейлі қарастырылады. Антибиотиктер бактериялық жасушаларда фенотиптік және генетикалық өзгерістерді тудырып, оларға төзімділіктің пайда болуына ықпал етеді. Сол сияқты, протеомикаға негізделген тәсіл, антибиотиктерге қарсы бактериялық стратегия идеясын кеңейтеді, сонымен қатар болашақта антибиотикке төзімді инфекциялардың өсіп келе жатқан эпидемиясын басқаруға мүмкіндік беретін микробқа қарсы тұрақтылықтың пайда болу механизмдерін толық түсінуге ықпал етеді. Бұл шолуда клиникалық микробиологияда кең таралған протеомика тәсілдерінің бірі – MALDI-TOF MS қолданудың артықшылықтары егжей-тегжейлі қарастырылады. Бұл тәсіл басқа әдістермен салыстырғанда ақуыз профилін зерттеудің ең қуатты құралы екендігі көрсетілген.

Осылайша, жоғары өнімді транскриптомика және протеомика әдістерінің дамуы мРНҚ мен ақуыздардың үлкен жиынтығын талдауға мүмкіндік берді, бұл молекулааралық өзара әрекеттесудің функционалды маңызды желілерін анықтауға мүмкіндік берді және осылайша микробқа қарсы тұрақтылықтың механизмдері туралы қазіргі идеяларды кеңейтуге мүмкіндік берді.

**Түйін сөздер:** транскриптомика, протеомика, субингибиторлық концентрациялар, микробқа қарсы препараттар, микроорганизмдер.

С.С. Кожаметова\*, К.Т. Касымбек, Е.В. Жолдыбаева

Республиканское государственное предприятие «Национальный центр биотехнологии»  
Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, Казахстан, г. Нур-Султан  
\*e-mail: sskozhakhmetova@gmail.com

### Мультиомный подход в изучении микроорганизмов

В данном обзоре рассмотрены мультиомные (транскриптомные и протеомные) подходы исследования, нашедшие широкое применение в современной микробиологии. Транскриптомный подход важен для прогнозирования устойчивости микроорганизмов к конкретным используемым антибиотикам, а также для понимания механизмов возникновения антибиотикоустойчивости. В этом обзоре наиболее подробно рассмотрены вопросы изучения транскрипционного ответа у микроорганизмов после воздействия на них *in vitro* субингибиторных концентраций антимикробных препаратов. Показано, что антибиотики вызывают в бактериальных клетках как фенотипические, так и генетические изменения, способствуя появлению резистентности к ним. Аналогично, подход, основанный на протеомике, расширяет представление о бактериальной стратегии противодействия антибиотикам, а также способствует более полному пониманию механизмов возникновения устойчивости к антимикробным препаратам, что позволит в будущем управлять растущей эпидемией устойчивых к антибиотикам инфекций. В настоящем обзоре наиболее подробно рассматриваются преимущества использования одного из широко распространённых в клинической микробиологии подходов протеомики, MALDI-TOF MS. Показано, что данный подход является наиболее мощным инструментом изучения белкового профиля по сравнению с другими методами.

Таким образом, развитие высокопроизводительных методов транскриптомики и протеомики сделало возможным анализ больших совокупностей мРНК и белков, что позволило выявить функционально значимые сети межмолекулярных взаимодействий и, тем самым, расширить современные представления о механизмах возникновения устойчивости к противомикробным препаратам.

**Ключевые слова:** транскриптомика, протеомика, субингибирующие концентрации, антимикробные препараты, микроорганизмы.

### Abbreviations and symbols

DNA deoxyribonucleic acid; RNA ribonucleic acid; MIC – Minimum inhibitory Concentration; MALDI-TOF MS matrix-assisted laser desorption / ionization with time-of-flight separation; SNP single nucleotide polymorphism

### Introduction

Currently, approaches to study biological objects are changing, ranging from the assessment of individual genes to the analysis of variability at the genome, transcriptome, and proteome levels, which became possible due to the use of high-resolution technologies with subsequent bioinformatic processing of the obtained array of multi-omics data [1]. It is the realm of -omics that has made the analysis of biological molecules cost-effective and highly productive [2].

Multi-omics approaches have found wide application in various fields of biology. Thus, -omics can contribute to advances in clinical microbiology. They contribute to a better understanding of microbial systems. Determination of transcriptomic and proteomic alterations in strains show different levels

of resistance or different phenotypic responses to antibiotics [3].

### A transcriptomic approach in the study of the mechanisms of bacterial resistance to antibiotics.

Transcriptomic analysis is an analysis of a complete set of transcripts produced by a cell under specific environmental conditions and is used to monitor the expression of bacterial genes in response to antimicrobial exposure. This type of analysis is widely used by many researchers. Initially, methods such as DNA chipping in combination with 2D polyacrylamide gel electrophoresis were used for these purposes. For example, similar methods were implemented by Gmuender *et al.* [4], who studied the cellular response of *Haemophilus influenzae* after exposure to novobiocin and ciprofloxacin and found that the use of novobiocin affects the transcription of genes that depend on the DNA topology, and treatment with ciprofloxacin mainly increases expression of genes involved in DNA repair. Subsequently, the approach based on hybridization was replaced by a more promising technique, based on full sequencing of the RNA transcriptome (RNA-Seq). This method not only provides a deeper quantitative analysis of

gene expression in response to environmental signals, including exposure to antimicrobial drugs, but also allows to study the profile of noncoding RNAs. Also, using this approach, it was demonstrated that bacterial small nuclear RNAs (snRNAs) are involved in the post-transcriptional regulation of gene expression, and are also implicated in imparting antimicrobial resistance to antimicrobial drugs at various levels (such as the efflux of antimicrobial drugs, modification of the cell membrane, formation of biofilms, as well as DNA mutagenesis [5].

It should be noted that at present, the study of the cellular response of microorganisms after exposure to subinhibitory concentrations of antibiotics, which can cause not only low, but also high levels of resistance, is of great interest for researchers [6].

#### **Phenotypic alterations caused by subinhibitory concentrations of antibiotics.**

The effect of subinhibitory concentrations of antibiotics on the expression level of genes involved in major biological processes can lead to various phenotypic changes in microorganisms (biosynthetic and transport processes, metabolism of various compounds, bacterial responses to stress, etc.) [7].

Transcriptomic analysis of *Streptococcus pneumoniae* for a penicillin concentration equivalent to 0.5 of the MIC demonstrated that among 386 genes with altered transcription patterns, some genes are upregulated (for example, genes involved in the synthesis of the cell wall), and some of the genes, on the contrary, display a decrease in expression (for example, in genes encoding capsular polysaccharides) [8].

Moreover, the effect of subinhibitory antibiotic concentrations on the virulence of microorganisms is of great interest [7].

For example, the virulence of *P. aeruginosa* is enhanced by subinhibitory concentrations of tobramycin, tetracycline, norfloxacin [9]. Whereas, subinhibitory concentrations of azithromycin, ceftazidime, ciprofloxacin reduce the synthesis of virulence factors in the above microorganism [10].

de Freitas *et al.* studied morphological, biochemical, physiological changes, and virulence of *Bacteroides fragilis* after exposure to subinhibitory concentrations of ampicillin, ampicillin-sulbactam, clindamycin and chloramphenicol. It was found that the most noticeable morphological changes were caused by  $\beta$ -lactam drugs (ampicillin and ampicillin-sulbactam), these drugs caused bacterial filamentation (elongation) of bacterial cells. In this

case, the normal morphology of all strains was restored after cultivation without the above-mentioned antimicrobial drugs. The authors note that among the biochemical characteristics, alterations affected carbohydrate fermentation. After treatment with antimicrobials, alterations in MIC (for ampicillin and ampicillin-sulbactam) were observed, which might be caused by selection of resistant strains or by selection of bacterial cells with altered physiological pathways and mutants' selection [11].

#### **Genotypic alterations caused by subinhibitory concentrations of antibiotics.**

Antibiotics, along with phenotypic changes in bacterial cells, cause genetic changes, contributing to the emergence and spread of resistance to them. The main changes caused by subinhibitory concentrations of antibiotics at the genotype level are the activation of horizontal gene transfer and an increase in the level of mutagenesis [7].

Thus, in *Bacteroides*, tetracycline induces the transfer of conjugative transposons carrying genes for resistance to tetracycline and erythromycin into recipient cells with their subsequent integration into the chromosome [12]. Another major genetic change caused by antibiotic subinhibitory concentrations is an increase in mutation rates. Thus, it is known that under the influence of subinhibitory concentrations of fluoroquinolones, a sharp increase in mutagenesis occurs in *Mycobacterium fortuitum* and *Streptococcus pneumoniae* [13, 14].

de Freitas *et al.* studied the transcriptional response of *Bacteroides fragilis* after *in vitro* exposure to subinhibitory concentration of metronidazole. As a result of this study, the authors identified 2146 genes encoding proteins, of which 1618 (77%) were attributed to Gene Ontology, i.e. they were associated with widely known cellular functions. Among the above 2,146 genes, 377 were common to all strains of *B. fragilis*, thus, are critical for the survival of bacteria. Activated or repressed genes were found that encode enzymes involved in several metabolic pathways and involved in the response to metronidazole exposure, such as drug activation, mechanisms of protection against superoxide ions, and high expression levels of efflux pumps and DNA repair genes [15].

Thus, during antibiotic therapy, microbial pathogens are often exposed to low concentrations of antibiotics. This creates conditions for an adaptive response that occurs at the transcriptome level and lead to increase of their virulence [7].

### Proteomic approaches in the study of the mechanisms of bacterial resistance to antibiotics.

Proteomics is an indispensable tool for large-scale protein analysis and can be applied for understanding physiological alterations and for elucidation of mechanisms responsible for cellular processes in various genetic and environmental conditions. Thus, proteomics has expanded our knowledge of the mechanisms of bacterial antibiotic resistance. The recent development of a multidimensional approach combining proteomics with one or more -omics, including genomics, transcriptomics, and metabolomics, allows to better understand cellular physiology, metabolism at the system-wide level, including understanding the mechanisms of antibiotic resistance. As mentioned above, proteomic analysis is aimed at assessing the general profile of proteins in cells. This approach is used to qualitatively and quantitatively evaluate proteins expressed under certain conditions, including antimicrobial effects, and is also used to detect post-translational modification of proteins. Also, proteomic analysis allows to study the exoproteome, i.e. identification of all extracellular proteins that can either be freely secreted by the microorganism, or enclosed in extracellular vesicles. For example, Park *et al.* studied the cellular proteome and extracellular vesicles of *Pseudomonas aeruginosa*; they demonstrated that an increase in antibiotic resistance of biofilms is associated with modulation of both cellular and vesicular proteomes [16].

Most proteomic analyzes of antibiotic resistance can be divided into two large groups: comparison of resistant and susceptible bacteria and bacterial responses to the presence of antibiotics. Wherein, resistant strains can be clinical strains or strains obtained *in vitro*. In studies of the first type, most downregulated proteins are associated with secretion and metabolism, and most highly expressed are proteins involved in cell wall biogenesis, known mechanisms of resistance, metabolism, and transport of polysaccharides. In the second case, analysis of bacterial response to antibiotic exposure showed that the most frequently affected proteins are chaperone proteins and proteins involved in the stress response, amino acid metabolism, and energy metabolism. Some proteins involved in amino acid and energy metabolism are overexpressed, while others are underexpressed. The proteomic response is usually specific for each antibiotic, and, as described above, often involves proteins involved in energy and nitrogen metabolism, protein and nucleic acid synthesis, glucan biosynthesis and stress response. The results of proteomic studies are usually con-

firmed by genomic and / or transcriptomic analysis of strains [17].

Proteomic analyses for various bacteria after exposure to antibiotics (antibiotics, experimental conditions and methods of analysis are listed) are presented in the table 1.

According to the Table 1, Lata and Sharma compared the proteomic profiles of ofloxacin-susceptible and resistant clinical isolates of *M. tuberculosis* using 2-DE and MALDI-TOF-MS. Overexpression of 14 proteins was found in strains resistant to ofloxacin [19]. In the reference *E. coli* strain K12, about 4391 proteins have been identified so far. As can be seen from Table 1, the proteomic approach based on mass spectrometry made it possible to identify many proteins expressed in antibiotic-resistant *E. coli* strains [18, 20, 21].

### The role of proteomic analysis in understanding the mechanisms of antimicrobial resistance manifestation.

In connection with the emergence of genes for antimicrobial resistance among pathogenic bacteria, proteomic analyzes have become crucial for assessing dynamic changes in protein expression at the systemic level. At the same time, it is of the greatest interest to obtain a quantitative picture of differentially expressed proteins under different conditions of therapy. The general mechanisms of antibiotic resistance are shown in Figure 1.

Thus, there are five ways for microorganisms to acquire antimicrobial resistance: 1) enzymatic modification of the antibiotic; 2) active elimination of the antibiotic from the microbial cell; 3) a change in the permeability of the outer membrane of the microbial cell, limiting the access of the antibiotic to the target sites; 4) acquisition of genes of the metabolic pathway alternative to that which is inhibited by the antibiotic [22]; 5) degradation of the antimicrobial agent; 6) modification of antibiotic targets, 7) overexpression of the target molecule [23].

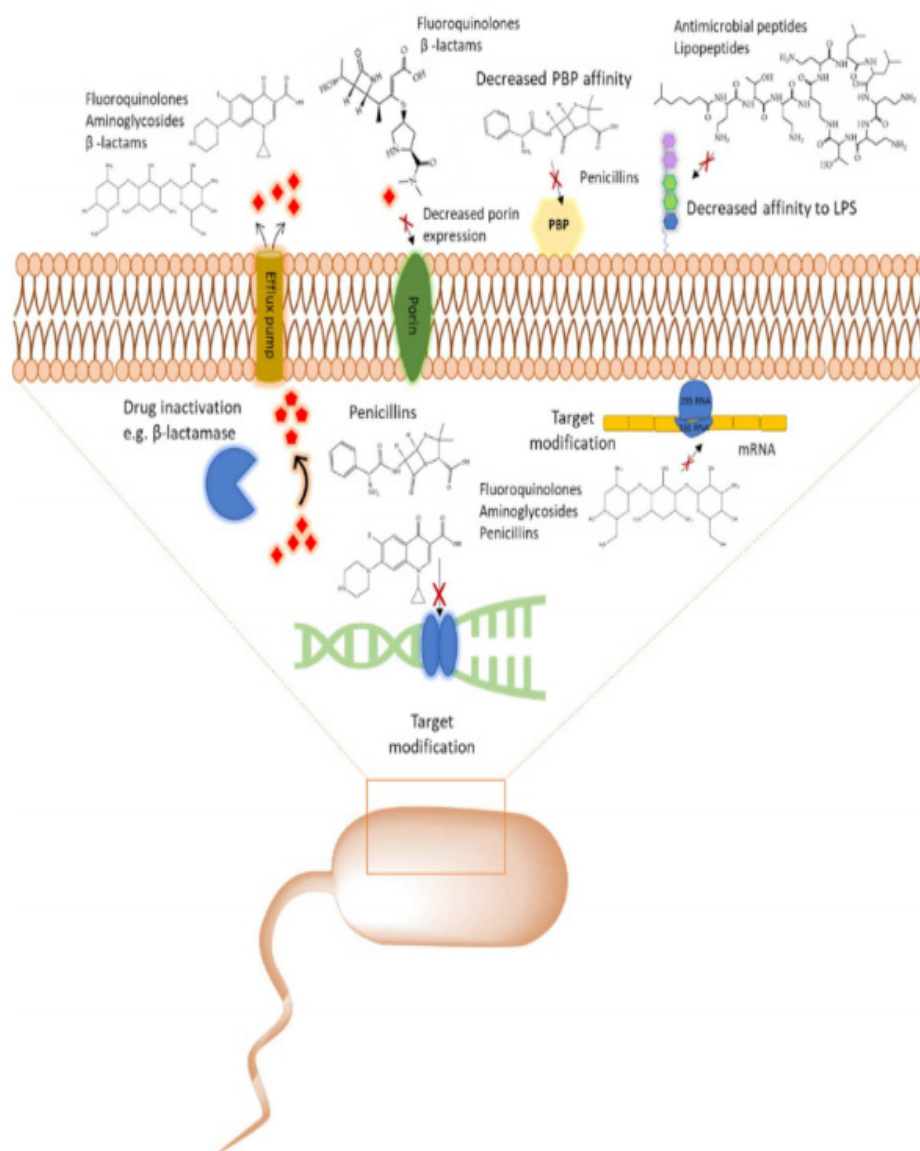
One of the earliest proteomic studies in understanding the mechanism of resistance manifestation was the study of the resistance of *Pseudomonas aeruginosa* to ampicillin. At the same time, it was found that regulatory changes in gene expression, which entail a change in the composition of porins, can lead to a significant increase in the minimum inhibitory concentrations of antibiotics. It was also shown that the *Pseudomonas aeruginosa* strain has a low amount of porins in the outer membrane, which, together with the highly efficient operation of transmembrane pumps, makes this microorganism extremely resistant to a wide range of antibiotics [24, 25].



**Table 1** – Proteomic analysis of antibiotic response in different bacteria [3]

Drug	Bacterial Strain	Primary MOA	Phenotypic Investigation, Target	Time of Exposure	Concentration	Proteomic Approach and Method	Proteome Coverage (%) *	Results, Selected DEPs	Reference
AMP CTX CFP	<i>E. coli</i>	Cell wall biosynthesis	Outer membrane vesicles, $\beta$ -lactam resistance	12–84 h	AMP: 30 $\mu$ g/mL CTX: 4 $\mu$ g/mL CFP: 1.25 $\mu$ g/mL	SDS-PAGE, MALDI-TOF-MS	1,639 (273 mapped) 260 (OMVs resistant) 270 (OMVs susceptible)	83 $\uparrow$ , 49 $\downarrow$ (resistant)	[18]
OFX	<i>M. tuberculosis</i>	DNA gyrase	Planktonic, Monoresistance	36 h	2 $\mu$ g/mL (sub-MIC)	2-DE, MALDI-TOF MS	14	14 $\uparrow$	[19]
KAN	<i>E. coli</i>	Protein synthesis	Outer membrane Resistance	10 sequential subcultures	6.25 $\mu$ g/mL (1/2 MIC)	2-DE, MALDI-TOF MS	11	6 $\uparrow$ 5 $\downarrow$	[20]
SM GEN CEF TET NA	<i>E. coli</i>	Protein synthesis, cell wall synthesis, DNA gyrase	Effect of low abundance of NarG and NarH on resistance	10 sequential subcultures	1/2 MIC	2-DE, MALDI-TOF MS	94	CAZ-R: 7 $\downarrow$ 6 $\uparrow$ SM-R: 5 $\downarrow$ 1 $\uparrow$ TET-R: 7 $\downarrow$ 1 $\uparrow$ GEN-R: 9 $\downarrow$ 1 $\uparrow$ NA-R: 10 $\downarrow$	[21]

Note: \*-Total number of proteins identified; AMP-Ampicillin; GEN-gentamicin; CEF- ceftazidime; OFX- ofloxacin; CTX - цефтаксим; CFP – цефоперазон; KAN – канамицин, ТЕТ – тетрациклин; NA – налидиксид; SM – налидиксид; SM- streptomycin; DNA- deoxyribonucleic acid; MOA-Mode of action; arrow up-regulated and arrow down-downregulated proteins; MIC- minimum inhibitory concentration; OMV-outer membrane vesicles; SDS-PAGE- Sodium Dodecyl Sulfate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis; 2-DE – two-dimensional gel electrophoresis; MALDI-TOF MS – Matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry



**Figure 1** – Mechanisms of bacterial antibiotic resistance, which include target modification, drug inactivation, decreased affinity for lipopolysaccharides (LPS) and penicillin binding protein (PBP), and porin expression and pump efflux [3]

Currently, the most frequently studied using proteomic methods is the study of resistance to beta-lactam antibiotics, which account for more than half of all used antimicrobial drugs [17]. Beta-lactam antibiotics (penicillin, cephalosporin, carbapenems, monobactam and beta-lactamase inhibitors) disrupt the synthesis and / or stability of the cell membrane, thereby disrupting the biogenesis of the cell wall and lead to a loss of selective permeability and osmotic permeability, which ultimately leads to death of a bacterial cell. The main mechanism of resistance to beta-lactam antibiotics is the presence of proteins that hydrolyze antibiotics, known as beta-lactamases [26, 27].

Other important mechanisms include imbalances in transport proteins such as efflux pumps and porins and altered targets for penicillin binding proteins that reduce the affinity of  $\beta$ -lactams (by binding to the active serine site of penicillin binding proteins, resulting in inactive forms of enzymes that cannot catalyze both synthesis and cross-linking of peptidoglycan, which is important for achieving a rigid cell structure) [3, 22, 28]. Thus, the C-terminal domains of all penicillin-binding proteins are targets for  $\beta$ -lactam antibiotics. These antibiotics contain a  $\beta$ -lactam ring, a structural analogue of the D-Ala-D-Ala dipeptide, and therefore act as competitive inhibitors of penicillin-binding proteins (Figure 2).

The interaction between the carbonyl group in the  $\beta$ -lactam ring and the hydroxyl group of serine in the active site of the penicillin-binding protein leads to the formation of an inactive acylated form of the enzyme. Irreversible inhibition disrupts the synthesis of the bacterial cell wall [29].

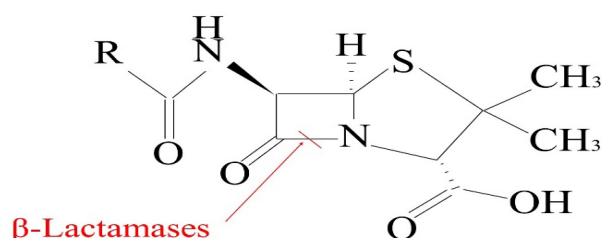


Figure 2 – Structure of  $\beta$ -lactams [29]

$\beta$ -lactamases are a superfamily of enzymes, which today has more than 2000 representatives. It is interesting to note that the evolution of  $\beta$ -lactamases occurs according to two main mechanisms: the appearance of new mutations in the genes of known enzymes and the appearance of enzymes with a new structure. The high frequency of  $\beta$ -lactamase mutations and the localization of their genes on mobile genetic elements contribute to the rapid spread of resistant bacteria, which is currently a global threat. In general, the question of the origin of bacterial enzymes responsible for the development of resistance during evolution remains controversial. Enzymes, which perform vital functions and are responsible for the biosynthesis of cell wall polysaccharides, proteins, nucleic acids, and metabolites, serve as targets for antibiotics. Interestingly, modification of the active sites of target enzymes promoted their ability to use antibiotics as substrates [29].

Subsequent proteomic studies addressing the manifestation of metronidazole resistance in resistant *B. fragilis* ATCC 25285 showed that proteomic changes affected a wide range of metabolic proteins, including lactate dehydrogenase (upregulation) and flavodoxin (downregulation), which may be involved in electron transfer reactions: disruption of enzymatic activity of the pyruvate-ferredoxin oxidoreductase (PorA) complex [30].

Thus, it should be noted that resistance to a single antibiotic can be determined by several different enzymes and mechanisms. Moreover, quite often even one cell has different mechanisms of resistance to the same antibiotic.

### Proteomic methods for the detection of antimicrobial resistance.

Antibiotic resistance mechanisms do provide microbes with the ability to bypass the effects of antibiotics and survive after exposure. Proteomics has emerged as an important tool in this area of research [22].

Proteomic methods are constantly evolving, and a wide variety of such methods and applications are currently available. One of the earliest methods successfully implemented in microbiology was the gel method (2D-PAGE). This method allowed the creation of maps of proteomes, thus giving a detailed view of the general expression of bacterial genes under certain conditions. For this, bacteria are grown *in vitro* under strictly controlled conditions, and the obtained comparative studies were used to identify a protein that correlates with its resistance [22]. Then the gel-free method became more popular, and the gel method was replaced by methods of quantitative analysis – metabolic and chemical labeling. Subsequent advances in the development of high-throughput and automated mass spectrometry instruments (from liquid chromatography-LC-MS to MALDI-TOF MS) have facilitated the application of quantitative proteomics using label-free strategies. The increased sensitivity of mass spectrometers, together with improved technologies for sample preparation and protein fractionation, have allowed for a more complete study of proteomes. In this respect, quantitative proteomics based on mass spectrometry is the most powerful tool for studying the protein profile compared with other methods [5].

Thus, MALDI-TOF MS applications for the detection of antimicrobial resistance can be divided, depending on the type of target and methodology, into the following approaches [27].

1. *Identification of the entire cell profile.* It includes the identification of differences in the spectra of all proteins from susceptible and resistant strains. Similar results were obtained for the important gram-negative anaerobic pathogen, *B. fragilis*. Thus, the use of MALDI-TOF MS identified two groups of bacteroides (I and II). Group II, carrying the *cfiA* gene, encodes a powerful metallo-beta-lactamase, and group I, which does not have it, differ in specific peaks in the spectra of their profile [31, 32].

In our work, the use of MALDI-TOF / MS also identify the bacteroid strain BFR\_KZ01, isolated from a patient with peritonitis, belonging to group II (*cfA*-positive), but still susceptible to meropenem, due to the presence of a gene in a “silent state” [33].

2. *Identification of antibiotic and hydrolysis product.* This approach has been reported for important clinical carbapenemases and extended-release beta-lactamases. Antibiotics and degradation products are usually analyzed in the mass range from 100 to 1000 Da. During the ionization process, matrix usually protonates the antibiotic, increasing the mass of the antibiotic. During the hydrolysis of lactams, some groups of molecules are lost. As newly hydrolyzed molecules become unstable due to the breaking of lactam rings, and tend to break into different fragments, compounds with different molecular weights are formed. The masses of such peaks are unique for each antibiotic and can be used for the detection of a specific antibiotic [34]. Strains negative for beta-lactamase do not change the molecular weight of beta-lactam [35]. In addition, the procedure allows for quantitative analysis, which is useful for direct comparison with MIC values, and provides excellent resolution. In addition, this method can be improved by using beta-lactamase inhibitors for identification of specific types of beta-lactamases. This method has been used for resistance to carbapenemase, chemicals with metallo-beta-lactamase encoded by *cifA*, in blood samples [36].

3. *Detection of proteins that confer resistance to the microorganism.* In this case, MALDI-TOF MS can establish some microbial biomarkers (mainly proteins or their fragments obtained after cleavage by trypsin), which confer resistance to the pathogen. For example, methicillin-resistant *S. aureus*, positive for agr (additional gene regulator) and carrying the mec class A complex, was identified by detecting a small peptide called PSM-mec in whole cells [37].

4. *Analysis of the cell wall.* The cell wall is a target for antibiotics and a barrier to other antibiotics, which act in the cytosol. For distinguishing various resistant and susceptible strains of gram-negative bacteria, specific components of the outer membrane such as porins, efflux pumps and lipopolysaccharides were quantitatively identified using MALDI-TOF MS methods [38]. For example, changes in the lipopolysaccharide lipid A structure that occur during the appearance of colistin resistance in *A. baumannii* can also be detected using MALDI-TOF MS [39].

5. *Discovery of mutations in resistance genes by sequencing.* MALDI-TOF MS methods were used for DNA sequencing analysis. Thereby, Pusch *et al* applied SNP genotyping based on MALDI-TOF MS in their study [40]. However, this approach is time consuming and does not offer any advantages over standard sequencing protocols.

6. *Marking of stable isotopes and monitoring cell growth.* The technology of labeling stable isotopes with amino acids in cell culture with the same isotope was used to distinguish between resistant and susceptible *P. aeruginosa* strains to meropenem, tobramycin, and ciprofloxacin [41].

Sensitive and resistant bacteria of the same species differ in growth in the presence of a particular antibiotic. For example, Lange *et al.* developed an antibiotic-sensitive-rapid test based on measuring the number of peptides and proteins within the range of spectra. These quantities correlate with the number of microorganisms and therefore with the growth of the microorganism. [33, 42].

It should be noted that most of the expressed proteins represent a stable phenotype and most of the different changes observed in resistant strains are not metabolic disorders in bacteria. Therefore, proteomics, together with other high-throughput approaches, can help understand metabolic pathways and their impact on antibiotic resistance [22].

Thus, proteomics complements comparative genomics and transcriptomic profiles by providing data on the nature of proteins. It provides information, which is unavailable for other methods, for example, in the event of post-translational modifications, subcellular protein localization, and others [22].

## Conclusion

Today, despite the enormous contribution of antibiotics to human health, one of the most alarming consequences of antibiotics overuse is the emergence and spread of resistant microorganisms [43]. Addressing the challenges of antibiotic resistance requires in-depth understanding of the mechanisms by which resistance emerges. The coordinated use of various approaches, including genomics, transcriptomics, together with good standard proteomic methods, is intended to improve the ability to detect bacterial resistance, understand the mechanisms of resistance and the response of virulence in microorganisms [27].

During antibiotic therapy, pathogens are often exposed to low concentrations of antimicrobial drugs, which creates conditions for an adaptive response that occurs at the level transcriptome and is manifested by an increase in their virulence. Subinhibitory concentrations of antibiotics affect expression levels of genes involved in major biological processes and can lead to various genotypic and phenotypic changes in microorganisms. The study of the mechanisms of bacterial response to subin-

hibitory concentrations of antibiotics allows to propose fundamentally new ways to combat pathogenic microorganisms, as well as to search for substances that specifically act on systems for controlling pathogenic properties [7].

MALDI-TOF mass spectrometry is one of the highly efficient, accurate and at the same time low-cost proteomic methods, which has become widespread in clinical microbiology in recent years. The emergence of new applications of MALDI-TOF mass spectrometry allows to improve the diagnosis of infections and determine the resistance of pathogens to antibiotics, what makes this technique especially attractive for multidisciplinary hospitals [44].

Thus, -omic technologies are designed to improve the current understanding of microbial biology. Highly productive multi-omics methods open new possibilities for a larger-scale analysis of mRNA and protein expression. The results of proteomic and transcriptomic analysis, processed by bioinformatics methods, provide a powerful basis for understanding the functional significance of transcripts and proteins of microorganisms under normal conditions and under stress conditions. Comparative multiomics data are also intended to facilitate understanding of phenotypic differences

in bacteria (level of drug susceptibility as well as virulence).

It should be noted that in Kazakhstan, to date, studies of microorganisms based on a multi-omics approach including transcriptomic and proteomic analysis has not been undertaken. In this connection, the use of the above approaches aimed at obtaining new data on the mechanisms of resistance of microorganisms will be generally relevant for the fundamental science.

### Funding

This work was supported by grant funding for scientific and scientific and technical projects for 2021-2023. Funding was provided by the Science Committee of the Republic of Kazakhstan within the framework of the grant AP09258813 “A multivariate approach to studying the cellular response of *Bacteroides fragilis* to carbapenems”, contract №208/36-21-23 from 15 April 2021.

### Conflict of interest

All authors are familiar with information provided in the article and declare no conflicts of interest.

### References

- 1 Cui H., Dhroso A., Johnson N., Korkin D. (2015) The variation game: Cracking complex genetic disorders with NGS and omics data. *Methods*, vol. 79–80, pp. 18–31. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.04.018>.
- 2 Hasin Y., Seldin M., Lusis A. (2017) Multi-omics approaches to disease. *Genome Biol.*, vol. 18, no. 1, p. 83. <https://doi.org/10.1186/s13059-017-1215-1>.
- 3 Tsakou F., Jersie-Christensen R., Jenssen H., Mojsoska B. (2020) The Role of Proteomics in Bacterial Response to Antibiotics. *Pharmaceuticals*, vol. 13, no. 9. <https://doi.org/10.3390/ph13090214>.
- 4 Gmuender H., Kuratli K., Gray C. P., Keck W., Evers S. (2001) Gene expression changes triggered by exposure of *Haemophilus influenzae* to novobiocin or ciprofloxacin: combined transcription and translation analysis. *Genome Res.*, vol. 11, no. 1, pp. 28–42. <https://doi.org/10.1101/gr.157701>.
- 5 Chernov V. M., Chernova O. A., Mouzykantov A. A., Lopukhov L. L., Aminov R. I. (2019) Omics of antimicrobials and antimicrobial resistance. *Expert Opin. Drug Discov.*, vol. 14, no. 5, pp. 455–468. <https://doi.org/10.1080/17460441.2019.1588880>.
- 6 Davidovich B. T., Solovyova N.V., Bashilova E.N. (2020) Endoecological aspects of antibiotic resistance: a literature review. *Hum. Ecol.*, vol. 5, pp. 31–36. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2020-5-31-36>.
- 7 Bulgakova V.G., Vinogradova K.A., Orlova T.I., Kozhevnikov P.A. (2014) Antibiotic action as signaling molecules. *Antibiot. Chemother.*, vol. 59, pp. 36–43.
- 8 Rogers P. D. et al. (2007) Gene expression profiling of the response of *Streptococcus pneumoniae* to penicillin. *J. Antimicrob. Chemother.*, vol. 59, no. 4, pp. 616–626. <https://doi.org/10.1093/jac/dkl560>.
- 9 Linares J. F., Gustafsson I., Baquero F., Martinez J. L. (2006) Antibiotics as intermicrobial signaling agents instead of weapons. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 103, no. 51, pp. 19484–19489. <https://doi.org/10.1073/pnas.0608949103>.
- 10 Skindersoe M. E. et al. (2008) Effects of antibiotics on quorum sensing in *Pseudomonas aeruginosa*. *Antimicrob. Agents Chemother.*, vol. 52, no. 10, pp. 3648–3663. <https://doi.org/10.1128/AAC.01230-07>.
- 11 Freitas M. C. R. et al. (2015) *Bacteroides fragilis* response to subinhibitory concentrations of antimicrobials includes different morphological, physiological and virulence patterns after in vitro selection. *Microb. Pathog.*, vol. 78, pp. 103–113. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2014.12.002>.

- 12 Jeters R. T., Wang G.-R., Moon K., Shoemaker N. B., Salyers A. A. (2009) Tetracycline-associated transcriptional regulation of transfer genes of the *Bacteroides* conjugative transposon CTnDOT. *J. Bacteriol.*, vol. 191, no. 20, pp. 6374–6382. <https://doi.org/10.1128/JB.00739-09>.
- 13 Gillespie S. H., Basu S., Dickens A. L., O'Sullivan D. M., McHugh T. D. (2005) Effect of subinhibitory concentrations of ciprofloxacin on *Mycobacterium fortuitum* mutation rates. *J. Antimicrob. Chemother.*, vol. 56, no. 2, pp. 344–348. <https://doi.org/10.1093/jac/dki191>.
- 14 Henderson-Begg S. K., Livermore D. M., Hall L. M. C. (2006) Effect of subinhibitory concentrations of antibiotics on mutation frequency in *Streptococcus pneumoniae*. *J. Antimicrob. Chemother.*, vol. 57, no. 5, pp. 849–854. <https://doi.org/10.1093/jac/dkl064>.
- 15 de Freitas M. C. R. et al. (2016) Exploratory Investigation of *Bacteroides fragilis* Transcriptional Response during In vitro Exposure to Subinhibitory Concentration of Metronidazole. *Front. Microbiol.*, vol. 7, p. 1465. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01465>.
- 16 Park A. J., Krieger J. R., Khursigara C. M. (2016) Survival proteomes: the emerging proteotype of antimicrobial resistance. *FEMS Microbiol. Rev.*, vol. 40, no. 3, pp. 323–342. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuv051>.
- 17 Lima T. B. et al. (2013) Bacterial resistance mechanism: what proteomics can elucidate. *FASEB J.*, vol. 27, no. 4, pp. 1291–1303. <https://doi.org/10.1096/fj.12-221127>.
- 18 Kim S. W. et al. (2018) Outer membrane vesicles from  $\beta$ -lactam-resistant *Escherichia coli* enable the survival of  $\beta$ -lactam-susceptible *E. coli* in the presence of  $\beta$ -lactam antibiotics. *Scientific reports*, vol. 8, no. 1. Laboratory of Aquatic Animal Diseases, Institute of Animal Medicine, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Republic of Korea., p. 5402. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23656-0>.
- 19 Lata M., Sharma, D. Deo N., Tiwari P. K., Bisht D., Venkatesan K. (2015) Proteomic analysis of ofloxacin-mono resistant *Mycobacterium tuberculosis* isolates. *J. Proteomics*, vol. 127, no. Pt A, pp. 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2015.07.031>.
- 20 Zhang D., Li H., Lin X., Peng X. (2015) Outer membrane proteomics of kanamycin-resistant *Escherichia coli* identified MipA as a novel antibiotic resistance-related protein. *FEMS Microbiol. Lett.*, vol. 362, no. 11. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnv074>.
- 21 Ma Y., Guo C., Li H., Peng X.-X. (2013) Low abundance of respiratory nitrate reductase is essential for *Escherichia coli* in resistance to aminoglycoside and cephalosporin. *J. Proteomics*, vol. 87, pp. 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2013.05.019>.
- 22 Vranakis Let al. (2014) Proteome studies of bacterial antibiotic resistance mechanisms. *J. Proteomics*, vol. 97, pp. 88–99. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2013.10.027>.
- 23 van Hoek A., Mevius D, Guerra B., Mullany P., Roberts A., Aarts H. (2011) Acquired Antibiotic Resistance Genes: An Overview. *Front. Microbiol.*, vol. 2, p. 203. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00203>.
- 24 Peng X., Xu C., Ren H., Lin X., Wu L., Wang S. (2005) Proteomic Analysis of the Sarcosine-Insoluble Outer Membrane Fraction of *Pseudomonas aeruginosa* Responding to Ampicilin, Kanamycin, and Tetracycline Resistance. *J. Proteome Res.*, vol. 4, no. 6, pp. 2257–2265. <https://doi.org/10.1021/pr050159g>.
- 25 Delcour A. H. (2009) Outer membrane permeability and antibiotic resistance. *Biochim. Biophys. Acta – Proteins Proteomics*, vol. 1794, no. 5, pp. 808–816. <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2008.11.005>.
- 26 Pérez-Llarena F. J, Bou G. (2009) Beta-lactamase inhibitors: the story so far. *Curr. Med. Chem.*, vol. 16, no. 28, pp. 3740–3765. <https://doi.org/10.2174/092986709789104957>.
- 27 Pérez-Llarena F. J., Bou G. (2016) Proteomics As a Tool for Studying Bacterial Virulence and Antimicrobial Resistance. *Front. Microbiol.*, vol. 7, p. 410. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00410>.
- 28 Poole K. (2004) Resistance to  $\beta$ -lactam antibiotics. *Cell. Mol. Life Sci. C.*, vol. 61, no. 17, pp. 2200–2223. <https://doi.org/10.1007/s00018-004-4060-9>.
- 29 Egorov A. M., Ulyashova M. M., Rubtsova M. Y. (2018) Bacterial Enzymes and Antibiotic Resistance. *Acta Naturae*, vol. 10, no. 4, pp. 33–48.
- 30 Diniz C. G., Farias L. M., Carvalho M. A. R., Rocha E. R, Smith C. J. (2004) Differential gene expression in a *Bacteroides fragilis* metronidazole-resistant mutant. *J. Antimicrob. Chemother.*, vol. 54, no. 1, pp. 100–108. <https://doi.org/10.1093/jac/dkh256>.
- 31 Nagy E., Becker S., Sóki J., Urbán E., Kostrzewa M. (2011) Differentiation of division I (cfiA-negative) and division II (cfiA-positive) *Bacteroides fragilis* strains by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry. *J. Med. Microbiol.*, vol. 60, no. Pt 11, pp. 1584–1590. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.031336-0>.
- 32 Wybo I. et al. (2011) Differentiation of cfiA-Negative and cfiA-Positive *Bacteroides fragilis* Isolates by Matrix-Assisted Laser Desor. *J. Clin. Microbiol.*, vol. 49, no. 5, pp. 1961 LP – 1964. <https://doi.org/10.1128/JCM.02321-10>.
- 33 Kozhakhmetova S. et al. (2021) Determinants of resistance in *Bacteroides fragilis* strain BFR\_KZ01 isolated from a patient with peritonitis in Kazakhstan. *J. Glob. Antimicrob. Resist.*, vol. 25, pp. 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2021.02.022>.
- 34 Oviaño M., Bou G. (2018) Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization–Time of Flight Mass Spectrometry for the Rapid Detection of Antimicrobial Resistance Mechanisms and Beyond. *Clin. Microbiol. Rev.*, vol. 32, no. 1, pp. e00037-18. <https://doi.org/10.1128/CMR.00037-18>.
- 35 Hrabák J., Chudáčková E., Walková R. (2013) Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization–Time of Flight (MALDI-TOF) Mass Spectrometry for Detection of Antibiotic Resistance Mechanisms: from Research to Routine Diagnosis. *Clin. Microbiol. Rev.*, vol. 26, no. 1, pp. 103 LP – 114. <https://doi.org/10.1128/CMR.00058-12>.
- 36 Johansson Å., Nagy E., Sóki J. (2014) Instant screening and verification of carbapenemase activity in *Bacteroides fragilis* in positive blood culture, using matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry. *J. Med. Microbiol.*, vol. 63, no. Pt 8, pp. 1105–1110. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.075465-0>.

- 37 Josten M. et al. (2014) Identification of agr-positive methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* harbouring the class A mec complex by MALDI-TOF mass spectrometry. *Int. J. Med. Microbiol.*, vol. 304, no. 8, pp. 1018–1023. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2014.07.005>.
- 38 Imperi F. et al. (2009) Analysis of the periplasmic proteome of *Pseudomonas aeruginosa*, a metabolically versatile opportunistic pathogen. *Proteomics*, vol. 9, no. 7, pp. 1901–1915. <https://doi.org/10.1002/pmic.200800618>.
- 39 Beceiro A. et al. (2011) Phosphoethanolamine Modification of Lipid A in Colistin-Resistant Variants of *Acinetobacter baumannii*. *Antimicrob. Agents Chemother.*, vol. 55, no. 7, pp. 3370 LP – 3379. <https://doi.org/10.1128/AAC.00079-11>.
- 40 Pusch W., Wurmbach J.-H., Thiele H., Kostrzewa M. (2002) MALDI-TOF mass spectrometry-based SNP genotyping. *Pharmacogenomics*, vol. 3, no. 4, pp. 537–548. <https://doi.org/10.1517/14622416.3.4.537>.
- 41 Jung J. S. et al. (2014) Rapid detection of antibiotic resistance based on mass spectrometry and stable isotopes. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.*, vol. 33, no. 6, pp. 949–955. <https://doi.org/10.1007/s10096-013-2031-5>.
- 42 Lange C., Schubert S., Jung J., Kostrzewa M., Sparbier K. (2014) Quantitative Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization–Time of Flight Mass Spectrometry for Rapid Resistance Detection. *J. Clin. Microbiol.*, vol. 52, no. 12, pp. 4155 LP – 4162. <https://doi.org/10.1128/JCM.01872-14>.
- 43 Cohen A. et al. (2015) A multifaceted ‘omics’ approach for addressing the challenge of antimicrobial resistance. *Future Microbiol.*, vol. 10, no. 3, pp. 365–376. <https://doi.org/10.2217/fmb.14.127>.
- 44 Barantsevich E.P., Barantsevich N. E. (2014) Maldi-tof mass spectrometry in clinical microbiology. *Transl. Med.*, vol. 3, pp. 23–28. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2014-0-3-23-28>.





1-бөлім  
**БОТАНИКА**

---

Section 1  
**BOTANY**

---

Раздел 1  
**БОТАНИКА**

IRSTI 68.33.29; 68.35.29, 68.35.57

<https://doi.org/10.26577/eb.2021.v89.i4.04>

Ye.S. Sycheva<sup>1</sup> , M.S. Mukanova<sup>1</sup> \*,  
G.S. Mukanova<sup>2</sup> , G.B. Sarsenbaeva<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences, Kazakhstan, Almaty<sup>2</sup>RSE «Institute of Botany and Phytointroduction» CFW MEGNR RK, Kazakhstan, Almaty<sup>3</sup>Zh. Zhiembaev Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: chem\_mukan@mail.ru

## GROWTH STIMULATING ACTIVITY OF NEW PLANT GROWTH REGULATORS

This study was conducted to evaluate growth stimulating activity of new biologically active compounds on shoot germination and seedlings length of wheat and spruce seeds. The best results were obtained by the treatment of spruce seeds with the preparations 3 and 5, where spruce seeds germination was 87.7 – 88%, whereas for the control it was 84%, for the standard – 86 %, and seedlings length in these experiment options was from 8.5 cm to 8.8 cm, for the control – 4.0 cm, for the standard – 7.2 cm. Germination energy and formed shoots germination on wheat seeds were for the control 64.5% and 83.5%, respectively, for KN-2 preparation at 0.01% concentration were 71.0% and 85.5%, for the compound 6 at the concentration 0.1% – 98.0% and 98.5%, at 0.01% concentration – 82.5% and 84.4 %. Using of the growth stimulant 6 completely suppresses the development of saprophytic and pathogenic microflora.

The stimulant 7 showed at 0.01% concentration a high shoot forming activity by Spirea propagation, where averaged shoot length was 3.91 cm compared to the control, Cornevin, KN-2 (1.63; 2.58; 3.59 cm, respectively) and the average percentage of rooted propagules was 44%, similar to the standards (Cornevin and KN-2). The growth stimulant 10 was the most effective and showed a high root forming activity at 0.01% concentration by propagation processing, where the averaged root length was 3.4 cm as compared to the control, Cornevin, KN-2 (1.63, 2.26, 1.67 cm, respectively). A high percentage of rooting at 0.001% concentration was 63%, which exceeds the control and standards Cornevin and KN-2 by 43%, 53%, 52%, respectively. Obtained results of the research demonstrate that the treatment of seedlings with the growth stimulants activates the formation of the root system and shoots.

**Key words:** Growth stimulants, germination, growth stimulating, shoot and root forming activity.

Е.С. Сычева<sup>1</sup>, М.С. Муканова<sup>1\*</sup>, Г.С. Муканова<sup>2</sup>, Г.Б. Сарсенбаева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>«А.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>РМК «Ботаника және фитоинтродукция институты» ҚР ЭГТРМ ОШЖДК, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>3</sup>Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты,

Қазақстан, Алматы қ.

\* e-mail: chem\_mukan@mail.ru

### Жаңа өсімдік өсуін реттегіштердің өсуді ынталандыру белсенділігі

Бұл зерттеулер жаңа биологиялық белсенді қосылыстардың бидай мен шырша тұқымдарының өсінділері мен көшеттерінің ұзындығына ынталандыру белсенділігін анықтау мақсатында жүргізілді. Шырша тұқымдарын 3 және 5 препараттармен өңдеу кезінде жақсы нәтижелер алынды, онда шырша тұқымдарының өнгіштігі 87,7 – 88% құрады, ал бақылауда – 84%, эталонда – 86%, ал осы нұсқалардағы көшеттердің ұзындығы 8,5-тен 8,8 см-ге дейін, бақылауда – 4,0 см, эталонды пайдалана отырып – 7,2 см құрады. Бидай тұқымдарында өскін энергиясы және бақылауда пайда болған өскіндердің өнгіштігі 64,5 және 83,5% құрады, тиісінше КН-2 препараты үшін концентрациясы 0,01% – 71,0 және 85,5%, 0,1% концентрациясында 6 қосылысты пайдалану – 98,0 және 98,5%, концентрациясы 0,01% – 82,5 және 84,4% құрады. 6 өсуді ынталандырғышын қолдану сапрофиттік және патогендік микрофлораның дамуын толығымен тежейді.

Спиреяны кесу кезінде 0,01% концентрациясында жоғары өскін өсу қабілетін 7 ынталандырғыш көрсетті, мұнда бақылау, Корневин, КН-2 (сәйкесінше 1,63; 2,58; 3,59) салыстырғанда орташа есеппен 3,91 см құрады және стандарттарға ұқсас (Корневин және КН-2) өскіндердің орташа пайызы 44%-ға тең. Өскіндерді өңдеу кезінде 10 өсу ынталандырғышы тиімді екендігі анықталды, ол 0,01% концентрациясында жоғары тамыртүзгіш қабілетін көрсетті, онда тамырдың ұзындығы бақылау, Корневин, КН-2 (1,63; 2,26; 1,67 см) салыстырғанда орташа

есеппен 3,4 құрады. 0,001% концентрациясы кезінде тамырланудың жоғары пайызы 63%-ға тең, бұл бақылаудан 43%-ға, Корневин эталоны 53%-ға, КН-2 52%-ға артық. Зерттеулер негізінде алынған нәтижелер көшеттерді өсуді ынталандырғыштармен өңдеу бақылаумен және Корневин, КН-2 эталондарымен салыстырғанда тамыр жүйесі мен өскіндердің пайда болуын жоғары белсендіретіні анықталды.

**Түйін сөздер:** өсуді ынталандырғыштар, өнгіштік, өсуді үдеткіш, өскін- және тамырландырғыш белсенділіктер.

Е.С. Сычева<sup>1</sup>, М.С. Муканова<sup>1\*</sup>, Г.С. Муканова<sup>2</sup>, Г.Б. Сарсенбаева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>АО Институт химических наук им. А.Б. Бектурова, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭГПР РК, Казахстан, г. Алматы

<sup>3</sup>ТОО Казахский научно-исследовательский институт карантин и защиты растений им. Ж. Жиембаева, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: chem\_mukan@mail.ru

### **Ростстимулирующая активность новых регуляторов роста растений**

Данное исследование было проведено с целью оценки ростстимулирующей активности новых биологически активных соединений на всхожесть побегов и длину проростков семян пшеницы и ели. Лучшие результаты получены при обработке семян ели препаратами 3 и 5, где всхожесть семян ели составила 87,7 – 88%, тогда как в контроле – 84%, в эталоне – 86%, длина проростков в данных вариантах эксперимента составила от 8,5 до 8,8 см, в контроле – 4,0 см, с использованием эталона – 7,2 см. На семенах пшеницы энергия прорастания и всхожесть образовавшихся побегов в контроле составили 64,5 и 83,5 %, соответственно, для препарата КН-2 при концентрации 0,01% – 71,0 и 85,5 %; с использованием соединения 6 при концентрации 0,1% – 98,0 и 98,5 %; при концентрации 0,01% – 82,5 и 84,4 %. Применение стимулятора роста 6 полностью подавляет развитие сапрофитной и патогенной микрофлоры.

Высокую побегообразующую активность при черенковании спиреи показал стимулятор 7 в концентрации 0,01%, где длина побегов составила в среднем 3,91 см по сравнению с контролем, Корневином, КН-2 (1,63; 2,58; 3,59, соответственно) и средний процент укорененных черенков равен 44%, схожий с эталонами (Корневин и КН-2). При обработке черенков наиболее эффективным оказался стимулятор роста 10, который при концентрации 0,01% показал высокую корнеобразующую активность, где длина корней составила в среднем 3,4 по сравнению с контролем, Корневином, КН-2 (1,63; 2,26; 1,67 см), соответственно. Высокий процент укоренения при концентрации 0,001% равен 63%, что превосходит контроль на 43%, эталон «Корневин» – на 53%, КН-2 – на 52%. Полученные результаты исследования показывают, что обработка саженцев стимуляторами роста активизирует образование корневой системы и побегов.

**Ключевые слова:** стимуляторы роста, всхожесть, ростстимулирующая, побего- и корнеобразующая активность.

## **Introduction**

Interest to plant growth regulators (PGRs), which have a wide spectrum of action, is growing every year. A feature of growth regulators is the ability to positively influence the physicochemical processes in plants and provide them with microelements, contributing to the growth of crop productivity. Special value is the ability of growth stimulants to stimulate adaptation processes and increase plant resistance to unfavorable environmental factors. PGRs significantly activate growth and development of plants, have a directed effect on individual organogenesis stages, and accelerate the passage of phenological development phases, increase resistance to adverse environmental factors [1].

Currently, the assortment of growth regulators on the market is quite diverse and is constantly up-

dated with new preparations. The PGRs created in recent years on the basis of synthetic raw materials open up new approaches to the management of plant metabolism processes and allow to solve the problems of practical crop production.

PGRs are using for acceleration of plant growth or its inhibition, rooting in propagation processing, increasing crop yield, removing seeds from dormancy, producing seedless fruits, leaves and fruits dropping, plants drying before harvest and in agricultural biotechnology [2, 3]. Effective growth regulators were studied and identified and their peculiarities of influence on various varieties of rootstocks of fruit and berry crops [4 – 8].

The use of PGRs in agricultural practice in order to germination increasing, crop yield, quality and plant resistance against unfavorable environmental factors is becoming an important link in the technol-

ologies of growing and cultivating grain, horticultural and fruit crops [9, 10].

Domestic and foreign scientists are actively searching for new plant growth regulators with a wide spectrum of action. Within many years of research have been developed methods for a preparation of planting material for berry and ornamental shrubs, rootstocks for reproduction using PGRs, which can increase a level of regenerative ability of vegetative offspring, reduce a period of root formation, improve development, increase viability, winter hardiness of rooted material and increase the yield of standard seedlings. The effectiveness of the methods is confirmed on a large number of varieties with different root forming ability and by using of growth stimulants with various directions of action [11 – 13].

For many years A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences together with the institutes of agrarian and biological profile have been carried out research aimed at creating new highly effective environmentally friendly growth stimulants to improve germination quality, plant and agricultural crop productivity and yield. The results of this research were the developing of plant growth stimulants Akpinol, Fospinol, AN-16 and their other analogues [14 – 20].

In recent years, PGRs, that have a wide spectrum of physiological activity, safe for humans and the environment have been developed based on advanced scientific achievements [21, 22]. Among crop protection products the greatest preference is given to growth stimulants with a polyfunctional action, which have a complex effect, for example, have both growth regulating and protective actions [23]. The use of such products is one of the ways to solve environmental problems in agriculture and is a good way for increasing the efficiency of plant protection against phytopathogens, and is a necessary element for modern agriculture.

Thus, are relevant for agriculture the search and testing of new environmentally friendly plant growth regulators, which have not only growth stimulating, but also a protective effect against unfavorable factors and diseases.

The aim of this investigation is to study the effect of new plant growth stimulants on the laboratory germination of wheat and spruce seeds, to determine root forming, root length, growth propagation, and number of roots in grafted Vangutta Spirea seedlings.

## Materials and research methods

The study of growth stimulating activity was carried out at S. Zh. Zhiembaev Kazakh Research Institute of Quarantine and Plant Protection and at the Institute of Botany and Phytointroduction of the Committee of Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan. The objects of laboratory research were wheat (Saratovskaya-29 variety) and spruce seeds. Determination of activity of the growth stimulants was carried out in the laboratory of biotechnology according to the well-known method [24].

The laboratory experiment options on wheat and spruce seeds:

1. Control (water)
2. Akpinol KN-2 (standard), (0.01mg / l)
3. Compound 1 (0.01 mg/l and 0.1 mg/l)
4. Compound 2 (0.01 mg/l and 0.1 mg/l)
5. Compound 3 (0.01 mg/l and 0.1 mg/l)
6. Compound 4 (0.01 mg/l and 0.1 mg/l)
7. Compound 5 (0.01 mg/l and 0.1 mg/l)
8. Compound 6 (0.01 mg/l and 0.1 mg/l)

The effectiveness of preparations using in seedlings propagation of Spirea Vangutta (*Spiraeax vanhouttei*) was determined in the laboratory for the protection of the gene pool and the introduction of fruit plants named after A.D. Dzhangalieva of the Institute of Botany and Phytointroduction. This experiment, control and observations were carried out according to the generally accepted method [25]. We used semi-lignified cuttings of Spirea Vangutta (*Spiraea x vanhouttei*) in an amount of 65 pieces each 8 – 9 cm long and with three buds in this experiment. The cuttings of Spirea were immersed separately in solutions of compounds in two concentrations (0.001%, 0.01%) for 6 hours. The cuttings were planted in a greenhouse with a prepared substrate (soil:sand). The experiment lasted 4 months. The survival rate of the planted cuttings was determined one month after planting. Quality of the planting material and the parameters of their development – cuttings height, roots number and length were determined at the end of the vegetative period.

Experiment options on cuttings

1. Control (without treatment)
2. Cornevin (standard), (0.01 %, 0.001%)
3. Akpinol KN-2 (standard), (0.01 %, 0.001%)
4. Compound 7 (0.01 %, 0.001%)
5. Compound 8 (0.01 %, 0.001%)
6. Compound 9 (0.01 %, 0.001%)

## 7. Compound 10 (0.01 %, 0.001%)

The studied compounds 1-10 were synthesized at A.B. Bekturov Institute of chemical sciences in the laboratory of chemistry of physiologically active compounds. The studied compounds are various dithiocarbamate derivatives (heterocyclic dithiocarbamates 1,3-5,9,10, dithioacetylenic heterocyclic alcohols 2,6, thioanhydrides of heterocyclic dithiocarbamic acids 7,8 and aromatic dithiocarbamate 10).

### Results and discussion

This study was carried out to investigate influence of the compounds on wheat and spruce

seeds germination in laboratory conditions. Seed samples were moistened in the solutions of the compounds 1-6 with 0.01 mg/l and 0.1 mg/l concentrations. In the control seeds were moistened with water. The sowing quality of seeds was determined in humid chambers placed in a thermostat at a temperature of 24 °C. In each variant were used 50 seeds in 3-fold repetition. Germination energy was estimated on the 3-rd day, laboratory germination on the 7-th day after treatment by the number of germinated seeds. The growth stimulating activity of the studied compounds was determined by two parameters: germination energy and shoot germination.

**Table 1** – Effect of the compounds 1 – 6 on germination and microflora of wheat seeds

Variant	Germination energy, %	Laboratory germination, %	Intensity of microflora growth, %	
			mushroom	bacterial
Control (water)	64,5	83,5	+++	+++
Akpinol KN-2 (standard), (0.01mg/l)	71,0	85,5	++	+
Compound 1 (0.01 mg/l)	74,5	76,5	++	-
Compound 1 (0.1 mg/l)	72,5	74,5	++	-
Compound 2 (0.01 mg/l)	74,2	76,2	+++	++
Compound 2 (0.1 mg/l)	78,5	79,0	++	-
Compound 3 (0.01 mg/l)	61,0	75,5	++	+
Compound 3 (0.1 mg/l)	64,5	76,5	++	-
Compound 4 (0.01 mg/l)	51,0	55,2	++	+
Compound 4 (0.1 mg/l)	54,5	56,5	++	-
Compound 5 (0.01 mg/l)	54,2	56,2	+++	++
Compound 5 (0.1 mg/l)	48,5	57,0	++	-
Compound 6 (0.01 mg/l)	82,5	84,4	+	-
Compound 6 (0.1 mg/l)	98,0	98,5	-	-

Note: + – weak growth; ++ – average growth; +++ – intensive growth;

The results of the laboratory experience showed, that the studied growth regulators have physiological activity. Of the studied compounds, the most effective result was obtained when wheat seeds were treated with the compound 6. So, the germination energy and the shoots germination in the control were 64.5, 83.5%, respectively, for the standard (KH-2) at 0.01% concentration – 71.0 and 85.5%, for the compound 6 – 82.5 and 84.4%, and at 0.1% concentration – 98.0 and 98.5%, respectively (Table 1). It should be noted that the phytoexamination re-

sults showed, that in the control wheat seeds were definitely infected with the microflora of saprophytic fungi: *Mucor*, *Penicillium* and *Alternaria*, while the compound 6 completely suppressed the development of saprophytic and pathogenic microflora.

In continuation of this study, the effect of growth regulators on spruce seed germination was studied in laboratory conditions. The growth stimulating activity of the tested compounds 1 – 6 was determined by two parameters: seedlings length and shoots germination (Table 2).

**Table 2** – Effect of the compounds 1-6 on spruce seeds germination

Variant	Seedling length, cm	Germination, %
Control (water)	4.0	84
Akpinol KN-2 (standard), (0.01mg/l)	7,2	86
Compound 1 (0.01 mg/l)	6.9	86
Compound 2 (0.01 mg/l)	4.5	87
Compound 3 (0.01 mg/l)	8,8	88
Compound 4 (0.01 mg/l)	8.1	88
Compound 5 (0.01 mg/l)	8,5	87,7
Compound 6 (0.01 mg/l)	7,4	88

The studied growth regulators showed high activity on spruce seeds. The best results were obtained when treatment was with the compounds 3 and 5, where spruce seeds germination was 87.7 – 88%, for the control – 84%, for the standard – 86%, and seedlings length in these variants was 8.5 – 8.8 cm, for the control – 4.0 cm, and for the standard – 7.2 cm.

We have studied the nature of the effect of plant growth regulators on the growth and development cuttings of *Spirea Vangutta* in a field. Important

indicators of the physiological activity of root and vegetative mass forming stimulants are the number of roots, their length, and growth of the aerial part of cuttings.

The results of the study carried out using the growth stimulants are presented in the Table 3.

The biometric measurements showed that the treatment of cuttings with the studied compounds significantly activated shoots and roots formation in comparison to the control and the standards.

**Table 3** – Effect of the compounds 7 – 10 on shoot and root forming of cuttings of *Spirea Vangutta*

Compound	Number of shoots	Shoot length	Number of roots	Root length
Concentration 0.001%				
Control (water)	0,76±0,13	1,63±0,33	5±0,24	3,06±0,22
Cornevin	1±0,11	2,26±0,33	5,19±0,36	3,26±0,21
KN-2	1±0,10	1,67±0,28	3,96±0,35	3,48±0,31
Compound 7	1,07±0,11	2,49±0,25	4,21±0,36	3,96±0,30
Compound 8	0,91±0,12	2,41±0,37	4,36±0,34	3,27±0,26
Compound 9	1±0,18	2,15±0,36	5,33±0,51	2,58±0,22
Compound 10	0,95±0,09	2,45±0,32	5,15±0,34	3,4±0,24
Concentration 0.01%				
Control (water)	0,76±0,13	1,63±0,33	5±0,24	3,06±0,22
Cornevin	0,96±0,13	2,58±0,42	5±0,42	3,24±0,21
KN-2	1,12±0,11	3,59±0,45	4,36±0,28	3,55±0,20
Compound 7	0,93±0,13	3,91±0,54	4,14±0,30	2,51±0,20
Compound 8	1,14±0,13	2,59±0,39	4,93±0,37	4,11±0,36
Compound 9	0,9±0,12	3,06±0,57	6,35±0,63	3,16±0,27
Compound 10	0,97±0,11	2,33±0,28	5,74±0,42	3,59±0,21

Analysis of the table data showed, that the compound 7 exhibits the greatest shoot forming activity and contributes to a larger number of shoots forma-

tion and their length in comparison to the control, the standards Cornevin and KN-2. Therefore, at 0.01% concentration the number of shoots, shoots length

were  $0.93 \pm 0.13$  cm,  $3.91 \pm 0.54$  cm, respectively, and at 0.001% concentration were  $1.07 \pm 0.11$ ,  $2.49 \pm 0.25$  cm, respectively, by using the compound 7.

The compound 8 at 0.001% concentration showed also a high shoot forming ability, where the shoot length was 2.41 cm, compared to the control, Cornevin and KN-2 standards (1.63, 2.26, 1.67 cm, respectively). The rooting rate was 50% compared to the control, Cornevin and KN-2 standards (44, 41, 42 %, respectively) (Figure 1).

The compound 10 showed a high root forming activity. Thus, the number of roots and length of

formed roots at 0.01% concentration for the control were  $5 \pm 0.24$ ,  $3.06 \pm 0.22$  cm, respectively, for Cornevin standard were  $5 \pm 0.42$ ,  $3.24 \pm 0.21$  cm, for KN-2 were  $4.36 \pm 0.28$ ,  $3.55 \pm 0.20$  cm, while using the compound 10 were  $5.74 \pm 0.42$ ,  $3.59 \pm 0.21$  cm, respectively (Table 3).

The number of roots and the length of formed roots were at 0.001% concentration for the control  $5 \pm 0.24$ ,  $3.06 \pm 0.22$  cm, respectively, for Cornevin standard  $5.19 \pm 0.36$ ,  $3.26 \pm 0.21$  cm, for KN-2 –  $3.96 \pm 0.35$ ,  $3.48 \pm 0.31$  cm, and for the compound 10 –  $5.15 \pm 0.34$ ,  $3.4 \pm 0.24$  cm, respectively.

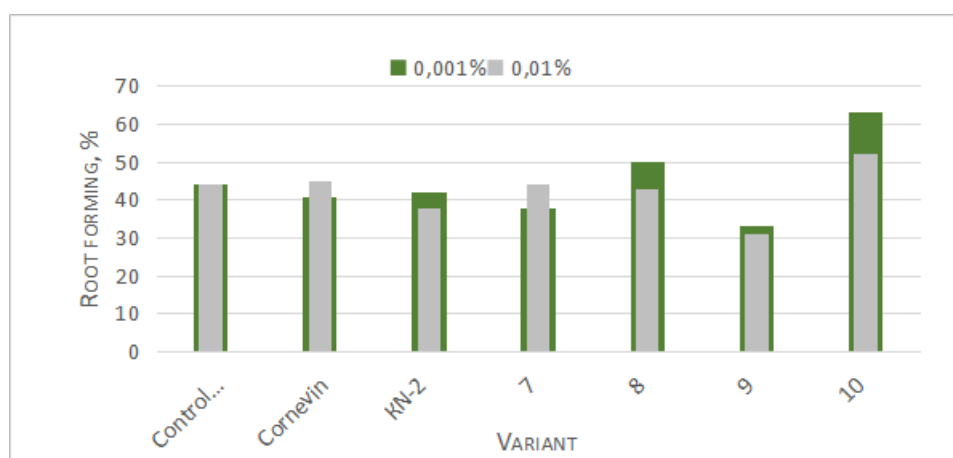


Figure 1 – Root forming activity of the compounds 7-10

In this study, it was found that the treatment of cuttings with the investigated growth stimulants activates the root system and shoots formation compared to the control and the standards Cornevin and KN-2.

Fig. 1 showed that the root forming percentage of lignified cuttings has a large interval between indicators from 31 to 63%, depending on the variant of the experiment.

In the variant of the experiment using the compound 10 (0.01%), the root forming of cuttings was 52%, better by 18% relative to the control variant and by 15% (Cornevin) and 36% (KN-2).

The best result of the root forming of cuttings 63 % was recorded in the variant of the compound 10 at 0.001% concentration, which exceeds the control by 43%, the standards Cornevin by 53% and KN-2 by 52%.

## Conclusion

In this study, it was established that the investigated new plant growth regulators (3, 5, 6) have

high growth stimulating activity and are effective stimulants of wheat and spruce seeds germination. Furthermore, was identified the growth stimulant, which completely inhibits the development of pathogenic microflora.

It was discovered that the studied plant growth regulators have shoot and root forming activity, among which the preparations 7 and 10 showed high efficiency by propagation of *Spirea Vangutta* cuttings.

The analysis of growth-stimulating activity revealed a pattern between the structure of the stimulants and their species-specificity of the biological action. It was discovered that heterocyclic dithiocarbamates have high growth stimulating activity in relation to spruce. Whereas the dithioacetylenic alcohols of these dithiocarbamates showed a high action on wheat. Thioanhydrides of heterocyclic dithiocarbamic acids showed high shoot forming activity and aromatic dithiocarbamate root forming activity.

The obtained results indicated that the investigated plant growth stimulants at the same time

stimulate the growth, development and physiological processes of plants, increase the ability to adapt to unfavorable environmental factors.

### Conflict of interest

All authors declare that they have no conflict of interest.

### Founding

This work was supported by the SC MES RK within the framework of the grant project for young scientists No. AR09057956 (2021-2023) "Development of bioorganic complexes with natural polysaccharides as an ecologically safe plant protection products", contract № 72-KMU dated February 25, 2021.

### References

- 1 Khan A.Z., Imran A., Muhammad A., Khalil A., Gul H., Wahab S., Akbar H. Impact of fertilizer priming on seed germination behavior and vigor of maize. *Pure & Applied Biology*. 5(4). (2016): 744 – 751.
- 2 Shapoval O.A., Mozharova I.P., Korshunov A.A. Plant growth regulators in agricultural technologies. *Plant protection and quarantine*. 6. (2014): 16 – 20.
- 3 Knyazeva T.V. *Plant growth regulators in the Krasnodar region*. Krasnodar: 2013.
- 4 Mursalimova G.R. The use of plant growth regulators in the propagation of rootstocks of fruit crops *Modern gardening. Contempor aryhorticulture*. 3. (2018):147 – 153.
- 5 Khlebnikov V.F., Ginda E.F., Platonova S.A. The influence of growth regulators on mechanical composition of the Solaris grapes variety. *Bulletin of the Pridnestrovian University: medico-biological and chemical sciences*. – Tiraspol: Publishing House of the Transnistrian University, 2(53). (2016): 91 – 96.
- 6 Ginda E.F. The influence of physiologically active substances on economically valuable indicators of the Bianca grape variety in the conditions of southern Transnistria. *Știința Agricolă*. 1. (2020): 81-88.
- 7 Kravchenko R.V., Radchevsky P.P., Ashes A.B. The influence of growth regulators Biodux and Avibif on the quality of grapes and wine materials of the Saperavi variety. *Scientific journal KubSAU*. 2(05). (2013): 1 – 16.
- 8 Mursalimova G.R. The effectiveness of the use of plant growth regulators in the reproduction of rootstocks of fruit crops. *Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (electronic journal)*. 4. (2018): 1 – 7.
- 9 Zhmagulov I.I., Ermekova D.B., Kulzhabaev E.M. The influence of the growth stimulator Atonic plus on the yield and quality indicators of spring wheat grain in the conditions of northern Kazakhstan. *Materials of the All-Russian (national) scientific-practical conference "Biotechnological methods of production and processing of agricultural products"*. Kursk, 1(4). (2021): 68 – 73.
- 10 Bogdanov O.E., Rudkovsky N.D., Tarasov I.G. Bogdanov R.E. The influence of growth regulators of various nature on the processes of root formation of rootstock form of Steppe Spring cherries. *Technologies of food and processing industry healthy food AIC-products*. 4. (2017): 9 – 13.
- 11 Usova K.E., Belopukhov S.L., Shaikhiev I.G. Environmentally friendly highly effective plant growth regulators for flower and ornamental crops. *Bulletin of the Technological University*. 19(21). (2016): 193 – 198.
- 12 Sultanova Z.K., Sycheva E.S., Kazybaeva S.Zh., Nikolsky M.A. Testing of plant growth regulators in growing of grapes seedlings in the conditions of the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation [Ispytaniye regulyatorov rosta rasteniy pri vyrashchivanii sazhensev vinograda v usloviyakh Respubliki Kazakhstana i Rossiyskoy Federatsii]. *Wine-making and viticulture. – Scientific works of NKZRIHiV. Russia. Krasnodar*. 11. (2016): 94 – 98.
- 13 Nikolsky M.A., Pankin M.I., Sultanova Z.K., Kazybaeva S.Zh., Sycheva Ye.S. Improvement of qualitative indicators of grape seedlings under the influence of growth regulators. *Wine-making and viticulture. Russia. Anapa*. 4. (2016): 46 – 50.
- 14 Erzhanov K.B., Vizer S.A., Sycheva Ye.S. Creation of innovative plant growth regulators with broad-spectrum action. *Almaty*: 2017.
- 15 Patent KZ 3810 U, 2019.
- 16 Patent KZ 3672 U, 2019.
- 17 Patent KZ 3673 U, 2019.
- 18 Patent KZ 4775 U, 2020.
- 19 Patent KZ 34496 U, 2020.
- 20 Patent KZ 34486 U, 2020.
- 21 Patent KZ 3938 U, 2019.
- 22 Patent KZ 1982 U, 2017.
- 23 Kotlovanov A.A., Obydenov K.L., Kalinina T.A., Vysokova O.A. , Galushchinsky A.N., Glukhareva T.V. Study of fungicidal activity of 1,3-thiazolidin-4-ones against phytopathogens. *Conference Proceedings «Modern approaches and methods in plant protection»*. Yekaterinburg: (2018): 23-25.
- 24 Chumakov A.E., Minkevich I.I., Vlasova Yu.I., Gavrilova E.A. *Basic methods of phytopathological research*. Moscow: 1974.
- 25 Polikarpova F. Ya., Pilyugina V.V. *Cultivation of planting material by green propagation*. Moscow. Rosagropromizdat: 1991.









## References

- 1 Chumakov A.E., Minkevich I.I., Vlasova Yu.I., Gavrilova E.A. (1974) Osnovnyye metody fitopatologicheskikh issledovaniy [Basic methods of phytopathological research]. Moscow, 188 p.
- 2 Bogdanov O.E., Rudkovsky N.D., Tarasov I.G. Bogdanov R.E. (2017) Vliyaniye regulyatorov rosta razlichnoy prirody na protsessy korneobrazovaniya podvoynoy formy vishni Stepnoy rodnik [The influence of growth regulators of various nature on the processes of root formation of rootstock form of Steppe Spring cherries]. Technologies of food and processing industry healthy food AIC-products, Vol. 4, pp. 9-13.
- 3 Erzhanov K.B., Vizer S.A., SychevaYe.S. (2017) Sozdaniye regulyatorov rosta shirokogo innovatsionnogo deystviya [Creation of innovative plant growth regulators with broad-spectrum action]. Almaty, 158 p.
- 4 Ginda E.F. (2020) Vliyaniye fiziologicheskii aktivnykh veshchestv na khozyaystvenno-tsennyye pokazateli sorta vinograda bianka v usloviyakh yuzhnogo Pridnestrov'ya [The influence of physiologically active substances on economically valuable indicators of the Bianca grape variety in the conditions of southern Transnistria]. Știința Agricolă, No. 1, pp. 81-88.
- 5 Khan A.Z., Imran A., Muhammad A., Khalil A., Gul H., Wahab S., Akbar H. (2016) Impact of fertilizer priming on seed germination behavior and vigor of maize. Pure & Applied Biology, No 5(4), pp 744-751.
- 6 Khlebnikov V.F., Ginda E.F., Platonova S.A. (2016) Vliyaniye regulyatorov rosta na mekhanicheskiy sostav grozdi vinograda introdutsirovannogo sorta solyaris [The influence of growth regulators on mechanical composition of the Solaris grapes variety]. Bulletin of the Pridnestrovian University: medico-biological and chemical sciences. Tiraspol: Publishing House of the Transnistrian University, No. 2(53), pp. 91-96.
- 7 Knyazeva T.V. (2013) Regulyatory rosta rasteniy v krasnodarskom kraye [Plant growth regulators in the Krasnodar region]. Krasnodar, 128 p.
- 8 Kotlovanov A.A., Obydenov K.L., Kalinina T.A., Vysokova O.A. , Galushchinsky A.N., Glukhareva T.V. (2018) Issledovaniye fungitsidnoy aktivnosti 1,3-tiazolidin-4-onov v otnoshenii fitopatogenov [Study of fungicidal activity of 1,3-thiazolidin-4-ones against phytopathogens]. Conference Proceedings «Modern approaches and methods in plant protection», Yekaterinburg, pp. 23-25.
- 9 Kravchenko R.V., Radchevsky P.P., Ashes A.B. (2013) Vliyaniye regulyatorov rosta Bioduks i Avibif na kachestvo vinograda i vinomaterialov sorta saperavi [The influence of growth regulators Biodux and Avibif on the quality of grapes and wine materials of the Saperavi variety]. Scientific journal KubSAU, No. 2 (05), pp. 1-16.
- 10 Mursalimova G.R. (2018) The use of plant growth regulators in the propagation of rootstocks of fruit crops [The use of plant growth regulators in the propagation of rootstocks of fruit crops]. Modern gardening – Contempor aryhorticulture, No. 3, pp 147-153.
- 11 Mursalimova G.R. (2018) Effektivnost' primeneniya regulyatorov rosta rasteniy pri razmnozhenii podvoeyev plodovyykh kul'tur [The effectiveness of the use of plant growth regulators in the reproduction of rootstocks of fruit crops]. Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (electronic journal), No. 4, pp. 1-7.
- 12 Nikolsky M.A., Pankin M.I., Sultanova Z.K., Kazybaeva S.Zh., SychevaYe.S. (2016) Uluchsheniye kachestvennykh pokazateley sazhentsev vinograda pod deystviyem regulyatorov rosta [Improvement of qualitative indicators of grape seedlings under the influence of growth regulators]. Wine-making and viticulture – Russia, Anapa, No. 4, pp 46 – 50.
- 13 Patent KZ 3810 U, 2019.
- 14 Patent KZ 3672 U, 2019.
- 15 Patent KZ 3673 U, 2019.
- 16 Patent KZ 4775 U, 2020.
- 17 Patent KZ 34496 U, 2020.
- 18 Patent KZ 34486 U, 2020.
- 19 Patent KZ 3938 U, 2019.
- 20 Patent KZ 1982 U, 2017.
- 21 Polikarpova F. Ya., Pilyugina V.V. (1991) Vyrashchivaniye posadochnogo materiala zelenym cherenkovaniyem [Cultivation of planting material by green propagation]. Moscow, Rosagropromizdat, 96 p.
- 22 Shapoval O.A., Mozharova I.P., Korshunov A.A. (2014) Regulyatory rosta rasteniy v agrotekhnologiyakh [Plant growth regulators in agricultural technologies]. Plant protection and quarantine, No. 6, pp 16 – 20.
- 23 Sultanova Z.K., Sycheva E.S., Kazybaeva S.Zh., Nikolsky M.A. (2016) Ispytaniye regulyatorov rosta rasteniy pri vyrashchivanii sazhentsev vinograda v usloviyakh Respubliki Kazakhstana i Rossiyskoy Federatsii [Testing of plant growth regulators in growing of grapes seedlings in the conditions of the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation]. Wine-making and viticulture. Scientific works of NKZRIHiV – Russia, Krasnodar, Vol.11, pp. 94-98.
- 24 Usova K.E., Belopukhov S.L., Shaikhiev I.G. (2016) Ekologicheski bezopasnyye vysokoeffektivnyye regulyatory rosta rasteniy dlya tsvetochno-dekorativnykh kul'tur [Environmentally friendly highly effective plant growth regulators for flower and ornamental crops]. Bulletin of the Technological University, Vol. 19, No. 21, pp. 193 – 198.
- 25 Zhumagulov I.I., Ermekova D.B., Kulzhabaev E.M. (2021) Vliyaniye stimulyatora rosta atonik plus na urozhaynost' i kachestvennyye pokazateli zerna yarovoy pshenitsy v usloviyakh severnogo kazakhstana [The influence of the growth stimulator Atonic plus on the yield and quality indicators of spring wheat grain in the conditions of Northern Kazakhstan]. Materials of the All-Russian (national) scientific-practical conference "Biotechnological methods of production and processing of agricultural products", Kursk, Part 1, No. 4, pp. 68-73.

FTAMP 34.29.35

<https://doi.org/10.26577/eb.2021.v89.i4.05>

**Н.М. Ибишева\*** , **А.С. Нурмаханова** , **С.Д. Атабаева** ,  
**А.Ж. Чилдибаева** , **Б.М. Тыныбеков** , **А.Т. Мамурова** ,  
**А. Сейлхан** 

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: nazerke0714@gmail.com

## **ҚАПШАҒАЙ-БАҚАНАС ТАС ЖОЛЫНЫҢ ОҢ ЖАҒАЛАУЫНДАҒЫ *SALVIA AETHIOPIS* L. ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІГІ МЕН ӨСІМДІК ҚАУЫМДАСТАРЫНЫҢ ФЛОРАЛЫҚ ҚҰРАМЫ**

Мақалада Алматы облысына қарасты Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жағалауынан, теңіз деңгейінен 709 м биіктіктен, шөптесін өсімдіктер қауымдастығының ашық далалы аймағынан *Salvia aethiopsis* L. перспективті дәрілік өсімдіктер қауымдастығының геоботаникалық сипаттамасы мен флористикалық талдауы берілген. Зерттеу нәтижесі бойынша бірінші популяция анықталған аймақтың флоралық құрамының тіршілік формаларынан терофиттер, яғни бір-екі жылдық өсімдіктердің 32 түрі басым екендігі анықталды, екінші орында гемикриптофиттер, көпжылдық шөптесін өсімдіктер 28 түр құрады, хамефиттер, яғни бұталар және жартылай бұталардың – 8 түрі, ал макрофанерофиттерден тек 1 түрі (*Ulmus pinnato-ramosa* Dieck.) кездесті. Екінші ценопопуляция аймағынан Қызыл Кітапқа енген *Tulipa kolpakovskiana* Regel өсімдігі кездесті. Анықталған ЦП 1, ЦП 2, ЦП 3 барлығы Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жағалауында жүргізілді. Зерттелген үлгі алаңында *Salvia aethiopsis* L. өсімдігінің 215 дарағы анықталды, бірінші ценопопуляция бойынша 55 дарак, екінші ценопопуляция бойынша 42 дарак, үшінші ценопопуляция бойынша 33 дарак анықталды. Бірінші ценопопуляцияда жас генеративтік өсімдіктер саны артқан, екінші және үшінші ценопопуляцияны жас вегетативтік өсімдіктер тобын құрады, ал генеративтік өсімдіктер аз кездесті, сонымен қатар екінші ценопопуляцияда постгенеративті кезеңінің сенильдік дарақтары қурай бастаған өсімдіктер басымырақ болды.

**Түйін сөздер:** популяция, ценопопуляция, ассоциация, доминант, тіршілік формасы, жастық құрылымы, экотип.

N.M. Ibisheva\*, A.S. Nurmahanova, S.Zh. Atabayeva, A.Zh. Childibaeva  
B.M. Tynybekov, A.T. Mamurova, A. Seilhan

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: nazerke0714@gmail.com

### **Structural feature of the coenopopulation of *Salvia aethiopsis* L and floral composition of plant communities on the right bank of the Kapshagai-Bakanas highway**

The article presents a geobotanical characterization and floristic analysis of a promising association of medicinal plants *Salvia aethiopsis* L from the right bank of the Kapshagai-Bakanas highway towards the Almaty region, from an altitude of 709 m above sea level, an open steppe zone of a herbaceous community. The results of the study showed that the life forms of the floristic composition of the region, which defined the first population, dominated by therophytes, i.e. one- or two-year plants, 32 species (46%), in second place hemicryptophytes, i.e., perennial plants are 28 species (41%), chamaephytes, i.e. bushes and shrubs – types of 8 (12%), and macrophanerophytes met only 1 species (*Ulmus pinnato-ramosa* Dieck.). From the zone of the second coenopopulation (CP 2), the plant *Tulipa kolpakovskiana* Regel, listed in the Red Book, fell. The identified CP 1, CP 2, and CP 3 were carried out on the right bank of the Kapshagai-Bakanas highway. In the sample field under study, *Salvia aethiopsis* L. 215 individuals of the plant were identified, 55 individuals were identified in the first coenopopulation, 42 individuals in the second coenopopulation, and 33 individuals in the third coenopopulation. In the first coenopopulation, the number of young generative plants increased, in the second and third coenopopulations, a group of young vegetative plants was formed, and generative plants were rarely found, and in the second coenopopulation, senile individuals of the postgenerative period prevailed.

**Key words:** population, coenopopulation, association, dominant, life form, age structure, ecotype.

Н.М. Ибишева\*, А.С. Нурмаханова, С.Д. Атабаева, А.Ж. Чилдибаева,  
Б.М. Тыныбеков, А.Т. Мамурова, А.Сейлхан

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

\*e-mail: nazerke0714@gmail.com

### Структурная особенность ценопопуляции *Salvia aethiopsis* L. и флористический состав растительных сообществ на правом берегу трассы Капшагай-Баканас

В статье дана геоботаническая характеристика и флористический анализ перспективной ассоциации лекарственных растений *Salvia aethiopsis* L с правого берега трассы Капшагай-Баканас в сторону Алматинской области, с высоты 709 м над уровнем моря, открытой степной зоны травянистого сообщества. По результатам исследования установлено, что из форм жизни флорного состава региона, в котором определялась первая популяция, преобладают терофиты, т. е. одно-двухлетние растения 32 вида, на втором месте – гемикриптофиты, т. е. многолетние травянистые растения, составляют 28 видов, хамефиты, кустарники и полукустарники – 8 видов, из макрофанерофитов встречался только 1 вид (*Ulmus pinnato-ramosa* Dieck.). Из зоны второй ценопопуляции (ЦП 2) встретилось растение *Tulipa kolpakovskiana* Regel, занесенное в Красную книгу. Выявлены ЦП 1, ЦП 2, ЦП 3 на правом берегу трассы Капшагай-Баканас. На исследуемом образцовом поле *Salvia aethiopsis* L. выявлено 215 особей растения, по первой ценопопуляции выявлено 55 особей, по второй ценопопуляции – 42 особи, по третьей ценопопуляции – 33 особи. При первой ценопопуляции увеличивалось количество молодых генеративных растений, при второй и третьей ценопопуляции формировалась группа молодых вегетативных растений, а генеративные растения мало встречались, а также при второй ценопопуляции преобладали сенильные особи постгенеративного периода.

**Ключевые слова:** популяция, ценопопуляция, ассоциация, доминанта, жизненная форма, возрастная структура, экотип.

#### Кіріспе

Қазіргі таңда елімізде фармацевтика өндірісінің дамуы мемлекет тарапынан қарастырылып, тұңғыш президентіміз Н.Ә.Назарбаевтың халыққа жолдауы мен «Бес институционалдық реформаны іске асыру бойынша 100 нақты қадам» атты ұлттық жоспарды іске асыру мақсатында әзірленген ҚР-дың денсаулық сақтау саласын дамытудың 2016-2019 жылдарға арналған «Денсаулық» мемлекеттік бағдарламасы бекітіліп, осы бағдарлама аясында фармацевтика өндірісінің дамыту, қолжетімді ресурстарды ұтымды пайдалану, сонымен қатар ұлттық дәрі-дәрмекпен қамтамасыз ету жұмыстары жоспарланған. Заманауи медицинада *Salvia aethiopsis* L. өсімдігі құрамындағы эфир майлары бактерияға, антифункционалды, микробқа, ісікке, диабетке, туберкулезге, қабынуға қарсы фармакологиялық қасиетке ие. Дәрілік құндылығы жоғары Оңтүстік Балқаш аймағында таралған *Salvia aethiopsis* L. өсімдігінің популяциясын тауып, таралу аймағының флоралық құрамымен ценопопуляциясының жастық құрамын анықтау тақырыптың өзектілігін көрсетеді.

Мақсаты: Қапшагай-Баканас тас жолының оң жағалауындағы *Salvia aethiopsis* L. ценопопуляциясының құрылымдық ерекшелігімен өсімдік қауымдастарының флоралық құрамын зерттеу.

#### Міндеттері:

1. Қапшагай-Баканас тас жолының оң жағалауындағы *Salvia aethiopsis* L. кездесетін өсімдіктер қауымдастықтарына флористикалық талдау жүргізу;

2. *Salvia aethiopsis* L. ценопопуляциясының жастық құрамын анықтау;

Жалпы Шалфей ерінгүлділер тұқымдастарының ең көп тараған түрі. Олардың 700-ге жуық түрі белгілі. Орта Азияда бұл тұқым 35 түрден тұрады. Орталық Азияда кездесетін түрлердің көпшілігі (23) Памир-Алтай тау жүйесінде кең таралған, олардың 14-і осы аймақтың эндемикасы [1]. Шалфей қоңыржай, субтропиктік және тропиктік аймақтарда көп таралған [2]. Сальвия атауы латынның *salvare*, *salveo*, *salvus* немесе *salvere* сөздерінен шыққан, сауығуды, зиянсыздықты және қауіпсіздікті білдіреді және Сальвия түрлерінің көптеген дәрілік препараттарын білдіреді [3]. Сонымен қатар, жақында заманауи медицинадағы клиникалық зерттеулер кезінде антиоксидантты, бактерияға қарсы, антифункционалды, микробқа қарсы, ісікке қарсы, диабетке қарсы, туберкулезге қарсы, антиплазматикалық, қабынуға қарсы және антихолинестераза қасиеттері (альцгеймер ауруын емдеу) сияқты кейбір фармакологиялық әрекеттер Сальвия тұқымдасының түрлеріне дәлелденді [4-10].

Қазақстанда шалфей туыстастардың 8 түрі бар:

1. *S. trautvetteri* Rgl. – Траутфеттер шалфейі.
2. *S. macrosiphon* Boiss. – Ұзын түтікшелі ш,
3. *S. sclarea* L. – Мускат ш.
4. *S. aethiopsis* L. – Эфиоп ш.
5. *S. stepposa* Schost. – Дала ш.
6. *S. virgate* Jacq. – Шыбықша ш.
7. *S. deserta* Schang. – Шөлдік ш.
8. *S. verticillata* L. – Шоқша ш. [11].

Елімізде *S.aethiopsis* L. перспективті дәрілік өсімдігін халық медицинасында кеңінен пайдаланғанмен, қазіргі кезге дейін егжей-тегжейлі геоботаникалық зерттеулер жүргізілмеген. Сондықтан біздің зерттеу *Salvia* тұқымының алға басуына және бағалануына өз үлесін қосуға бағытталған.

### Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысанымыз *Salvia aethiopsis* L. перспективті дәрілік өсімдігі. Эфиопиялық шалфей арқалықтар мен өзен аңғарларының баурайында, бор мен эктастарда, жол жиектерінде арамшөптер сияқты өседі [12,16,17]. *Salvia aethiopsis* L. – бұл Жерорта теңізінің шалфейі немесе африкалық шалфей деген атпен белгілі. Ол зиянды арамшөп ретінде танымал, әсіресе Америка Құрама Штаттарының батысында. Ол Еуразияда туған және Солтүстік Америкаға жоңышқа тұқымын ластаушы ретінде енгізілген болуы мүмкін. Эфиоптық шалфей жайлы алғашқы жазбалар Орегон штатында 1921 жылмен сәйкес келеді. Одан басқа эфиопиялық Шалфей бүкіл Еуропада, Батыс және Орта Азияда Бұрынғы КСРО-ның еуропалық бөлігінің оңтүстігі, Кавказ, Жерорта теңізі, Балқан, Кіші Азия, Иранда таралған [13-17]. Қазақстанда таралуы: Шу-Іле тауларында, Қаратауда, Жоңғар Алатауында кездеседі [18]. Кейінгі кездері *Salvia aethiopsis* L. көршілес Қырғызстан елінде де табылып, жан-жақты зерттеулер жүргізіліп жатқаны белгілі болды [19].

*S. aethiopsis* өсімдігінің биіктігі 50-100 см болатын көпжылдық шөптесін өсімдік, барлық жері қабыршақты ақ шашпен жабылған немесе өрмек тәрізді түскен. Сабағы тік, қарапайым, қысқа, қалың, пирамида тәрізді тармақталған, жұлдыз тәрізді түктерден ақ шашты жапырақтары бар. Жапырақтарының барлығы дерлік базальды, овоидті, ұзын немесе эллиптикалық, ұзындығы – (7)10(23) см, ені – (4)7,5(14) см, өткір немесе түтіккен, жүрек тәрізді, жиектерінде тістелген немесе кейде лобты, пластинаның жартысына дейін

кесілген, ақшыл-жасыл, үстінде сәл күңгірттеу, төменгі жағы ақшыл, жапырақшаларына тең немесе одан сәл қысқа жапырақшалары бар, сабағы сесильді, ұзын оваталық, өткір немесе ашық тісті, паникулалы бұтақтарының түбіндегі бұтақтар кең сопақшалы, жоғарғы жағында біртіндеп созылған, төмен қарай бүгілген, сабағы жалпақ, жалған доғалары бар бұтақтары дөңгелек немесе ені бойынша созылған, кенеттен қысқа ұшты, күшті шыбық тәрізді ұшы бар, сыртқы жағынан ұзын жүнді немесе шашыраңқы қысқа серпімді және тек шетінде ұзын, жұқа, бұйра шаш тәрізді, тостағаншасы тең немесе одан қысқа. Гүлдері пирамида паникулалы, үлкен, көп тармақталған, бұтақтары 4-6 жуық, 6-10 гүлден тұратын жалғын шыбықтары бар бұтақты. Тостағаншасы сыртқы және ішкі жағынан ұзындығының жартысына дейін ақ түкті, көбінесе қысқа, қалыңдатылған түктермен жабылған, жеміс беру кезінде көрнекті қабырғалары бар, оның ортаңғы тістері бар жоғарғы ерні бүйірден сәл қысқа, төменгі ерінде екі терең тістері бар, барлық тістер тікенді болып келеді. күлте желегі – ақ түсті, ұзындығы 12-22 мм., тостағаншасынан сәл ашылады, оның бүкіл түтігі кенеттен кеңею орнында ұзын шашақты, жартылай дөңгелек, ені бойынша созылған тостағаншаға жасырылған, жоғарғы ерін сәл орақ тәрізді немесе түзу, ұзартылған төменгі ерінге тең немесе одан сәл ұзын, артқы жағында ақ, жұмсақ, жұқа түктері мен сесильді бездері бар, төменгі ерін ұзын созылған және жоғарғы жағынан бөлек, ортаңғы лобы кең, жоғарғы жағында кесілген, жиектері бұрышты келеді, бүйірлері шығыңқы, ұзын, бұралған, ішкі жағы кең, сыртқы жағы сесильді бездермен тығыз орналасқан; аталығы жоғарғы еріннің астында жасырылады, тұқымсыз, аталық ұялары жоғарғы ішкі бұрышқа тартылып, төменгі шығыңқы жерлермен бекітіледі, олардың үстінде сызықты өткір өскіндері бар; артқы аталықтары – кішкентай бастары бар өте кішкентай стаминодтар тәрізді. Жемісі – жаңғақша тәрізді. Эфиопиялық шалфейдің тұқымының ұзындығы 2-2,5 мм жаңғақтар, эллипсоидті үшбұрышты, жасыл-қоңыр, торлы болып келеді. Сонымен қатар, Түркияда *Salvia aethiopsis* L. өсімдігіне жасалған морфо-анатомиялық зерттеу нәтижесінде тұқымның түсі ашық-қоңыр, формасы үшбұрышты, ал беті тор тәрізді (торлы-фовеат) екендігі анықталды. Эфиопиялық шалфей маусым-шілде айларында гүлдейді. Жемістер шілде-тамыз айларында піседі [17,20-23]. Эфиопиялық шалфей тұқымының микроценозы өте бай және сақтау

мерзіміне байланысты 1,0 г тұқымға 5000-нан 31000-ға дейін микроб жасушаларын құрайды [24,25].

Эфиопиялық шалфей өсімдігі құрамында алкалоидтар, таниндер, флавоноидтар бар [26]. Тамырлардан дитерпеноид сальвипизон, хинондар табылды. Жер үсті бөлігінде-эфир майы, фитол дитерпеноиды, стероидтар. Эфиопиялық шалфейдің тұқымында май бар, оның құрамында пальмит, пальмитол, стеарин, олеин, линол және линолен қышқылдары бар. Жапырақтары мен гүлдеріндегі эфир майының мөлшері (гүлденудің соңында) 0,06% жетеді. Бұл белсенді қосылыстар Румыния флорасында кездесетін шалфейдің 9 түріне жасалған зерттеу нәтижелерінен алынды [27]. Түркияда 2006 жылы *Salvia aethiopsis* L. өсімдігіне жүргізілген зерттеу нәтижесінде эфир майында отыз екі компонент (жалпы майдың 98,0%) анықталды. Бұл майдың негізгі компоненттері гермакрен D (29,0%),  $\alpha$ -копаен (19,8%),  $\beta$ -кубебен +  $\beta$ -элемент (9,9%), бициклогермакрен (9,3%),  $\delta$ -кадинен (8,7%) және  $\beta$ -кариофиллен (7,3%) болды [24].

Ал өзіміздің елде *Salvia aethiopsis* L. өсімдігіне жасалған фармакогностикалық зерттеу нәтижесінде биологиялық белсенді заттар, оның ішінде, фенолдар мен фенолқышқылдар, иілік заттар, флавоноидтар, антоциандар, кумарин іздері, амин қышқылдары, заоттық негіздер, эфир майлары, тритерпеноидтар, фитостериндер, қанттар, органикалық қышқылдар бар екендігі анықталды [28].

*Salvia aethiopsis* L. перспективті дәрілік өсімдігі Орта Азия мен Қазақстан флорасында ерекше орын алады. *Salvia aethiopsis* L. – хош иісті, дәрілік өсімдік. Одан алынатын эфир майы медицинада, парфюмерияда және тамақ өнеркәсібінде қолданылады [14,23]. Трихома жапырақтарындағы эфир майларының арқасында шалфей жапырақтары дезинфекция, қандағы қанттың мөлшерін азайту және құрысулармен күресу үшін қолданылады [25]. Халық медицинасында бұл өсімдіктің барлық бөліктерінің тұнбалары қолданылады. Тамыры мен жапырақтардың тұнбалары гемоцитизияға көмектеседі. Тамырдың тұнбасы-жүрек ауруларына. Жапырағының тұнбасы өкпе туберкулезіне, ал жаңа жапырақтары жараларды емдейтін әсерге ие. Фурункулос кезінде эфиопиялық шалфейдің жаңа жапырақтары қолданылады [14,15,23]. Таниндер қабынуға қарсы әсерге ие. Эфир майлары дезинфекциялық, микробқа қарсы, экспекторлық әсерге ие [14,26,29].

Біз *Salvia aethiopsis* L. өсімдігінің Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жақ жағалауынан табылған популяцияларының деңгейінде 3 ценопопуляцияны бөліп, геоботаникалық әдістер негізінде талдау жасалды. Фитоценоздарға геоботаникалық тұрғыдан сипаттама берген кезде стандарттық тәсілді негізге алдық. Ценодикалық популяцияларды зерттегенде геоботаникада кеңінен қолданыстағы дәстүрлі әдістер қолданылды [30]. Ценопопуляцияның жастық күйін анықтау Т.А.Работнов және А.А.Уранов әдістері бойынша жүргізілді [31]. Популяцияның координаты JPS навигаторы GARMIN GPS MAP 60CSx приборының көмегімен анықталды. Өсімдіктің жастық құрылымын анықтауда А.А.Урановтың [32,33] жобасы негізге алынды: Р – өскіндер; j – жас дарақтар; imm – имматурлық жастық күйі; v – виргинильдік немесе жас вегетативтік күйі; g1 – жас генеративтік өсімдік; g2 – орташа- немесе піскен генеративтік өсімдік; g3 – қартайған генеративтік өсімдік; ss – субсенильдік өсімдік; s – сенильдік өсімдік; sc – құрай бастаған өсімдік. *Salvia aethiopsis* L. ценопопуляциясы кездесетін өсімдік қауымдастығының түрлерін анықтау үшін анықтағыштар «Қазақстан флорасының» 9 томы (1961) [11] мен 2 томдық «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» (I т. – 1969, II т. – 1972), электрондық микроскоп, бинокуляр, лупа, су моншасы сияқты құрал-жабдықтарды пайдаланылды. Өсімдіктердің номенклатурасын С.А. Абдуллина (1998: 187) және С.К. Черепанов (1995: 516) бойынша қарап түзеттік [34-36].

*Salvia aethiopsis* L. перспективті дәрілік өсімдігінің бірінші популяциясы Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жақ жағалауынан, шөптесін өсімдіктер қауымдастығы ашық далалы аймағынан табылды. Бірінші популяциядан үш ценопопуляция анықталып, зерттелді. Сонымен қатар *Salvia aethiopsis* L. өсімдігі кездесетін өсімдік қауымдастықтарына геоботаникалық сипаттама жүргізілді. Сонымен экология-ценодикалық байланыстылығы анықталды. Бірінші ценопопуляциясы (ЦП1) Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жақ жағалауынан, теңіз деңгейінен 709 м биіктіктен, шөптесін өсімдіктер қауымдастығы ашық далалы аймағынан табылды.

### Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Зерттеу нысаны *Salvia aethiopsis* L. перспективті дәрілік өсімдігінің бірінші популяциясы Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жақ

жағалауынан, теңіз деңгейінен 709 м биіктіктен, шөптесін өсімдіктер қауымдастығы ашық дала-лы аймағынан табылды. Бірінші популяциядан

3 ценопопуляция анықталды. ЦП 1 – GPS навигаторы бойынша координаттары: N 44° 00.601' және E 077° 06.237'.



1-сурет – *Salvia aethiopsis* L. өсімдігінің популяциясы

**Бірінші ценопопуляция (ЦП 1)** – Бұл учаскенің өсімдіктер жабыны гүлді және шөптесін өсімдіктер қауымдастығынан тұрады. Негізгі компоненттері: *Cannabis ruderalis* J., *Centaurea pseudosquarrosa* Mikheev ex Gabrieljan et Mikheev, *Agropyron dasyanthum* Ledeb., *Bromus tectorum* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Melilotus officinális* (L.) Pall., *Chondrilla juncea* L., *Haplophyllum perforatum* Kar. & Kir., *Sisymbrium altissimum* L.

Топырағы – сұрғылт-қара, борпылдақ бос топырақты. Өсімдіктердің жалпы проекциялық жабыны (өсімдік жамылғысы) – 70-80%. Өсімдік жабынының жалпы көрінісі-сұрғылт ашық жасыл түсті.

Бірінші популяция өсімдіктер жабынында 4 ярусты байқаймыз:

I-ярус – *Cannabis ruderalis* J., *Sisymbrium altissimum* L., *Chondrilla juncea* L. (70-125 см).

II-ярус – *Melilotus officinális* (L.) Pall., *Haplophyllum perforatum* Kar. & Kir., *Stipa capillata* L., *Centaurea pseudosquarrosa* Mikheev ex Gabrieljan et Mikheev, биіктігі (40-65 см).

III-ярус – *Delphinium glaucum* (S. Wats.) Gray, *Agropyron dasyanthum* Ledeb., *Poa bulbosa* L., *Stipa orientalis* Trin., *Carex pachystylis* J. Gay., *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach, биіктігі (30-50 см).

IV-ярус – *Bromus tectorum* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Tulipa kolpakovskiana* Regel, *Eremopyrum buonapartis* (Spreng.) Nevski, *Ceratocarpus arenarius* L., биіктігі (20-30 см).

Бірінші ценопопуляция (ЦП 1) аймағының аудан ұзындығы 30-40 м, ені 15-20 м есеп алаңы зерттеуге алынды. Ценопопуляцияның флоралық құрамы қоңырбасты-эртүрлі-шөпті өсімдіктер жабынында доминант ретінде *Cannabis ruderalis* J. және *Centaurea pseudosquarrosa* Mikheev ex Gabrieljan et Mikheev ерекше басымдыққа ие. Ал *Bromus tectorum* L. және *Chondrilla juncea* L. сирек кездесетін болса, қалған өсімдіктер тек жалғыздан кездесті, яғни *Melilotus officinális* L., *Haplophyllum perforatum* Kar. & Kir., *Sisymbrium altissimum* L., *Agropyron dasyanthum* Ledeb.

Ценопопуляцияның флоралық құрамы қоңырбасты-эртүрлі шөптесін өсімдіктер кездеседі. Мұнда жалпы 26 тұқымдас, 53 туысқа жататын 69 түрі анықталды. *Salvia aethiopsis* L. Өсімдігінің зерттелген бірінші популяция шеңберінде өсімдіктер қауымдастығының систематикалық құрамында *Gymnospermatophyta* бөлімінен 1 түр (*Ephedra distachya* L.), *Angiospermatophyta* бөлімінен 68 түр, оның 15 түрі *Chlamydospermatopsida* класына, 54 түрі *Dicotyledoneae* класына жататына анықталды. Жетекші тұқымдастарға *Compositae* Giseke (16

түр), *Poaceae* Gaertn. (12 түр), *Cruciferae* Juss., *Leguminosae* Juss., әрқайсысынан 4 түрден, *Polygonaceae* Lindl., *Chenopodiaceae* Vent, *Labiatae* Juss., әрқайсысынан 3 түрден, *Saliaceae* Mirb., *Caryophyllaceae* Juss., *Onagraceae* Juss., *Solanaceae* Juss., *Plantaginaceae* Lindl. тұқымдастары 2 түрден кездесе, қалғандары тек 1 түрден кездесті *Ephedraceae* Wettst., *Cyperaceae* Juss., *Lilaceae* Juss., *Alliaceae*, *Ulmaceae* Mirb., *Moraceae* Link., *Papaveraceae* Juss., *Rosaceae* Juss., *Rutaceae* Juss., *Thymelaeaceae* Adans., *Umbelliferae* Juss., *Asclepiadaceae* Lindl., *Boraginaceae* Juss., *Scrophulariaceae* Lindl.

Тіршілік формаларынан терофиттер, яғни бір-екі жылдық өсімдіктер 32 түр (46%) басым екендігі анықталды, екінші орында гемикриптофиттер, яғни көпжылдық шөптесін өсімдіктер 28 түр (41%) құраса, хамефиттер, яғни бұталар және жартылай бұталар – 8 түрден (12%) тұрады. Ал, макрофанерофиттерден тек 1 түр *Ulmus pinnato-ramosa* Dieck. кездесті.

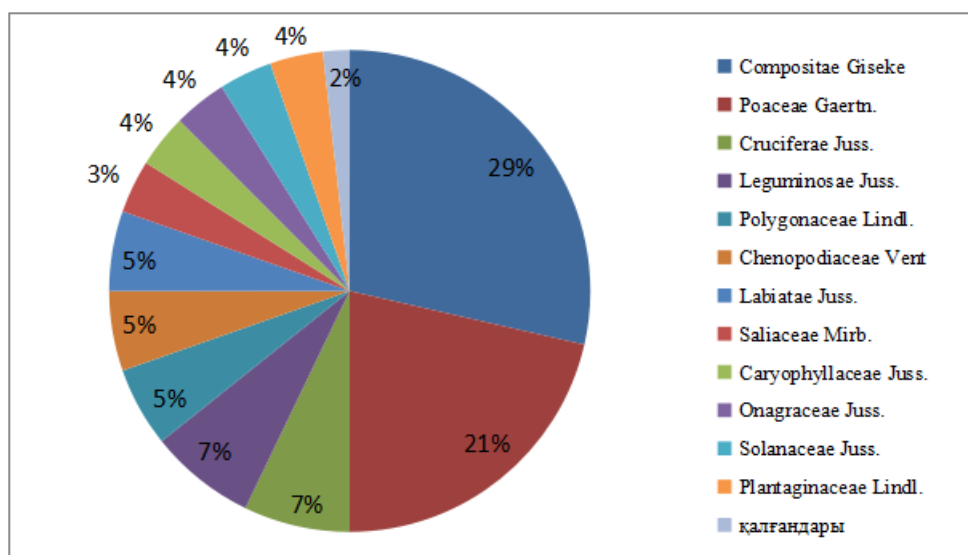
Экологиялық типтерден ксерофиттер – 40 түр (58%) басым болып шықты, мезофит және мезоксерофиттер – 23 түр (33%), псаммофиттен – 2 түр (3%), галофиттен – 3 (4%) түр, петрофиттен – 1 түр ғана кездесті.

Бірінші популяция аумағында кездесетін өсімдіктерді шаруашылықтық маңыздылығына қарай Н.П.Павловтың (1942) классификациясы бойынша [32] пайдалы өсімдіктердің 11 тобы

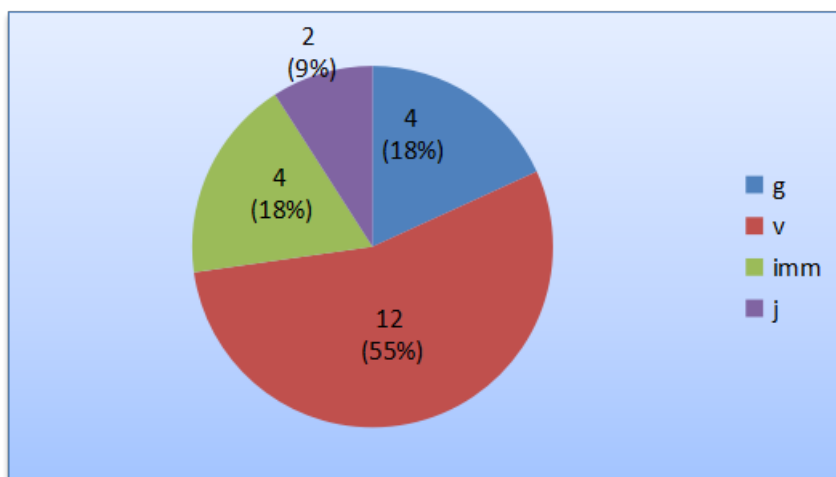
анықталды: 1) арамшөпті өсімдік – 31 (25%), 2) малазықтық өсімдік – 27 (22%), 3) дәрілік өсімдік – 14 (11%), 4) балды өсімдік – 12 (10%), 5) эфирлі өсімдік – 9 (7%), 6) улы өсімдік – 9 (7%), 7) сәндік өсімдік – 7 (6%), 8) тағамдық өсімдік – 5 (4%), 9) майлы өсімдік – 4 (3%), 10) дәрумендік өсімдік – 3 (2%), 11) эндемді өсімдік – 3 (2%), қалғандары эрозияға қарсы, тоқыма, целлюлозалы-қағазды, бояу, отын, тоқыма, талшықты, техникалық, сабынды, илік түрлерлері азын-аулақ 1-2-ден кездеседі.

Кейбір өсімдіктер қатары бірнеше қызмет атқарады. Мысалы, *Halimodendron halodendron* (Pall.) Voss. сәндік, малазықтық, бояу алынатын және балды болып табылады, *Cichorium intybus* L. дәрілік, малазықтықпен қатар тағамдық түрге де жатады. Сондай-ақ бірқатар сирек және эндемді өсімдік түрлері де осы зерттеу аймағында кездеседі: *Artemisia heptapotamica* Poljak., *Tulipa behmiana* Rge., *Haplophyllum multicaule* Vved.

*Salvia aethiopsis* L. түрінің ценопопуляцияларының құрылымдық ерекшеліктерін анықтауда өсімдіктің жастық күйі, тығыздығы, сандық құрамы әрбір есеп алаңы бойынша жүргізілді, Урановтың [24-26] жобасы негізінде өсімдіктің жастық құрылымы анықталды. Сонымен ценопопуляцияның тығыздығы аудан көлеміне сай, дарақтар санымен анықталады. *Salvia aethiopsis* L. өсімдігінің биіктігі, диаметрі, жапырақ санымен есептелді.



2-сурет – *Salvia aethiopsis* L. кездесетін өсімдіктер қауымдастығының флоралық құрамы



g- генеративті, v – виргинильді, imm – имматурлы, j – жас дарак [24-26]

**3-сурет** – Бірінші ценопопуляциясындағы *Salvia aethiopsis* L. түрінің жастық құрамы

Жүргізілген зерттеу бойынша ценопопуляцияларының құрылымдық ерекшеліктерін анықтауда, өсімдіктің жастық құрамы мен репродуктивті құрамы зерттелді. Бірінші ценопопуляциясының (ЦП1) виргинильді (12) дарактар басым кездесті, ал ювенильді (2) және имматурлы (4) дарактар сирек кездеседі, генеративті (4) түрлер де бірен-саран кездесті. Зерттелген 20 есеп алаңының 6-8 есеп алаңдарында *Salvia aethiopsis* L. өсімдігі мүлдем байқалған жоқ. Себебі, бірінші ценопопуляциясы Қапшағай-Бақанас тас жолына жақын беткейде орналасқандықтан өсімдіктер саны азайған.

**Екінші ценопопуляция (ЦП2)** – Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жақ жағалауынан, теңіз деңгейінен 711 м биіктіктен, шөптесін өсімдіктер қауымдастығы ашық далалы аймағынан табылды. GPS координаттары: N 44° 00.591' және E 077° 06.255'. Топырағы – сұр қатаңданған топырақ. Өсімдіктердің жалпы проекциялық жабыны (өсімдік жамылғысы) – 70-80% құрайды.

Бұл өсімдіктер учаскесінің өсімдіктер жамылғысы әртүрлі шөпті-қоңырбасты-*Delphinium glaucum*. Екінші ценопопуляция ауданы ұзындығы 25-45 м, ені 20-25 м. Екінші ценопопуляция табылған учаскенің флоралық құрамы 21 тұқымдас, 71 туыс, 21 түрден тұратындығы анықталды. Бұл учаскесінің өсімдіктер жабыны гүлді және шөптесін өсімдіктер қауымдастығынан тұрады. Жалпы белгіленген учаскенің барлық аймағында кездесетін басымырақ түрлер: *Poa bulbosa* L.,

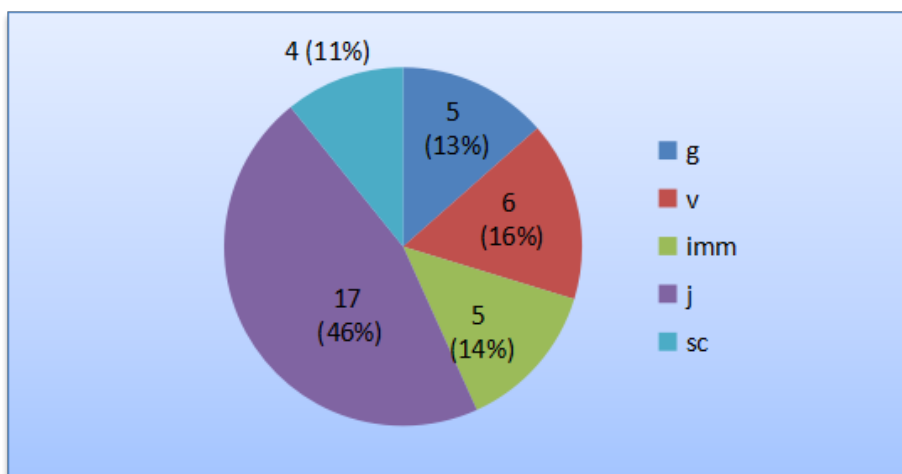
*Carex pachystylis* J. Gay., *Delphinium glaucum* (S. Wats.) Gray, Қызыл Кітапқа енгізілген *Tulipa kolpakovskiana* Regel.

Атап кететін жайт *Salvia aethiopsis* L. өсімдігі кілемше секілді майда ақ гүлімен ақшыл түсті беріп ерекшеленеді. Белгілі болғандай зерттеуге алынған аймақты өсімдіктер жамылғысын шөпті-қоңырбасты-қияқөлендер ассоциациясынан тұратындығы нақтыланды (асс. *Poa bulbosa* L., *Carex pachystylis* J.Gay., *Delphinium glaucum* (S. Wats.) Gray, *Tulipa kolpakovskiana* Regel).

**Екінші ценопопуляция (ЦП 2)** – *Poa bulbosa* L. және *Carex pachystylis* J.Gay орналасу тығыздықтары басым, яғни баллдық жүйемен талдағанда жоғарғы көрсеткішке ие болды, *Delphinium glaucum* (S. Wats.) Gray өсімдігінің саны сирек және Қызыл Кітапқа енген *Tulipa kolpakovskiana* Regel өсімдігінің бірен-сараны ғана көзге түсті.

Екінші ценопопуляцияның әрбір есеп алаңы бойынша *Salvia aethiopsis* L. өсімдігінің жастық құрылымы анықталды. Жастық құрамын зерттеуде екінші ценопопуляцияда көбіне ювенильді (17) түрлері басым болса, генеративті (5) және виргинильді (6) түрлері сирек кездесті. Сонымен, *Salvia aethiopsis* L. өсімдігінің құрай бастаған (4) түрлері де көзге ұшырасты. Екінші ценопопуляцияда жас вегетативтік өсімдіктердің саны артқан, себебі тіршілік ортасының табиғи жағдайы басқа ценопопуляциялармен салыстырғанда табиғи құбылыстың қолайлы болуынан туындауы мүмкін.

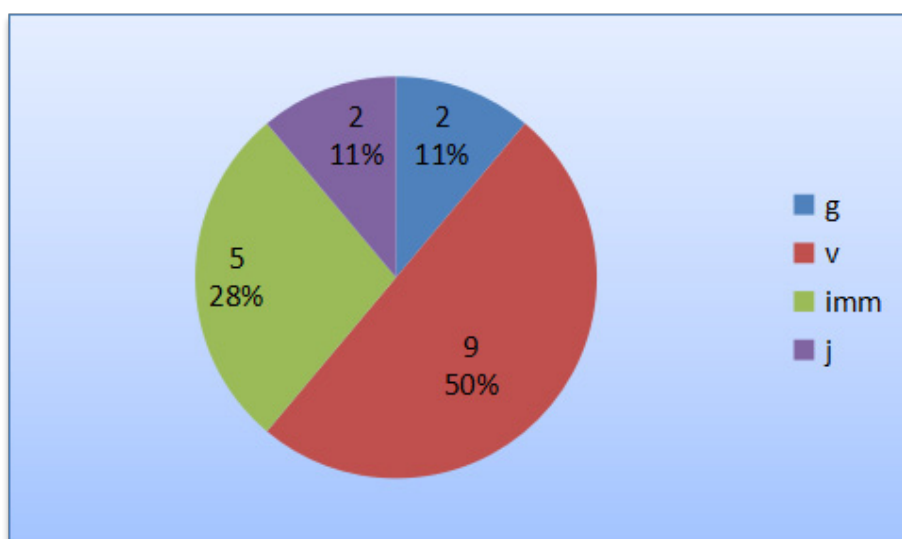




g- генеративті, v – виргинильді, imm – имматурлы, j – жас дарак, sc – қурай бастаған өсімдік [24-26]  
**4-сурет** – Екінші ценопопуляция *Salvia aethiops* L. түрінің жастық құрамы

Үшінші ценопопуляция (ЦПЗ) – Қапшағай-Бақанас тас жолының бойында, теңіз деңгейінен 714 м биіктікте орналасқан. GPS Координаттары: N 44° 00.622' және E 077° 06.240'. Топырағы –

сұр топырақ. Үшінші ценопопуляция ауданы ұзындығы 50-60м, ені 30-40м. Өсімдіктердің жалпы проекциялық жабыны (өсімдік жамылғысы) – 85-100%.



g- генеративті, v – виргинильді, imm – имматурлы, j – жас дарак [24-26]  
**5-сурет** – Үшінші ценопопуляциядағы *Salvia aethiops* L. түрінің жастық құрамы

Бұл учаскенің өсімдіктер жабыны гүлді және шөптесін өсімдіктер қауымдастығынан тұрады. Басымдылық танытатын түрлер: *Eremopyrum buonapartis* (Spreng.) Nevski, *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach, *Stipa capillata* L., *Stipa orientalis* Trin., *Ceratocarpus arenarius* L., *Poa bulbosa*

L., *Carex pachystylis* J. Gay, *Tulipa kolpakovskiana* Regel.

Үшінші ценопопуляция (ЦПЗ) орналасу тығыздығы бойынша басымдылық танытқан өсімдік түрлері берілген. *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach, *Poa bulbosa* L. түрлері

доминант болып табылса, *Eremopyrum buonapartii* (Spreng.) Nevski, *Stipa capillata* L., *Stipa orientalis* Trin., *Carex pachystylis* J. Gay, *Tulipa kolpakovskiana* Regel. бірен-саран, ал *Ceratocarpus arenarius* L. тек бір рет көзге түсті үшінші ценопопуляция (ЦПЗ) жастық құрылымы сандық және пайыздық сипаттама арқылы көрсетілген. Бұл ценопопуляцияда виргинильді (9) түрі басымдық танытқан болса, ювенильді (2), иматурлы (5) және де генеративті (2) өсімдіктер аз кездесті, яғни бұл ценопопуляцияда прегенеративтік кезеңнің дарактары көбірек кездесті.

### Қорытынды

Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жақ жағалауынан, теңіз деңгейінен 709 м биіктіктен *Salvia aethiopsis* L. кездесетін өсімдіктер қауымдастықтарының геоботаникалық сипаттамасы мен флористикалық талдауы жасалды. Бірінші популяция анықталған аймақтың флоралық құрамының тіршілік формаларынан терофиттер, яғни бір-екі жылдық өсімдіктер 32 түр (46%) басым екендігі анықталды, екінші орында гемикриптофиттер, яғни көпжылдық шөптесін өсімдіктер 28 түр (41%) құраса, хамефиттер, яғни бұталар және жартылай бұталар – 8 түрден (12%) тұрады, ал макрофанерофиттерден тек 1 түр *Ulmus pinnato-ramosa* Dieck. кездесті. Сонымен экологиялық типтерден ксерофиттер – 40 түр (58%) басым болып шықты, мезофит және мезоксерофиттер – 23 түр (33%), псаммофиттен – 2 түр (3%), галофиттен – 3 (4%) түр, петрофиттен – 1 түр ғана кездесті.

Бірінші популяция аумағында кездесетін өсімдіктерді шаруашылықтық маңыздылығына қарай Н.П.Павловтың (1942) классификациясы бойынша [32] пайдалы өсімдіктердің 11 тобы анықталды: 1) арамшөпті өсімдік – 31 (25%), 2) малазықтық өсімдік – 27 (22%), 3) дәрілік өсімдік – 14 (11%), 4) балды өсімдік – 12 (10%), 5) эфирлі өсімдік – 9 (7%), 6) улы өсімдік – 9 (7%), 7) сәндік өсімдік – 7 (6%), 8) тағамдық өсімдік – 5 (4%), 9) майлы өсімдік – 4 (3%), 10) дәрумендік өсімдік – 3 (2%), 11) эндемді өсімдік – 3 (2%), қалғандары эрозияға қарсы, тоқыма, целлюлозалы-қағазды, бояу, отын, тоқыма, талшықты, техникалық, сабынды, илік түрлерлері азын-аулақ 1-2 ден кездесетіндігі анықталды.

*Salvia aethiopsis* L. өсімдігінің Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жақ жағалауынан табылған популяцияларының деңгейінде 3 ценопопуляцияны бөліп, оларды геоботаникалық тәсілдерді қолдана отырып сипатталды. Анықталған ЦП 1, ЦП 2, ЦП 3 барлығы Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жағалауында жүргізілді. Зерттелген үлгі алаңында *Salvia aethiopsis* L. өсімдігінің 215 дарағы анықталды, бірінші ценопопуляция бойынша 55 дарақ, екінші ценопопуляция бойынша 42 дарақ, үшінші ценопопуляция бойынша 33 дарақ анықталды. Зерттеу жүргізілген үш ценопопуляцияларды талдап қарайтын болсақ, бірінші ценопопуляцияда жас генеративтік өсімдіктер саны артқан, екінші және үшінші ценопопуляцияны жас вегетативтік өсімдіктер тобын құрады. Генеративтік өсімдіктер аз кездесті, сонымен қатар екінші ценопопуляцияда постгенеративтік кезеңінің сенильдік дарактары қурай бастаған өсімдіктер де болды.

### Әдебиеттер




- 1 Aşkun T, Başer KHC, Tümen G, Kürkçüoğlu M. Characterization of essential oils of some *Salvia* species and their antimicrobial activities. *Turk J Biol.* 2010. – № 34. – pp. 89-95
- 2 Çadirci E, Süleyman H, Gürbüz P, Kuruüzüm UA, Güvenalp Z, Demirezer LÖ. // Anti-inflammatory effects of different *J. Biol.* No.36, 2012.- pp. 59-64
- 3 Habibullo F. Shomurodov, Uktam E. Khuzhanazarov, Natalya Yu Beshko, Barno Akhmedalieva, Vasila K. Sharipova // Demographic Structure of Populations of *Salvia Lilacinocoeerulea* Nevski, a Rare Species Endemic to the Western Pamir-Alay (Uzbekistan, Turkmenistan). *American Journal of Plant Sciences*, 2017, №8, pp. 1411-1422
- 4 İlham Eroz Poyraz // Acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibitory activities of *Salvia aethiopsis* L. (Lamiaceae) from Turkey.- *European International Journal of Science and Technology* ISSN: 2304-9693.- Vol. 5 No. 5, 2016. – pp. 51-55
- 5 Karayel H.B., Akçura M. // Examination of the changes in components of the volatile oil from Abyssinian sage, Musk sage and Medical sage [*Salvia aethiopsis* L., *Salvia sclarea* L. and *Salvia officinalis* L. (hybrid)] growing in different locations. – *Grasas Aceites* 70 (3), 2019, e319. ISSN-L: 0017-3495.
- 6 Küçük S., Soyer P., Tunalı Y. // Determination of Antimicrobial and Biological Activities of *Salvia sclarea* L. (Lamiaceae) Extracts. – *JOTCSA*. 2019 Vol. 6(1): pp.- 15-20
- 7 Magda Coisin, Radu Necula, Valentin Grigoraş, Elvira Gille, Elida Rosenhech, Maria Magdalena Zamfirache // Phytochemical evaluation of some *Salvia* species from romanian flora. *Analele Ştiinţifice ale Universităţii „Al. I. Cuza” Iaşi s. II a. Biologie vegetală*, 2012, 58, 1: pp. 35-44

- 8 Malafronte A., Piaz F.D., Cioffi G., Braca A., Leone A., Tommasia N.D. // Secondary metabolites from the aerial parts of *Salvia aethiopsis* L. *Nat Prod Res.* 2008. – №3. – pp. 877–880
- 9 Marzieh Fotovvat , Tayebah Radjabian, Azra Saboori // HPLC Fingerprint of Important Phenolic Compounds in Some *Salvia* L. Species from Iran. – Fotovvat et.al., *Rec. Nat. Prod.*, 2018. – pp. 1-13
- 10 Medine Güllüce, Hakan Özer, Özlem Barifi, Dimitri Daferera, Fikrettin Sahin, Moschos Polissiou // Chemical Composition of the Essential Oil of *Salvia aethiopsis* L. – *Turk J Biol.* No. 30, 2006.- pp. 231-233
- 11 Mustafa Bayram, Ebubekir Altuntas, Melih Yilar // Geometric, volumetric, colour and frictional properties of selected *Salvia* species of Turkey.- Bayram et al., *Afr J Tradit Complement Altern Med.*, 2017.- 14 (3): pp. 128-135
- 12 Mustafa Özkan, Gülcan Şenel // *Salvia aethiopsis* L. (Lamiaceae) üzerinde morfolojik ve anatomik bir araştırma // Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları; 2006. – pp. 30-39
- 13 Radhakrishnan Srivedavyasasri, Miriah B., White Tatyana S. Kustova, Nadezhda G. Gemejiyeva, Charles L. Cantrell, Samir A. Ross // New tetranorlabdanoic acid from aerial parts of *Salvia aethiopsis* .- *Nat Prod Res.* 2018. Vol.32(1). Pp. 14-17
- 14 Serap Sunar, Mustafa Korkmaz, Burcu Sigmaz, Guleray Agar // Determination of genetic relationships among *Salvia* species by RAPD and ISSR analyses. Erzincan University, Faculty Of Pharmacy, Department Of Pharmaceutical Botany, Erzincan, Turkey, 2018
- 15 Seyed Mohammad Mousavi, Azarnoosh Jafari, Shahla Najafi // Anatomical and micromorphological studies on leaves of *Salvia* L. species in the Iran. *Romanian Biotechnological Letters*, Vol. 19, No. 1, 2014.- Pp. 9058-9064
- 16 Smidling D, Mitic-Culafic D, VukovicGacic B, Simic D, Knezevic-Vukcevic J. // Evaluation of antiviral activity of fractionated extracts of Sage *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae). *Arch BiolSci Belgrade.* No. 60, 2008.- pp. 421–429
- 17 Tajbakhsh M., Rineh A., Khalilzadeh M.A., Eslami B. // Chemical constituents of the essential oils from leaves, flowers, stem and aerial parts of *Salvia aethiopsis* L. *J Essent Oil Res.* 2007.- Vol.19. pp. 569–571
- 18 Ugur Ozkan, Berk Benlioglu, Yasin Ozgen // Karyological Studies on Mediterranean Sage (*Salvia aethiopsis* L.).- Uğur et al. / *JABS*, 11 (2), 2017, pp. 33-34
- 19 Yılmaz, H., Bağcı E., Doğan G., Kılıç Ö. // A numerical taxonomic study on some *Salvia* L. (Lamiaceae) taxa from Turkey.- *Asian Journal of Science and Technology* Vol. 10, Issue, 2019.- pp. 9425-9430
- 20 ZareShahneh F., Valiyari S., Baradaran B., Abdolalizadeh J., Bandehagh A., Azadmehr A., Hajiaghae R. // Inhibitory and cytotoxic activities of *Salvia officinalis* L. Extract on human lymphoma and leukemia cells by induction of apoptosis. *Adv Pharm Bull.* No 3, 2013.- pp. 51
- 21 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана. – М.: «Наука», 1998. – 187 с.
- 22 Дослідження ізопреноїдного складу та антимікробної активності густого екстракту листя шавлії лікарської // *Клінічна фармація.* – 2011. – Т. 15, №1. – С. 26–29
- 23 Дослідження ізопреноїдного складу та антимікробної активності густого екстракту листя шавлії лікарської // *Клінічна фармація.* – 2011. – Т. 15, №1. – С. 26–29
- 24 Иллюстрированный определитель растений Казахстана Т.1, Т.2. – Алматы: «Наука» Казахской ССР, 1969-1972.
- 25 Курганская С.А. Шалфей лекарственный, раздел ботаника. №35. 2000. – С. 570
- 26 Лазьков Г.А., Милько Д.А., Невераев У.А. // *Salvia aethiopsis* (Lamiaceae) – новый заносной вид для Кыргызстана. *Turczaninowia* 2012, 15 (4) : С. 41–43
- 27 Мотренко А.В. // Выявление аллелопатических свойств шалфея эфиопского (*Salvia aethiopsis* L.). Курсовая работа, Волгоградский Государственный Университет, Кафедра Биологии, Волгоград, 2014
- 28 Млечко Е.А. // Агроэкологический аспект семенной продуктивности и качества семян шалфея эфиопского (*Salvia aethiopsis* L.) Известия, Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – № 3 (39), 2015 / УДК 582.394.77:581.48. – С. 97-102
- 29 Мухитдинов Н.М. Геоботаника негіздері: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 1992, 196 б.
- 30 Работнов Т.А. Структура и методы изучения ценопопуляций многолетних травянистых растений // *Экология.* – 1978. №27. – С. 75-13
- 31 Сирнебаева Б.У. Фармакогностическое изучение шалфея эфиопского, шалфея пустынного и шалфея степного, произрастающих в Казахстане: Автореферат, диссертация на соискание ученой степени кандидата фармацевтических наук. – Шымкент, 2007. – 6 с.
- 32 Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. – М.: Наука, 1977. – 199 с.
- 33 Уранов А. А. Онтогенез и возрастной состав популяций // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. – М., 1967. – С. 3-8.
- 34 Уранов А.А. Большой жизненный цикл и возрастной спектр ценопопуляций цветковых растений // Тез. докл.5 делегат.съезда ВБО. – Киев, 1973. – С. 74-76.
- 35 Флора Казахстана: В 9 томах. – Алма-Ата. – Т. 1-9. – 1956-1966.
- 36 Чукалина О.Н., Дарбаева Т.Е. *Salvia aethiopsis* L. в Западно-Казахстанской области. // *Вестник Мордовского университета.* – 2013/ №3-4. – С. 145-146

## References

- 1 Abdulina S.A. // Spisok sosudistykh rastenii Kazahstana. – M.: «Nauka». – 1998. – 187 p.
- 2 Aşkun T., Başer KHC, Tümen G., Kürkçüoğlu M. // Characterization of essential oils of some *Salvia* species and their antimycobacterial activities. *Turk J Biol.* 2010.-№ 34.-pp. 89-95
- 3 Çadirci E., Süleyman H., Gürbüz P., Kuruüzüm U.A., Güvenalp Z., Demirezer LÖ. Anti-inflammatory effects of different *J. Biol.* No.36, 2012.- pp. 59-64
- 4 Chukalina O.N., Darbayeva T.E. // *Salvia aethiopsis* L. v Zapadno-Kazahstanskoi oblasti. *Bulletin of the Mordovian University* – 2013/ №3-4, pp. 145-146
- 5 Flora Kazahstana. In 9 volumes. – Alma-Ata. – Vol. 1-9. – 1956-1966.
- 6 Habibullo F. Shomurodov, Uktam E. Khuzhanazarov, Natalya Yu Beshko, Barno Akhmadalieva, Vasila K. Sharipova // Demographic Structure of Populations of *Salvia Lilacinocoerulea* Nevski, a Rare Species Endemic to the Western Pamir-Alay (Uzbekistan, Turkmenistan). *American Journal of Plant Sciences*, 2017,8, pp. 1411-1422 // ISSN Online: 2158-2750 ISSN Print: 2158-2742
- 7 İlham Eroz Poyraz // Acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibitory activities of *Salvia aethiopsis* L. (Lamiaceae) from Turkey. *European International Journal of Science and Technology* ISSN: 2304-9693.- Vol. 5 No. 5, 2016.- pp. 51-55
- 8 *Illustrirovanniy opredelitel rastenii Kazakhstana* [Illustrated determinant of plants of Kazakhstan] T.1, T.2. Almaty: “Science” of the Kazakh SSR. (1969-1972).
- 9 Karayel H.B., Akçura M. // Examination of the changes in components of the volatile oil from Abyssinian sage, Musk sage and Medical sage [*Salvia aethiopsis* L., *Salvia sclarea* L. and *Salvia officinalis* L. (hybrid)] growing in different locations. - *Grasas Aceites* 70 (3), 2019, e319. ISSN-L: 0017–3495.- <https://doi.org/10.3989/gya.0715182>
- 10 Küçük S., Soyer P., Tunalı Y. // Determination of Antimicrobial and Biological Activities of *Salvia sclarea* L. (Lamiaceae) Extracts. - *JOTCSA*. 2019;Vol 6(1): pp. 15-20
- 11 Kurganskaya S.A. *Shalfei lekarstvennyy, the botany section.* №35.-2000.- P. 570
- 12 Lazkov G.A., Milko D.A., Neverayev U.A. // *Salvia aethiopsis* (Lamiaceae) – novyi zanosnoi vid dlya Kyrgyzstana. *Turczaninovia* 2012, 15 (4).- pp. 41–43
- 13 Magda Coisin, Radu Necula, Valentin Grigoraş , Elvira Gille , Elida Rosenhech, Maria Magdalena Zamfirache // Phytochemical evaluation of some *Salvia* species from romanian flora. *Analele Ştiinţifice ale Universităţii „Al. I. Cuza” Iaşi s. II a. Biologie vegetală*, 2012, 58, 1: pp. 35-44
- 14 Malafrente A., Piaz FD, Cioffi G., Braca A., Leone A., Tommasia ND. // Secondary metabolites from the aerial parts of *Salvia aethiopsis* L. *Nat Prod Res.* 2008.-№3.- pp. 877–880
- 15 Marzieh Fotovvat , Tayebeh Radjabian, Azra Saboora // HPLC Fingerprint of Important Phenolic Compounds in Some *Salvia* L. Species from Iran. *Fotovvat et.al., Rec. Nat. Prod*, 2018.- pp. 1-13
- 16 Medine Güllüce, Hakan Özer, Özlem Barifi, Dimitri Daferera, Fikretin Sahin, Moschos Polissiou // Chemical Composition of the Essential Oil of *Salvia aethiopsis* L. – *Turk J Biol* No. 30, 2006.- pp. 231-233
- 17 Mlechko E.A. // Agroekologicheskii aspekt semennoy produktivnosti i kachestva semyan shalfeya efiopskogo (*Salvia aethiopsis* L.). *Izvestia, Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher education* // № 3 (39), 2015 UDC 582.394.77: 581.48.- pp. 97-102
- 18 Motrenko A.V. // *Vyivleniye allelopaticeskikh svoystv shalfeya efiopskogo (Salvia aethiopsis L.).* Course work, Volgograd State University, Department of Biology, Volgograd, 2014.
- 19 Muhitdinov N.M. // *Geobotanica negyzdery (textbook).*- Kazakh University, Almaty.- 1992.- P 196
- 20 Mustafa Bayram, Ebubekir Altuntas, Melih Yilar // Geometric, volumetric, colour and frictional properties of selected *Salvia* species of Turkey.- *Bayram et al., Afr J Tradit Complement Altern Med.*, 2017.- 14 (3): pp. 128- 135
- 21 Mustafa Özkan, Gülcan Şenel // *Salvia aethiopsis* L. (Lamiaceae) üzerinde morfolojik ve anatomik bir araştırma // *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*; 2006.- pp. 30-39
- 22 Rabotnov T.A. (1978) *Struktura i metody izucheniya tsenopopulyatsiy mnogoletnikh travyanistykh rasteniy. Ekologiya* [Structure and methods of studying the cohomopopulations of perennial herbaceous plants. Ecology]. №27 pp.75-13
- 23 Radhakrishnan Srivedavyasari, Miriah B. White, Tatyana S. Kustova, Nadezhda G. Gemejiyeva, Charles L. Cantrell, Samir A. Ross // New tetranorlabdanoic acid from aerial parts of *Salvia aethiopsis* L. - *Nat Prod Res.* 2018 Jan; 32(1): pp. 14–17.
- 24 Serap Sunar , Mustafa Korkmaz , Burcu Sigmaz , Guleray Agar // Determination of genetic relationships among *Salvia* species by RAPD and ISSR analyses. *Erzincan University, Faculty Of Pharmacy, Department Of Pharmaceutical Botany, Erzincan, Turkey*, 2018
- 25 Seyed Mohammad Mousavi, Azarnoosh Jafari, Shahla Najafi // Anatomical and micromorphological studies on leaves of *Salvia* L. species in the Iran. *Romanian Biotechnological Letters*, Vol. 19, No. 1, 2014.- pp. 9058-9064
- 26 Sirnebayeva B.U. // *Farmokognosticheskoe izuchenie shalfeya efiopskogo, shalfeya pustynnogo I shalfeya stepnogo, proizvodstvennykh v Kazahstane.* Abstract, dissertation for the degree of candidates of Pharmaceutical Sciences. – Shymkent, 2007. 6 p.
- 27 Skvortsov A.K. (1977) *Gerbarii. Posobiye po metodike i tehnike* [Herbarium. Manual on the method and technique] M.: Science. 199 p.

- 28 Smidling D., Mitic-Culafic D., VukovicGacic B., Simic D., Knezevic-Vukcevic J. // Evaluation of antiviral activity of fractionated extracts of Sage *Salvia officinalis* L (Lamiaceae). Arch BiolSci Belgrade. No. 60, 2008.- pp. 421–429
- 29 Tajbakhsh M., Rineh A., Khalilzadeh M.A., Eslami B. // Chemical constituents of the essential oils from leaves, flowers, stem and aerial parts of *Salvia aethiopsis* L. J Essent Oil Res. 2007.- Vol.19. pp. 569–571
- 30 Ugur Ozkan, Berk Benlioglu, Yasin Ozgen // Karyological Studies on Mediterrenean Sage (*Salvia aethiopsis* L.).- Uğur et al. / JABS, 11 (2), 2017.- pp. 33-34
- 31 Uranov A.A. (1967) Ontogenez i vozrastnoy sostav populyatsiy. Ontogenez i vozrastnoy sostav populyatsiy tsvetkovykh rasteniy [Ontogenesis and age composition of populations. Ontogenesis and age composition of populations of flowering plants]. М., pp. 3-8
- 32 Uranov A.A. (1973) Bolshoy zhiznenny tsikl i vozrastnoy spektr tsenopopulyatsiy tsvetkovykh rasteniy [The large life cycle and age range of cenopopulations of flowering plants] Proc. report 5 delegate. Kiev. pp.74-76
- 33 Yılmaz, H., Bağcı, E., Doğan, G., Kılıç Ö. // A numerical taxonomic study on some *Salvia* L. (Lamiaceae) taxa from Turkey.- Asian Journal of Science and Technology Vol. 10, Issue, 02, February, 2019,- pp.9425-9430
- 34 ZareShahneh F., Valiyari S., Baradaran B., Abdolalizadeh J., Bandehagh A., Azadmehr A., Hajiaghaee R. // Inhibitory and cytotoxic activities of *Salvia officinalis* L. Extract on human lymphoma and leukemia cells by induction of apoptosis. Adv Pharm Bull. No 3, 2013.- pp. 51
- 35 Дослідження ізопреноїдного складу та антимікробної активності густого екстракту листя шавлії лікарської // Клінічна фармація. – 2011. – Т. 15, №1. – С. 26–29
- 36 Дослідження ізопреноїдного складу та антимікробної активності густого екстракту листя шавлії лікарської // Клінічна фармація. – 2011. – Т. 15, №1. – С. 26–29

**Е.А. Киришбаев<sup>1</sup> , Ә.Е. Оразбаев<sup>1</sup> , С.К. Турашева<sup>1</sup> ,**  
**Г.А. Байсеитова<sup>2</sup> , Э.Н. Турдығалиева<sup>1</sup> , Д.А. Байсейтов<sup>1</sup> **

<sup>1</sup>Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: er\_biol@mail.ru

## **ҚАНТ ҚҰМАЙЫ (*SORGHUM SACCHARATUM (L.) PERS.*) СОРТТАРЫНЫҢ ТҰЗДАНУҒА ТӨЗІМДІЛІК ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Қарастырылып отырған мақалада қоршаған ортаның стресс факторларының бірі NaCl тұзының өсімдіктерге улы әсерін және тұздануға өсімдіктердің сезімталдылығының жауабы ретіндегі бөлінетін стресстік активті заттарды (пролин) зерттеуге бағытталған. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей өну-өсу барысында Ресейлік Ларец және қазақстандық Қазақстан-20 сортының біршама жақсы өсіп-дамитындығы анықталды. Ал, қытайлық Құлжа сортының тұздануға сезімталдылығы жоғары екендігі байқалады. Салыстырмалы зерттеу барысында тұздануға төзімділік Ларец және Қазақстан-20 сортынан анықталды. Ал, стресстік активті заттардың синтезінің жоғары мөлшері тұзға сезімтал Құлжа сортында болатындығы белгілі болды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей құмай дақылының тұздануға төзімділігі деп алынған көрсеткіші, яғни, жер үсті биомасса жинақтауымен пролин синтезі арасында ешқандай да байланысы сақталмайтындығы белгілі болды. Өсімдіктерде жер үсті биомассасы тұздың концентрациясы жоғарылаған сайын басқа сорттармен салыстырғанда Қазақстан-20 сортында біршама жоғары (78,22-ден 69,82 %) болған кезде пролин мөлшері де біршама жоғарылап келіп, ең жоғары концентрация әсерінен күрт төмендеген. Ал Ларец сортында да жақсы биомасса жинақтауымен пролин синтезі керісінше бірден төмендей бергендігі анықталды. Тәжірибе нәтижелері көрсеткендей ең сезімтал Құлжа сортында сабағының биомассасы төмендеген сайын пролин синтезі керісінше артып отырды. Бұл пролин мөлшерінің құмай дақылы үшін төзімділіктің механизміне жауап бере алмайтындығын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** NaCl, тұздану, пролин, құмай, стресс, шаперон, биомасса, төзімділік.

Ye.A. Kirshibayev<sup>1\*</sup>, A.Ye. Orazbayev<sup>1</sup>, S.K. Turasheva<sup>1</sup>,  
G.A. Baiseitova<sup>2</sup>, E.N. Turdygaliyeva<sup>1</sup>, D.A. Baiseitov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: er\_biol@mail.ru

### **Peculiarities of salt tolerance of sugar sorghum (*Sorghum saccharatum (L.) Pers.*) varieties**

This article is devoted to the study of the toxic effect of NaCl on sorghum plants, as one of the environmental stress factors and the release of stress-active substance (proline), as one of sensitive response of plant to salinity. The results of the study showed that the Russian variety Larets and the Kazakh variety Kazakhstan-20 germinate and grow well on saline soils. In a comparative study of sorghum varieties, a high degree of salt tolerance was determined in varieties Larets and Kazakhstan-20 and a high sensitivity to salinity of the Chinese variety Kulzha. It was found that the salt-sensitive cultivar Kulzha had a high level of synthesis of stress-active substances. The research results showed that the synthesis of proline, as one of the indicators of resistance to salinity, is not directly related to the accumulation of above-ground biomass. It was noticed that as the concentration of salt in the soil in the variety Kazakhstan-20 increased, the aboveground biomass was high for some time (from 78.22 to 69.82) and the amount of proline was also high for some time, but due to an increase in the concentration of salt in the soil, the content of proline significantly decreased. On the other hand, in the Larets cultivar, on the contrary, with the accumulation of biomass, the synthesis of proline immediately decreased. In the cultivar Kulzha, which is most sensitive to salinity, as the biomass of the stem decreased, the synthesis of proline, on the contrary, increased. This indicates that proline synthesis is not associated with a stress tolerance response in a crop such as sorghum.

**Key words:** NaCl, salinization, proline, sorghum, stress, chaperone, biomass, tolerance.

Е.А. Киршибаев<sup>1</sup>, А.Е. Оразбаев<sup>1</sup>, С.К. Турашева<sup>1</sup>,  
Г.А. Байсеитова<sup>2</sup>, Э.Н. Турдығалиева<sup>1</sup>, Д.А. Байсейтов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: er\_biol@mail.ru

### Особенности устойчивости к засолению сортов сахарного сорго (*Sorghum Saccharatum L. Pers*)

В статье проводится исследование токсического действия соли NaCl на растения сорго как одного из стрессовых факторов окружающей среды и высвобождение стресс-активного вещества пролина как одной из ответных чувствительных реакций растений на засоление. Результаты исследования показали, что лучше всех прорастают на засоленных почвах российский сорт Ларец и казахстанский сорт Казахстан-20. В сравнительном исследовании сортов сорго определена высокая степень солеустойчивости у сортов Ларец и Казахстан-20 и высокая чувствительность к засолению китайского сорта Кулжа. Установлено, что у солечувствительного сорта Кулжа наблюдался высокий уровень синтеза стресс-активных веществ. Результаты исследований показали, что синтез пролина как одного из показателя устойчивости к засолению напрямую не связан с накоплением надземной биомассы. Было замечено, что по мере увеличения концентрации соли в почве у сорта Казахстан-20 надземная биомасса некоторое время была большой (от 78,22 до 69,82) и количество пролина тоже некоторое время было высоким, но вследствие возрастания концентрации соли в почве содержание пролина резко снижалось. У сорта Ларец, наоборот, при накоплении биомассы синтез пролина сразу снижался. У наиболее чувствительного к засолению сорта Кулжа по мере уменьшения биомассы стебля синтез пролина, наоборот, увеличивался. Это указывает на то, что синтез пролина не связан с ответной реакцией в механизме устойчивости к стрессам у такой культуры, как сорго.

**Ключевые слова:** NaCl, засоление, пролин, сорго, стресс, шаперон, биомасса, толерантность.

#### Мәселенің өзектілігі

Өсімдіктерге қолайлыз факторлардың бірі – тұздану. Біріккен ұлттар ұйымының (БҰҰ) азық-түлік және ауылшаруашылық саласының соңғы мәліметтері бойынша 800 миллион гектардан астам жер тұздануға ұшыраған. Топырақтың хлоридті тұзданудың әсері өсімдік тамырының қоректенуін және гликофиттердің су режимін едәуір бұзады, фотосинтез процесін тежейді, нәтижесінде өсімдіктердің өсуі мен олардың өнімділігі төмендейді [1, 2,3]

Тұздану-сыртқы ортаның маңызды абиотикалық факторларының бірі, тұздануға өсімдік түрлері мен сорттарында сезімталдығы әр түрлі болып келеді [4, 5, 6]. Онтогенездің бастапқы кезеңдерінде өсімдіктердің тұздануға төзімділігі өсу функциясының белсенділігімен анықталады. Тұзға төзімділіктің маңызды критерийі-тұзды топырақтардағы өсімдіктердің өнімділігі. Алайда, дала жағдайында тұзға төзімді формаларды іріктеу тұзды учаскелердің біркелкі бөлінбеуі қиындатады [7, 8, 9]. Сондықтан, бақыланатын зертханалық жағдайда өсімдіктердің тұздануға төзімділігін бағалау тәсілдерін іздеу тоқтатылмайды. Іріктеудің тиімділігін арттыру үшін тұзға төзімділік қалай қалыптасатынын жақсы түсіну қажет. Өсімдіктерге тұздану әсері екі фактормен сезіледі: цитоплазма-

да иондардың жиналуымен байланысты улы компонент және топырақта иондардың артық болуына байланысты судың жетіспеушілігі [10]. Зерттеушілердің басты назары тұздану кезінде иондық гомеостазды қамтамасыз ететін механизмдерді зерттеу қызықтырады [11 12]. Бұл жағдайда осмотикалық компонент улы компоненттің көрінісін жасыратын фактор ретінде қабылданады [8]. Сонымен бірге, бұл компоненттер белгілі бір дәрежеде өзара байланысты: иондар өсімдікке транспирациялық ағынмен енеді, ал олардың жинақталуы су алмасуын бұзады (мысалы, устьицалық аппараттың жұмысы) [13, 14 ]. Устьицалық өткізгіштіктің реттелуі су жетіспеген жағдайда өсімдіктердегі су тепе-теңдігін сақтаудың маңызды механизмдерінің бірі болып табылады [15, 16]. Осыған дейін көптеген авторлар арпа өсімдіктері тіндерінің өсуін қалпына келтіру және тұздану әрекеті кезінде вегетацияны сақтау устьицалардың тез жабылуымен байланысты екенін көрсетті [17, 18]. Бірақ тұздану кезіндегі транспирацияның рөлі туралы әдеби көздер кері тұжырым береді. Устьицалық өткізгіштік тұзға төзімді өсімдіктерде жоғары екендігі туралы мәлімдемелерді кездестіруге болады, сондай-ақ оның тұздануға сезімтал өсімдіктерде жоғары екендігі туралы қарама-қарсы мәлімдемелерді кездестіруге болады [19].

Тұздану кезінде өсімдік жасушаларына тұз иондардың шамадан тыс түсуі ондағы жоғары молекулалы заттардың құрылымы мен қызметін бұзады, гомеостазын туғызып оттегінің белсенді түрлерінің (ОБФ) шамадан тыс синтезіне алып келеді [20]. Алайда, тікелей ұйтты әсерден басқа, тұздану өсімдіктерде осмотикалық стрессті тудырады, бұл өсімдіктің тамыр жүйесінің су потенциалының күрт төмендеуіне алып келеді [21,22].

Өсімдіктегі бейорганикалық иондар мен су тепе-теңдігінің бұзылуына жауап ретінде бірқатар антистрессті механизмдер қосылады, оларға өсімдіктегі су ағынын қалпына келтіру үшін ортадан тұздардың сіңуін белсендіру және осы процеспен бірге үйлесімді осмолиттердің жасушаларында жинақтау кіреді. Ең көп таралған және маңызды осмолиттердің бірі-имино қышқылы, яғни пролин (Про). Алайда, қазіргі уақытта гликофиттердің осмотикалық функциясы (про) жиі орындалмайды. Бірқатар зерттеушілер Про-ның осмолит ретінде жұмыс істеуі туралы идеяны сынға алады [23, 24, 26].

Мұның бәрі топырақтың тұздану барысында өсімдіктердің зат алмасудың реттелуі мәселесін жеткіліксіз білетіндігімізді көрсетеді. Жұмыстың мақсаты – өсімдіктердің тұзға төзімділігін қалыптастырудағы өсу-даму үдерісінің реттелуі мен стресстік факторларға жауап ретіндегі активті заттардың (пролин) рөлін анықтау. Ол үшін тұзданудың құрғақшылыққа төзімділігімен ерекшеленетін өсімдіктер, яғни Құмай дақылының үш сортының өсімдіктеріне әсері зерттелді. Бұл сорттарды таңдау олардың тұзданудың осмотикалық компонентіне өсуде барысындағы реакциясы бойынша ерекшеленуі мүмкін деген болжамға байланысты болды, бұл активті заттар реакциясы ерекшеліктері мен тұзға төзімділік арасындағы байланысы болуы мүмкін. Зерттеуге алынған сорттар әр елдің топырақ-климат жағдайларына бейімделген, құмайдың қантты түрлерінің сорттары болып табылады.

### Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу материалы ретінде Қант құмайының жергілікті және шетелдік сорттары алынды. «Құлжа», «Ларец» және «Қазақстан 20».

Зерттеу жұмысында қант құмайы өсімдігінің «Құлжа» және «Боратала» сорттарының өну белсенділігіне хлорлы натрий тұзының түрлі концентрациясының (0,1 % NaCl, 0,2 % NaCl, 0,3 % NaCl) тигізетін әсері зерттелді.

Құмай тұқымдырын петри табақшаларына егу алдында, өнімді жаңа тұқымдарын сұрыптап алып, алдын ала стерильді жағдайдан өткен ыдыстарда  $KMnO_4$  ерітіндісінде 2-3 минутқа қойып, дистельденген сумен шайылды. Құмай өсімдігінің сорттарының тұқымдарын әр түрлі концентрациялы тұз ерітіндісі құйылған петри табақшаларына 30 данадан салып, үш қайталама жасалды. Құмай сорттарының тұқымдарын екен күннен бастап 3 күн құмайдың өну көрсеткіштерін есептеп отырылды. Үшінші күні құмай өсімдік линияларын әр түрлі концентрациялы (0,1%, 0,2%, 0,3%) тұз ерітіндісі құйылған ыдыстарға ауыстырылды. Құмайдың өсу қарқынын күтіп баптау жұмыстары жүргізіліп, тұзды жағдайда өсірілді.

Құмайдың өсу параметрлері: құмайдың жер-үсті мүшелері және тамырдың ұзарып өсуі, (см); құрғақ биомассаларының жинақталуы, (мг) 3-6-шы және 9 тәуліктен кейін есептеп анықталынды.

Өсімдік ұлпасындағы пролиннің мөлшері нингидрин реакциясы арқылы Симонян А.В., Саламатов А.А. [27] әдістері арқылы анықталды.

### Зерттеу нәтижелері мен талқылаулар

Құмай дақылының тұздануға төзімділігі зерханалық жағдайда жүргізілді. Ол үшін алдынала дайындалған ыдыстарға өсімдік дәндері отырғызылып өсімдік сорттарының дәнінің өну барысынан бастап тұзданудың әсері бақыланды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей тұздану өсімдік сорттарының алғашқы өну барысынан бастап өз әсерін көрсететіндігі анықталды (1-кесте).

Бірінші кесте нәтижелері көрсеткендей тұзданудың мөлшері артқан сайын өсімдіктердің дәнінің өну көрсеткіші керісінше төмендейтіндігі анықталды. Тек, Ресейлік Ларец және Қазақстандық Қазақстан-20 сорттарның төменгі мөлшердегі тұздың әсеріне керісінше оң әсерленгендігі байқалады. Ал, Қытайлық Құлжа сорты тек 6-шы күндік өну барысындағы дәндер санының 1 пайызға ғана артып қалған күндері ешқандай оң әсерленбегендігі байқалады. Дәнің өну барысы сорттар арасында аса қатты айырмашылықтың орын алмайтындығын көрсетіп отыр. Мысалы, Құлжа сорты бастапқы 3 күндікте бақылаумен салыстырғанда 71,54 пайызға төмендесе Ларец 62,93 пайызға ал, Қазақстан-20 сорты 71,83 пайызды көретті. Өсімдік дәндерінің өну энергетикасы тұз концентрациясына тәуелді бірақ уақыт өткен сайын өнгіштік артатындығын байқатты. Тұздың әлсіз концентрациясы дәнің өну барысын 6-шы



күндері керісінше оң әсер беретіндігі белгілі болды. Ал тұздану мөлшері жоғарылағанда кері әсері байқала береді. Дегенмен, өсімдіктер дәнінің өну көрсеткіші сорттар арасында аса қатты ауытқушылықтың болмағанын аңғартады. Тәжірибе нәтижелері көрсеткендей Құлжа сорты тәжірибенің 6-9-шы күндері 81,2-78,94 пайыз мөлшерінде болса, Ларецте бұл көрсеткіш 81,3-79,05 аралығын сақтаса Қазақстан-20 сортында да 82,4-81,71 мөлшерін көрсетті. Алынған деректерге сүйене отырып Құмай сорттарының дәнінің өнуі хлоры натрий тұзының ластану көрсеткішіне тәуелділігі ұқсас екендігін аңғаруға

болады. Орташа есеппен қарайтын болсақ Құмай сорттарының дәнінің өнгіштігі тәжірибеде жуық мөлшермен 20 пайыздай төмендейтіндігі байқалады. Бұл алынған мәлімет сорттардың тұзға төзімділіген анықтай алмағанымен тәжірибе жалғастырылғанда өсімдіктердің ары қарай өсіп дамуы барысында біршама ауытқушылықтардың орын алатындығы белгілі болы. Ондай көрсеткіштердің бірі өсімдіктердің тұзды ортада ұзара өсуі. Жалпы тұзды ортада өсімдіктердің тамыр және жер үсті бөлігінің ұзара өсуі тұздың концентрациясына тәуелді аса сезімталдылық байқатты (2-кесте).

**1-кесте** – Қант құмайы сорттарының NaCl тұзының әр түрлі концентрациясындағы дәндерінің өну энергиясы және өнгіштігі

№	NaCl конц-ры	Бастап-қы дән саны	3 күнде өнген дәндер саны	%	6 күнде өнген дәндер саны	%	9 күнде өнген дәндер саны	%
<b>Құлжа</b>								
1	Бақылау	30	24,6±1,55	100	25,0±1,33	100	26,6±0,22	100
2	0,1%		23,0±1,00	93,49	25,3±0,22	101,2	25,6±0,11	96,24
3	0,2%		20,0±0,33	81,80	24,3±0,22	97,2	25,0±0,00	93,98
4	0,3%		17,6±0,44	71,54	20,3±0,11	81,2	21,0±0,33	78,94
<b>Ларец</b>								
1	Бақылау	30	14,3±0,22	100	24,6±0,11	100	25,3±0,22	100
2	0,1%		13,6±0,88	95,10	25,0±0,00	101,6	25,6±0,11	101,2
3	0,2%		13,3±1,11	93,00	23,3±0,22	94,71	23,7±0,11	93,67
4	0,3%		9,0±1,00	62,93	20,0±0,33	81,30	20,0±0,33	79,05
<b>Қазақстан-20</b>								
1	Бақылау	30	21,3±0,22	100	25,0±1,33	100	25,7±1,1	100
2	0,1%		23,0±1,00	108	26,6±0,11	106,4	26,6±0,11	103,5
3	0,2%		19,0±2,33	89,20	23,0±0,67	92,00	24,0±0,67	93,38
4	0,3%		15,3±0,11	71,83	20,6±0,55	82,4	21,0±0,33	81,71

**2-кесте** – NaCl-дың әр түрлі концентрацияларында өскен қант құмайы сорттарының биопараметірлік көрсеткіштері (1-өсімдікке шаққандағы өсу көрсеткіші)

	NaCl конц-лары	Тамыр ұзындығы	%	Жер үсті бөлігінің ұзындығы	%
1	<b>Құлжа</b>				
	Бақылау	9,44±0,10	100	14,22±0,51	100
	0,1 %	7,43±0,91	78,70	12,74±0,12	89,59
	0,2 %	4,32±0,76	45,76	11,14±0,22	78,34
	0,3 %	0,43±0,03	4,55	3,6±0,07	25,31
2	<b>Ларец</b>				
	Бақылау	15,06±1,65	100	15,43±0,09	100
	0,1 %	17,02±0,20	113,01	15,84±0,18	102,65

	NaCl конц-лары	Тамыр ұзындығы	%	Жер үсті бөлігінің ұзындығы	%
	0,2 %	12,97±0,71	86,12	13,49±0,35	87,42
	0,3 %	10,48±0,02	69,58	2,13±0,01	13,80
3	Қазақстан-20				
	Бақылау	10,35±0,09	100	12,07±0,17	100
	0,1 %	4,85±2,45	46,85	10,35±0,31	85,74
	0,2 %	3,73±0,42	36,03	9,26±0,03	76,71
	0,3 %	2,52±0,3	24,34	8,02±0,30	66,44

Екінші кестеде нәтижелері көрсетіп тұрғандай Құмай сорттарының NaCl тұзының концентрациясы арта түскенде өсімдіктердің өсуі де керісінше төмендейтіндігін көрсетті. Тәжірибедегі сорттардың өсуі діннің өну көрсеткішіндей емес сорттар арасында өзіндік біршама сезімталдылығы бар екендігін байқатты. Мысалы, Құлжа сорттының тамырының өсуі ең жоғары концентрацияда 4,55 пайызды ғана құраса, сабағының да өсу көрсеткіші 25,31 пайыз мөлшерінде қалған. Ал, Ларец сорттын тамырының өсуі бақылау вариантымен салыстырғанда төменгі концентрацияда 13,01 пайызға керісінше жақсы өссе, тұздың концентрациясы артқанда бұл көрсеткіште төмендей берді 69,58 пайыз мөлшеріне дейін. Ал сабағы да бастапқы төменгі концентрацияда 2,65 пайызға жақсы өскенімен NaCl-дың мөлшері артқанда тіпті 13,80 пайызға дейін төмендеп кетті. Сорттар арасында Қазақстан-20 сорты біршама төзімділігімен ерекшеленді деуге негіз

бар. Себебі, өсімдіктің тамырының өсу барысы төменгі концентрацияларда ешқандай оң әсерленбегенімен жоғары концентрацияларда тамырдың өсуі 36,03-24,34 пайыз мөлшерінде сақталса, жер үсті мүшелерінің өсуі 66,44 % мөлшерінде ұзара өсуі сақталып қалған. Бұл көрсеткіш бойынша тәжірибедегі барлық сорттарда жоғары тұрғандығын көрсетеді. Тәжірибеден алынған нәтижелерге қарай отырып сорттар арасында мынанда тізім жасауға болады. Тамырдың өсуі бойынша: Ларец> Қазақстан-20> Құлжа, Ал, сабақтың өсуі бойынша Қазақстан-20 >Құлжа >Ларец. Осы алынған мәліметтерді нақтылай түсу үшін өсімдіктің өсу барысында қанша масса жинай алатындығы негізгі көрсеткішті нақтылай алары сөссіз. Себебі, өсімдіктің өсіп дамуының негізгі көрсеткіші оның барлық масса құрауында жатыр. Сондықтан, тәжірибедегі өсімдіктердің жалпы биомасса жинақтау көрсеткішіне де назар аударуға кеткен жөн (3-кесте).

**3-кесте** – NaCl-дың әр түрлі концентрацияларында өскен қант құмайы сорттарының 10 күндік өскіндерінің сабағы мен тамырының құрғақ салмақтары (мг)

<i>Құлжа</i>				
Варианттар	Сабақтың құрғақ салмағы	%	Тамырдың құрғақ салм	%
Бақылау	7,86± 0,18	100	2,24± 0,04	100
0,1 %	6,33±0,14	80,53	2,25± 0,08	100,44
0,2 %	6,16± 0,04	78,37	1,23± 0,01	54,91
0,3 %	3,86± 0,14	49,10	0,39±0,00	17,41
<i>Ларец</i>				
Бақылау	9,07±0,01	100	2,53±0,01	100
0,1 %	8,16±0,38	89,96	2,26±0,17	89,32
0,2 %	7,04±0,36	77,61	2,23±0,15	88,14
0,3 %	6,83±0,04	75,30	2,13±0,11	84,18

<i>Қазақстан-20</i>				
Бақылау	6,43±0,05	100	2,71±0,05	100
0,1 %	5,05±0,01	78,53	1,47±0,01	54,24
0,2 %	5,03±0,01	78,22	1,36±0,12	50,18
0,3 %	4,49±0,04	69,82	1,16±0,00	42,87

Үшінші кесте нәтижелерінен байқалып тұрғандай тәжірибедегі Құмай сорттарының құрғақ биомасса жинау көрсеткіштері өсімдіктердің ұзара өсу көрсеткішімен сәйкестігі аса қатты байқала қоймайды. Бұл сорттардың өзіндік биологиялық ерекшелігенде болуыда мүмкін. Дегенмен, алынға нәтижелер Құлжа сортының тұздануға тәжірибедегі басқа сорттармен салыстырғанда біршама сезімтал екенігін байқауға болады. Ал, Ларец сортының тамыр жүйесінің ұзара өсуі оның жақсы биомасса жинауына да жақсы әсер бергендігін байқатады және ол жер үсті мүшесінің де жақсы биомасса жинақтауына өз әсерін бергендігі байқалады. Сорттар арасында Қазақстан-20 сорты өсу мен қатар биомасса жинақтау бойынша да ұқсас көрсеткіш көрсеткендегін аңғаруға болады. Мысалы, хлорлы натрий тұзының ең жоғары концентрациясымен салыстыратын болсақ тамырдың өсуі бойынша 75,30 пайызбен Ларец сорты ең жақсы көрсеткіш көрсетсе, Қазақстан-20 69,82 пайызбен өсу бойынша көрсеткен өз орнында қалды. Ал, 49,10 пайызбен Құлжа сортыда үшінші ретте сақталып тұр. Тәжірибедегі негізгі мүше жер үстінің биомасса жинақтауы бойынша 84,18 пайыздық көрсеткішпен Ларец сорты алғашқы орынды иемденсе 42,87 пайызбен Қазақстан-20, 17,41 пайызбен Құлжа сорты ең соңғы орынға жайғастырылады. Сонда тәжірибедегі сорттардың өсуі мен биомассасы бойынша төзімділік реті Ларец сорты ең төзімді сорт болып есептеледі. Ал Құлжа сорты тұздануға аса сезімтал болды деп айтуға болады. Ал, Қазақстан-20 сорты осы екі сорттың арасынан орын алады. Ларец сортының тамырының жақсы өсуі оның жер үсті биомассасының жақсы биомасса жинақтауына оң әсер бергендігі байқалады. Себебі, Ларец сортының жер үстінің аса биік бойлап өспегендігімен оның бұтақтанып масса жинағандығы байқалады. Ал, Құлжа сортының өсуіде биомасса жинақтауыда тұздануға аса сезімталдылығы тәжірибе көрсеткіштерінен

бірден байқалады. Алынған нәтижелердің сорттар арасындағы өзіндік тұздануға төзімділігінің биологиялық ерекшелігі деп айқындай түсу үшін стресс факторлар әсерінен өсімдіктердегі қорғаныш механизмінің бірі болатын пролин синтезіне әсерімен нақтылай кетуді жөн деп көрдік. Көптеген тұздануға төзімділік пен сезімталдылық бағытында жасалған ғылыми еңбектерде пролин синтезінің артуы төзімділік пен сезімталдылықтың негізі деп көрсетілетін қарама қайшы пікірлерді кездестіруге болады.

Әдеби көздерде әлі күнге дейін клеткаларда шоғырланған натрий мен хлор иондарының концентрациясымен пролин тудыратын NaCl концентрациясының арақатынасына жүйелі талдау жасалмаған. Соңғы жылдары пролин макромолекулалардың құрылымы мен биологиялық белсенділігін сақтай отырып қорғауға қабілетті, химиялық шаперон ретінде айтылып жатыр [25, 26]. Химиялық шаперондар туралы түсініктердің дамуы практикалық маңызы зор, бұл бейімделу процестерін түсіну және медициналық мақсаттар мен химия өнеркәсібі үшін ферменттерді сақтаудың жаңа технологияларын дамытуында жатыр.

Тұздануға жауап ретінде құмайдың барлық сорттарының өсімдік жер үсті бөлігінде пролиннің бос күйінде тез жиналуы орын алды. Бұл әсіресе тұзданудың жоғары концентрациясында байқалады. Сорттар арасында пролиннің ең жоғары концентрациясы Қазақстан-20 сортында байқалады 0,2%-дық концентрацияда 147,14 мг/г. құраған. Бұл сорттың сабағының жақсы өсіп, биомасса жинақтауы пролин мөлшерінің артуымен тура сәйкес келіп отырса. Керісінше, Ларец сортының жақсы өсуі мен ондағы пролин мөлшері керісінше төмендеуіне алып келгендігі байқалады. Ал, сорттар арасындағы сезімтал сорт деп есептелген Құлжа сортының сабағының биомассасы төмендеген сайын керісінше пролин мөлшерінің артып отырғандығы анықталды.

4-кесте – Тұзды ортадағы құмай сорттарының сабағындағы пролиннің мөлшері (мг/г)

Варианттар	Құлжа	%	Ларец	%	Қазақстан-20	%
Бақылау	0,73±0,02	100	0,70±0,03	100	0,70±0,03	100
0,1% NaCl	0,40±0,00	54,79	0,50±0,08	71,42	0,43±0,02	61,42
0,2%	0,50±0,03	68,49	0,36±0,01	51,42	1,03±0,14	147,14
0,3%	0,80±0,13	109,58	0,36±0,01	51,42	0,50±0,00	71,42

Жалпы, қант құмайы сорттарының сабағындағы пролиннің жинақталуы натрий хлоридінің концентрациясына тәуелділігі әлсіз. Тұздануға салыстырмалы түрде төзімді қант құмайының тек екі сортында (Қазақстан-20, Ларец) NaCl концентрациясының ұлғаюына қарай пролин мөлшерінің қарама қайшы көрсеткіште екендігі анықталды.

Осылайша, пролиннің жинақталуы мен өсімдіктердің стресстерге төзімділігі арасында тұрақты корреляциялық байланыстардың жоқтығын айтуға болады. Басқа зерттеушілер де осы бағыттағы ұстанымда екендігі айтылып кеткен.

### Қорытынды

Қорыта келе қоршаған ортаның хлоридті тұздануы өсімдіктерге өсу мен дамудың бастап-

қы кезеңдерінен әсер етеді, өсімдіктердің тұқымдарының өнуін, көшеттердің қалыптасуын, жекеленген мүшелердің арасында биомассаның жинақталуы мен таралу процестерін тежейді. Кейде NaCl-дың әлсіз концентрациясы тұқымның өнуіне және құмайдың кейбір сорттарының жер үсті органдарының биомассасына оң әсер етеді. Натрий мен хлор иондары жапырақтарда фотосинтездік пигменттердің пайда болуын ингибирлеп және жер үсті мүшелерінің мен қант құмайы көшеттерінің сабағындағы пролин синтезін күшейтеді немесе сорттың биологиялық ерекшелігіне қарай керісінше төмендететіндігі анықталды. Бұндай көрсеткіштер құмай дақылының сорттық ерекшелігінде жатқандығы деп есептеледі және сорттардың тұздануға төзімділігін басқада төзімділік механизмдерімен байланыстыра зерттеу қажет екендігін көрсетеді.

### Әдебиеттер







- 1 Flowers T.J. Improving crop salt tolerance // J. Exp. Botany. – 2004. –V. 55. – P. 307-319.
- 2 Nazia Talat. Alleviation of soil salinization and the management of saline soils, climate change, and soil interactions // Climate Change and Soil Interactions. – 2020. – P. 305-329.
- 3 Daliakopoulos I.N., Tsanis I.K., Koutroulis A., Kourgialas N.N., Varouchakis A.E., Karatzas G.P., Ritsemac C.J. The threat of soil salinity: A European scale review // Science of The Total Environment. – 2016. – Vol. 573.- P. 727-739.
- 4 Бабурина О.К., Леонова Т.Г. Динамика содержания Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup> в клетках суспензионной культуры люцерны при высоких концентрациях NaCl // Физиология растений.- 1994. – Т. 41. – С. 460-463.
- 5 Гринин А.Л., Холодова В.П., Кузнецов В.В. Сравнительный анализ физиологических механизмов солеустойчивости различных сортов горчицы // Вестник. Агрономия и животноводство. – 2010. – Т. 1. – С. 27-38.
- 6 Triston N. Hooks., Geno A. Picchioni., Brian J.Schutte., Manoj K. Shukla., David L. Daniel. Sodium Chloride Effects on Seed Germination, Growth, and Water Use of *Lepidium alyssoides*, *L. draba*, and *L. latifolium*: Traits of Resistance and Implications for Invasiveness on Saline Soils // Rangel and Ecology & Management. – 2018.- Vol. 71.- P. 433-442.
- 7 Fu T.F., Zhang Y., Gao J.W., Chen G.Q., Liu W.Q., Su Q. Study on spatio-temporal variability of saline soil salinity in the Yellow River Delta Periodical of Ocean University of China. – 2017. – Vol. 47 (10). – P. 50-60.
- 8 Cassel F., Goorahoo D., Sharmasarkar S. Salinization and yield potential of a salt-laden Californian soil: an in situ geophysical analysis // Water Air Soil Pollut.- 2015. – 226 (12). – P. 422.
- 9 Дмитриев А.П. Сигнальные молекулы растений для активации защитных реакций в ответ на биотический стресс // Физиология растений. – 2003.- Т. 50(3). – С. 465-474.
- 10 Aragüés R., Medina E.T., Zribi W., Clavería I., Álvaro-Fuentes J., Faci J. Soil salinization as a threat to the sustainability of deficit irrigation under present and expected climate change scenarios // Irrigat. Sci. – 2015. – Т. 33(1). – P. 67-79
- 11 Емец А.И., Красиленко Ю.А., Шеремет Я.А., Блюм Я.Б. Реорганизация микротрубочек как ответ на реализацию сигнальных каскадов оксида азота (II) в растительной клетке // Цитология и генетика. – 2009. – Т. 43(1). – С. 3-10.
- 12 Arid J., Environ Soil salinity: a neglected factor in plant ecology and biogeography. – 2013.- Т. 92.- P. 14-25

- 13 Lv N.N., Luo G.P., Ding J.L., Li J.J., Liu L.J. Spatio-temporal variation of soil salinity in wastelands inside and outside of oasis in Manas River Watershed in the context of dripping irrigation // *J. Nat. Resour.* – 2017. – Т. 32 (9). P. 1542-1553.
- 14 Wang Q.H., Lu Y.D., Sai J.M., Li H.H. Characteristics of soil salinity in arid oasis Arid Zone // *Res.* – 2018.-Vol. 35 (3). – P. 503-509.
- 15 Захарин А.А. Быстрая кинетика роста растений при солевом стрессе // *Физиология растений.* – 1994. – Т. 41(1). – С. 101-106.
- 16 Li Pu Han., Wen Hui Wang., A. Egrinya Eneji., Jintong Liu. Phytoremediating coastal saline soils with oats: accumulation and distribution of sodium, potassium, and chloride ions in plant organs // *Journal of Cleaner Production.* – 2015. – Vol. 90. – P. 73-81.
- 17 Шарипова Г. В., Веселов Д. С. Влияние NaCl засоления на реакции сортов ячменя, различающихся по засухоустойчивости // ISSN: 0002-1881 *Агрoхимия.* – 2008. – Т. №10. – С. 18-26.
- 18 Xiaobin Li., Chen Zhang Effect of natural and artificial afforestation reclamation on soil properties and vegetation in coastal saline silt soils // *Catena.* – 2021. – Vol. 23. – P. 198.
- 19 Алиева З.М., Юсуфов А.Г. Солеустойчивость изолированных вегетативных органов культурных растений при действии хлорида натрия и сульфата меди // *Агрoхимия.* – 2014.- Т. № 3. – С. 69-74.
- 20 Meng Wang., Guangmin Xia. The landscape of molecular mechanisms for salt tolerance in wheat // *The Crop Journal.* – 2018. – Vol. 6.- P. 42-47.
- 21 Francisco Dalton Barreto deOliveira, Rafael de Souza Miranda, Gyedre dos Santos Araújo, Daniel Gomes Coelho, Marina Duarte Pinto Lobo, Stelamaris de Oliveira Paula-Marinho, Lineker de SousaLopes, Ana Cristina Oliveira Monteiro-Moreira, New insights into molecular targets of salt tolerance in sorghum leaves elicited by ammonium nutrition // *Plant Physiology and Biochemistry.* – 2020. – Vol. 154.- P. 723-734.
- 22 Yongxing Zhu., Xinchen J., Jian Zhang., Yang He., Xiongmeng Zhu., Xiaokang Zhou., HaijunGong., Junliang Yin., Yiqing Liu. Silicon confers cucumber resistance to salinity stress through regulation of proline and cytokinins // *Plant Physiology and Biochemistry.* – 2020. – Vol. 156. – P. 209-220.
- 23 Meng Wang., Guangmin Xia. The landscape of molecular mechanisms for salt tolerance in wheat // *The Crop Journal.* – 2018. – Vol. 6. P. 42-47.
- 24 Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance // *Annu. Rev. Plant Biol.* – 2008. – Vol. 59.- P. 651-681.
- 25 Chattopadhyay M. K., Kern R., Mistou M., Dandekar A.M., Uratsu S.L., Richarme G. (2004) The chemical chaperone proline relieves the thermosensitivity of a dnaK deletion mutant at 42 {degrees} // *C. J. Bacteriol.* 2004.- Vol. 186. – P. – 8149-8152.
- 26 Virginia Palchetti M., Mariana Reginato., Analía Llanes., Johann Hornbacher., Jutta Papenbrock., Gloria E.Barboza., Virginia Luna., Juan José Cantero. New insights into the salt tolerance of the extreme halophytic species *Lycium humile* (Lycieae, Solanaceae) // *Plant Phys. and Biochem.* – 2021. – Vol. 163. – P. 166-177.
- 27 Симонян А.В., Саламатов А.А., Покровская Ю.С., Аванесян А.А. Использование нингидриновой реакции для количественного определения  $\alpha$ -аминокислот в различных объектах: Методические рекомендации. – Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2007. – С. 106.

## References

- 1 Aragüés R., Medina E.T., Zribi W., Clavería I., Álvaro-Fuentes J., Faci J. «Soil salinization as a threat to the sustainability of deficit irrigation under present and expected climate change scenarios» *Irrigat. Sci.*, 33 (1), (2015): 67-79
- 2 Arid J. «Environ Soil salinity: a neglected factor in plant ecology and biogeography» 92 (2013): 14-25
- 3 Aliyeva Z.M., Yusufov A.G. «Soleustoychivost' izolirovannykh vegetativnykh organov kul'turnykh rasteniy pri deystvii khlorida natriya i sul'fata medi» *AGROKIMIYA* 3, (2014): 69-74
- 4 Baburina O.K., Leonova T.G. Dinamika sodержaniya Na<sup>+</sup> i K<sup>+</sup> v kletkakh suspenzionnoy kul'tury lyutserny pri vysokikh kontsentratsiyakh NaCl. *Fiziologiya rasteniy*, 41, (1994): 460-463.
- 5 Cassel F., Goorahoo D., Sharmasarkar S. «Salinization and yield potential of a salt-laden Californian soil: an in situ geophysical analysis» *Water Air Soil Pollut.*, 226 (12) (2015): 422
- 6 Chattopadhyay M. K., Kern R., Mistou M., Dandekar A.M., Uratsu S.L., Richarme G. «The chemical chaperone proline relieves the thermosensitivity of a dnaK deletion mutant at 42 {degrees}». *C. J. Bacteriol.*, 186, (2004): 8149-8152.
- 7 Daliakopoulos I.N., Tsanis I.K., Koutroulis A., Kourgialas A.E., Varouchakis. G.P., Karatzas. C.J., «Ritsemac The threat of soil salinity: A European scale review». *Science of The T N.N.otal Environment*, 573, (2016): 727-739
- 8 Dmitriyev A.P. «Signal'nyye molekuly rasteniy dlya aktivatsii zashchitnykh reaktsiy v otvet na bioticheskiy stress». *Fiziologiya rasteniy*, 50(3), (2003): 465-474.
- 9 Grinin A.L., Kholodova V.P., Kuznetsov V.I.V. «Sravnitel'nyy analiz fiziologicheskikh mekhanizmov soleustoychivsti razlichnykh sortov gorchitsy». *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov, seriya «Agronomiya i zhivotnovodstvo»* 1, (2010): 27— 38.
- 10 Flowers T.J. «Improving crop salt tolerance». *J. Exp. Botany*, 55, (2004): 307-319.
- 11 Francisco Dalton Barreto de Oliveira, Rafael de Souza Miranda, Gyedre dos Santos Araújo, Daniel Gomes Coelho, Marina Duarte Pinto Lobo, Stelamaris de Oliveira Paula-Marinho, Lineker de SousaLopes, Ana Cristina Oliveira Monteiro-Moreira, Humberto Henrique de Carvalho, Enéas Gomes-Filho. «New insights into molecular targets of salt tolerance in sorghum leaves elicited by ammonium nutrition» *Plant Physiology and Biochemistry* 154, (2020): 723-734

- 12 Fu T.F., Zhang Y., Gao J.W., Chen G.Q., Liu W.Q., Su Q. «Study on spatio-temporal variability of saline soil salinity in the Yellow River Delta Periodical of Ocean University of China», 47 (10) (2017): 50-60
- 13 Li Pu Han., Wen Hui Wang., A. Egrinya Eneji., Jintong Liu «Phytoremediating coastal saline soils with oats: accumulation and distribution of sodium, potassium, and chloride ions in plant organs» Journal of Cleaner Production 90, 1 (2015): 73-81
- 14 Lv N.N., Luo G.P., Ding J.L., Li J.J., Liu L.J. «Spatio-temporal variation of soil salinity in wastelands inside and outside of oasis in Manas River Watershed in the context of dripping irrigation» J. Nat. Resour., 32 (9), (2017):1542-1553
- 15 Meng Wang., Guangmin Xia. «The landscape of molecular mechanisms for salt tolerance in wheat» The Crop Journal 6, no 1 (2018): 42-47
- 16 Meng Wang., Guangmin Xia. «The landscape of molecular mechanisms for salt tolerance in wheat» The Crop Journal 6, no 1 (2018): 42-47
- 17 Munns R., Tester M. «Mechanisms of salinity tolerance». Annu. Rev. Plant Biol., 59, (2008): 651-681.
- 18 Nazia Talat. «Alleviation of soil salinization and the management of saline soils, climate change, and soil interactions» Climate Change and Soil Interactions, (2020): 305-329
- 19 Simonyan A.V., Salamatov A.A., Pokrovskaya Yu.S., Avanesyan A.A. «Ispol'zovaniye ningidrinovoy reaktsii dlya kolichestvennogo opredeleniya  $\alpha$ -aminokislot v razlichnyh obyektakh» Metodicheskiye rekomendatsii. VolGMU, (2007): 106.
- 20 Sharipova G. V., Veselov D. S. «Vliyaniye NaCl zasoleniya na reaktsii sortov yachmenya, razlichayushchikhsya po zasukhoustoychivosti» AGROKHIMIYA, 10, (2008): 18-26
- 21 Triston N. Hooks., Geno A. Picchioni., Brian J. Schutte., Manoj K. Shukla., David L. Daniel «Sodium Chloride Effects on Seed Germination, Growth, and Water Use of *Lepidium alyssoides*, *L. draba*, and *L. latifolium*» Traits of Resistance and Implications for Invasiveness on Saline Soils Rangeland Ecology & Management (2018): 433-442
- 22 Virginia Palchetti. M., Mariana Reginato., Analía Llanes., Johann Hornbacher., Jutta Papenbrock., Gloria Barboza E., Virginia Luna., Juan José Cantero. «New insights into the salt tolerance of the extreme halophytic species *Lycium humile* (Lycieae, Solanaceae)» Plant Physiology and Biochemistry 163, (2021): 166-177
- 23 Wang Q.H., Lu Y.D., Sai J.M., Li H.H. «Characteristics of soil salinity in arid oasis» Arid Zone Res., 35 (3) (2018): 503-509
- 24 Xiaobin Li., Chen Zhang «Effect of natural and artificial afforestation reclamation on soil properties and vegetation in coastal saline silt soils» CATENA 198, (2021): 105066
- 25 Yemets A.I., Krasilenko YU.A., Sheremet YA.A., Blyum YA.B. «Reorganizatsiya mikrotrubochek kak otvet na realizatsiyu signal'nykh kaskadov oksida azota (II) v rastitel'noy kletke». Tsitologiya i genetika, 43(1), (2009): 3-10.
- 26 Yongxing Zhu, Xinchun J, Jian Zhang, Yang He, Xiongming Zhu, Xiaokang Zhou, Haijun Gong, Junliang Yin, Yiqing Liu. «Silicon confers cucumber resistance to salinity stress through regulation of proline and cytokinins» Plant Physiology and Biochemistry 156, (2020): 209-220
- 27 Zakharin A.A. «Bystraya kinetika rosta rasteniy pri solevom stresse» Fiziologiya rasteniy, 41(1), (1994): 101-106.

С.А. Кубентаев<sup>1</sup> , Ю.А. Котухов<sup>2</sup> , М.Ж. Жумагул<sup>3</sup> ,  
К.С. Избастина<sup>1,4\*</sup> , Д.Т. Алибеков<sup>1</sup> , С.К. Мухтубаева<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>«Астанинский ботанический сад» – филиал РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» Комитета лесного хозяйства и животного мира Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, Казахстан, г. Нур-Султан  
<sup>2</sup>РГП на ПХВ «Алтайский ботанический сад» КН МОН РК, Казахстан, г. Риддер  
<sup>3</sup>Казахский национальный университет им аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы  
<sup>4</sup>Казахский Агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Казахстан, г. Нур-Султан  
\*e-mail: izbastina.k@gmail.com

## ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *RHODIOLA QUADRIFIDA* В ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ

В данной работе приводятся результаты изучения биологических особенностей и эколог фитоценотической приуроченности редкого вида растения *Rhodiola quadrifida* в Восточном Казахстане. Исследования проводились на трех высокогорных хребтах Казахского Алтая: Ивановский, Линейский и Коксинский. Изучение ценопопуляций вида проводилось стандартными геоботаническими методами. По результатам проведенных исследований установлено, что растительный покров в местах произрастания *Rh. quadrifida* слабо сформирован или практически отсутствует. Местообитания вида: приурочены к альпийскому и горно-тундровому поясу гор, в высотном пределе 1800–2400 м над ур. м. *Rh. quadrifida* обитает преимущественно на останцах, скалах, по мелко- и крупнообломочным осыпям, мохово-лишайниковым, дриадовым и каменисто-осоковым тундрам. Отмечено высокое вегетативное размножение на участках толстого мохового покрытия. Состояние *Rh. quadrifida* в ЦП3, ЦП4 и ЦП5 нормального типа, способное к самподдержанию семенным и вегетативным способами. В ЦП1 и ЦП2 вид поддерживается за счет неэффективного вегетативного размножения. Вид имеет низкую конкурентоспособность, по мере зарастания участков дерновинным и корневищными злаками популяции родиолы выпадают из состава фитоценозов. *Rh. quadrifida* – крайне редкий вид, интенсивно сокращающийся в численности и площади популяций, считаем необходимым включение вида в следующее издание Красной книги Казахстана.

**Ключевые слова:** Центральная Азия, Западный Алтай, *Rhodiola quadrifida*, редкий вид, состояние популяций.

S.A. Kubentaev<sup>1</sup>, Yu.A. Kotukhov<sup>2</sup>, M.Zh. Zhumagul<sup>3</sup>,  
K.S. Izbastina<sup>1,4\*</sup>, D.T. Alibekov<sup>1</sup>, S.K. Mukhtubaeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>RSE on the REM “Astana Botanical Garden” Committee of Forestry and Animal World of the Ministry of Ecology, Geography and Nature Conservation, Kazakhstan, Nur-Sultan

<sup>2</sup>RSE “Altai Botanical Garden” CS MES RK

<sup>3</sup>RSE on the REM “Altai Botanical Garden” CS MES RK, Kazakhstan, Ridder

<sup>4</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>4</sup>S.Seifullin Kazakh Agro Technical University, Kazakhstan, Nur-Sultan

\*e-mail: izbastina.k@gmail.com

### Ecological and biological characteristics and phytocenotic structure of *Rhodiola quadrifida* populations in East Kazakhstan

This study presents the results of investigating the biological characteristics and ecological-phyto-cenotic confinement of a rare plant species – *Rhodiola quadrifida* in East Kazakhstan. The research was carried out on three high mountain ranges: Ivanovsky, Lineisky and Koksinsky of Kazakhstan Altai. The study of cenopopulations of the species was done by using standard geobotanical methods. According to the results, it was found that the vegetation cover in the growing places of *Rh. quadrifida* is poorly formed or practically absent. The habitats of the species are confined to the alpine and mountain-tundra belt of mountains, in the altitude limit of 1800–2400 m above sea level. *Rh. quadrifida* grows mainly on outliers, rocks, along fine and coarse talus, moss-lichen, dryad and stony-sedge tundra. High vegetative reproduction is noted in areas of thick moss cover. State of *Rh. quadrifida* in CP3, CP4 and CP5 is normal

and capable for self-sustaining by seed and vegetative manner. The species in CP1 and CP2 is maintained due to ineffective vegetative reproduction. The species has a low competitiveness; as the plots are overgrown with turf and rhizome grasses, the populations of *Rhodiola* drop out of the phytocenoses. *Rh. quadrifida* is an extremely rare species that is rapidly reducing the number and area of populations, we consider it necessary to be included in the next edition of the Red Book of Kazakhstan.

**Key words:** Central Asia, Western Altai, *Rhodiola quadrifida*, rare species, state of populations.

С.А. Кубентаев<sup>1</sup>, Ю.А. Котухов<sup>2</sup>, М.Ж. Жумагул<sup>3</sup>,  
К.С. Избастина<sup>1,4\*</sup>, Д.Т. Алибеков<sup>1</sup>, С.К. Мухтубаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Қазақстан Республикасы экология, геология және табиғи ресурстар министрлігі  
орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің «Ботаника  
және фитоинтродукция институты» ШЖҚ РМК филиалы «Астана ботаникалық бағы»,  
Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

<sup>2</sup>ҚР БҒМ ҒМ «Алтай ботаникалық бағы» ШЖҚ РМК, Қазақстан, Риддер қ.

<sup>3</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>4</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

\*e-mail: izbastina.k@gmail.com

### Шығыс Қазақстандағы *Rhodiola quadrifida* популяцияларының экологиялық-биологиялық ерекшеліктері және фитоценотикалық құрылымы

Бұл жұмыста Шығыс Қазақстандағы *Rhodiola quadrifida* сирек кездесетін өсімдік түрінің биологиялық ерекшеліктері мен экологиялық-фитоценотикалық шектелуін зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеулер Қазақстан Алтайындағы үш биік Иванов, Линейск және Көксін тау жоталарында жүргізілді. Түрдің ценопопуляцияларын зерттеу стандартты геоботаникалық әдістерді қолдану арқылы жүргізілді. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша *Rh. quadrifida* өсу орындарындағы өсімдік жамылғысының әлсіз қалыптасқандығы немесе жоқтың қасы екендігі анықталды. Түрлердің мекен ету ортасы теңіз деңгейінен 1800–2400 м биіктікте орналасқан альпі және таулы-тундра белдемдерімен шектелген, *Rh. quadrifida* негізінен қалдықтарда, жартастарда, ұсақ және ірі түйіршікті шөгінділерде, мүк-қыналы, құрғақ және тасты-шөгінді тундраларда тіршілік етеді. Қалың мүк жамылғысы бар аймақтарда жоғары вегетативті көбею байқалды. *Rh. quadrifida* қалыпты типтегі ЦП3, ЦП4 және ЦП5 күйі тұқыммен және вегетативтік тәсілмен өзімен өзі көбеюге қабілетті. ЦП 1 және ЦП 2-де түрлер тиімсіз вегетативті көбеюге байланысты сақталған. Шымтезек пен тамырлы дөңді дақылдармен бір аймақтарда өскен родиола популяциялары фитоценоздар құрамынан шығып қалуынан, түрдің бәсекеге қабілеттілігі төмен. *Rh. quadrifida* популяция саны мен ауданын қарқынды қысқартатын өте сирек кездесетін түр болғандықтан, Қазақстанның Қызыл кітабының келесі басылымына енгізу қажет деп санаймыз.

**Түйін сөздер:** Орталық Азия, Батыс Алтай, *Rhodiola quadrifida*, сирек кездесетін түр, популяция жағдайы.

### Сокращения и обозначения

ЦП – ценопопуляция

### Введение

Многие виды рода *Rhodiola* L. исторически использовались в качестве адаптогенов и традиционных лекарственных средств, которые ценятся за их способность повышать сопротивляемость человека стрессу или усталости и способствовать долголетию [1–8].

*Rhodiola quadrifida* (Pall.) Fisch. et S.A. Mey. (Родиола четырёхчленная, красная щётка) из семейства Crassulaceae – аркто-альпийский вид, растёт в альпийском поясе гор, щебнистой и мохово-лишайниковой тундре, на скалах, каменистых склона и осыпях около ледников. В

Казахстане вид встречается только на высокогорных хребтах Казахстанского Алтая и Тарбагатай [9]. Общий ареал: Китай (Синьцзян и плато Цинхай-Тибет), в Восточной Сибири, Монголии (Хэнтий, Хангай, Ховсгол, Ховд и Монгольский Алтай) и России (Алтай, Саяны) [10].

Корни и корневища *Rh. quadrifida* традиционно используются в Азии в качестве тонизирующего, адаптогенного, антидепрессивного и противовоспалительного средства [11–14]. Химический состав эфирных масел *Rh. quadrifida* содержит кислоты – гексадекановую (45,39%), 9,12-октадекадиеновую (33,38%), 9-гексадеценовую (3,08%) и др [15].

Эколого-фитоценотическая структура популяций *Rh. quadrifida* изучалась в России (Северный Урал, Забайкалье) [16, 17]. Также есть сведения о современном состоянии популяций вида



в Китае [18]. Однако в Казахстане исследования экотипической приуроченности и биологических особенностей вида в естественных местах произрастания ранее не проводились. Вследствие повышенного спроса на лекарственное сырье корней *Rh. quadrifida* во многих странах вид подвержен сильным антропогенным воздействиям.

Поэтому целью работы является изучение современного состояния популяций *Rh. quadrifida* в Восточном Казахстане, включая биологические особенности вида, семенную продуктивность, эколого-фиоценотическую приуроченность и онтогенетическую структуру.

## Материалы и Методы

Казахстанский Алтай представляет собой систему хребтов южной и юго-западной части Алтая, как горной страны, которая простирается с юга на север и с запада на восток почти на 400 км. Он входит в состав юго-западной периферии Алтае-Саянской горной системы, и с присущей ей структурой ландшафтных и высотных зон. Согласно физико-географическим условиям территория Казахстанского Алтая подразделена на три подрайона: Юго-Западный Алтай, Южный Алтай, Калбинское нагорье [19].

Исследования проводились на Западном Алтае (хр. Ивановский, Коксинский и Линейский) казахстанской части Алтайской горной страны. Административно исследуемый регион относится к Восточно-Казахстанской области. Изучение ЦП родиолы проводились стандартными геоботаническими методами [20,21].

Структура каждой конкретной ЦП изучались согласно методикам Т.А. Работного [22] и О.В. Смирновой [23]. Для выяснения жизненного цикла применена методика А.А. Уранова [24]. За основу изучения эколого-биологических особенностей вида в полевых условиях взяты разработанные методические указания М.Ф. Голубевым и Е.Ф. Молчановым [25]. Номенклатурные названия растений приведены согласно WCSP.

## Результаты и Обсуждение

### 1. Биологические особенности *Rh. quadrifida*

*Rh. quadrifida* в исследуемом регионе встречается единично отдельными особями или группами, не образуя плотных зарослей. Семеношение, как правило, обильное, в среднем по всем популяциям потенциальное семеношение составляет 3288 семян на одну особь, реальное –

1692 шт. Коэффициент семинификации – 51,4%. Обычно в ценозах генеративные особи имеют по  $36,8 \pm 0,32$  генеративных побегов, из них только 55,9% цветет и плодоносит. Соцветия в среднем состоят из 5 цветков, из них 74% (3,7 цветка) образуют плоды (листочка); число семян на один цветок  $47,2 \pm 0,36$ , из них 38% семян формируют семяночки.

Семена вида мелкие, легко разносятся ветром на значительные расстояния. Форма семян продолговато-яйцевидная, слегка изогнутая. Поверхность семян голая, гладкая. Цвет семян коричневый. Длина: 1,85 – 2,75 мм ( $2,56 \pm 0,19$  мм), ширина:  $0,56 \pm 0,01$  мм. Вес 1000 штук семян – 0,214 г. Большая часть семян попадает в осыпи, курумы, где глубоко проваливаются между обломками камней и погибают. Незначительная часть семян попадает на участки грунта между камней или на отпад около материнских растений.

Грунтовая всхожесть в природе достаточно высока – 75%, о чем свидетельствует значительное количество проростков. Однако, ввиду суровых условий обитания вида, после первой перезимовки погибает почти 85% сеянцев. До генеративного состояния доживают единицы.

Растения формируют мощные подушкообразные дернины (рисунок 1), нередко до 35 см в поперечнике, состоящие из плотного каудекса, одетого остатками жестких стеблей прошлых лет, где накапливается отпад, прикрывая толстым слоем почки возобновления.

Почки возобновления зимуют погружаясь в субстрат или располагаются ближе поверхности грунта. Побеги плотно покрыты чешуями, которые предохраняют их от повреждений морозами и способствуют накоплению снега в зимний период. В подушке у основания побега могут образовываться укороченные корни 8–12 см дл, на основании которых в виде кисточек образуются придаточные корни второго и третьего порядка. Побег под чешуями покрыт толстым слоем лупящейся коры темно-бурой окраски.

Корневая система стержневого типа до 130 см дл. в верхней части до 17-25 см, от середины разветвлены на 2-3 корня первого порядка. В среднем образуются 3–5 ответвлений первого порядка. Как правило главный корень размещается вверх по склону с заглаблением на 35-40 см. Корни первого порядка от середины расстилаются в стороны на уровне главного корня до 45 см. Вес сырого многолетнего корня с каудексом 25–20 см составляет  $263 \pm 5,6$  гр. Каудекс внутри заполнен мелкоземом и продуктами разложения прошлых лет, а также прогнившими

ми чешуями. Длина ветвей каудекса различная в зависимости от направления света, с северо-восточной стороны ветви более длинные и толстые, с юго-западной более укороченные и утонченные. У старых особей в результате некроза ветвей каудекса первого порядка от основания окореняются и теряют связь с материнской особью. Активное разрушение каудекса

наблюдается с хорошо освещённой обдуваемой стороны. Корни, поражённые некрозом со временем разделяются на лентовидные доли или уплотняются, принимая лентовидную форму. Предзимнее состояние почек округлые, на верхушке плоские, покрыты светло-рыжеватыми чешуями в три слоя, с хорошо сформулированными побегами 9–10 мм дл.



**Рисунок 1** – Популяция *Rh. quadrifida* на хребте Ивановский Восточно-Казахстанской области

У растений родиолы произрастающих на участках толстого мохового покрытия отмечается относительно высокое вегетативное возобновление. Особи имеют сравнительно рыхлую подушку с удлинёнными ветвями корневища 8–12 см дл. Обычно особи слабо разветвлены или не ветвятся, нарастание побега происходит из верхушечной почки. На каждой ветви корне-

вища размещено 7–11 спящих почек из которых могут развиваться побеги корневища. Зачастую из спящих почек развиваются тонкие длинные столбовидные побеги с верхушечной почкой до 15 см дл. Уходящих в сторону от материнской особи. При старении ветви с корнями отчленяются от головки корневища имея свою корневую систему. Ветви, отчлененные от корневища и не

несущие корни, отмирают. Они очень медленно разлагаются. Пространства между клонами заполняются органикой и зарастают мхами. Образуются группа клоновых особей, слабо изолированных друг от друга.

### Эколого-фитоценоотическая характеристика ценопопуляций

*Rh. quadrifida* в Восточном Казахстане встречается в пределах хребтов Южного и Западного Алтая, популяции вида представлены изолированными микрофитоценозами площадью 200–500 м<sup>2</sup> (рисунок 2).

Вследствие горного характера рельефа, в биоценозах складывается сходный специфический световой и температурный режим. Поверхностные горизонты мест обитания в зимнее время, в результате действия сильных юго-восточных и юго-западных ветров, оголяются, что

приводит к выхолаживанию почвы до –30–40°C. Оттаивание происходит интенсивнее, чем в зарослях кустарников (*Betula fruticosa*, *Salix lanata*, *S. vestita*). Из мхов отмечены *Polytrichastrum alpinum*, *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*.

В результате растения в конце апреля – начале мая испытывают резкие суточные перепады температур. Температура корнеобитаемого слоя прогревается до +5°C только в конце первой декады мая. Максимум тепла накапливается к концу июня. Влажность почвы невысока и постоянно находится на определенном уровне – 10–15% от массы почвы. Это обусловлено механическим составом почвенного слоя, что влияет на особенности роста и развития вида.

Ниже приводится описание состояния популяций *Rh. quadrifida* на разных хребтах Западного Алтая. Количественные и морфологические характеристики вида в разных ценопопуляциях приведены в таблице 1.

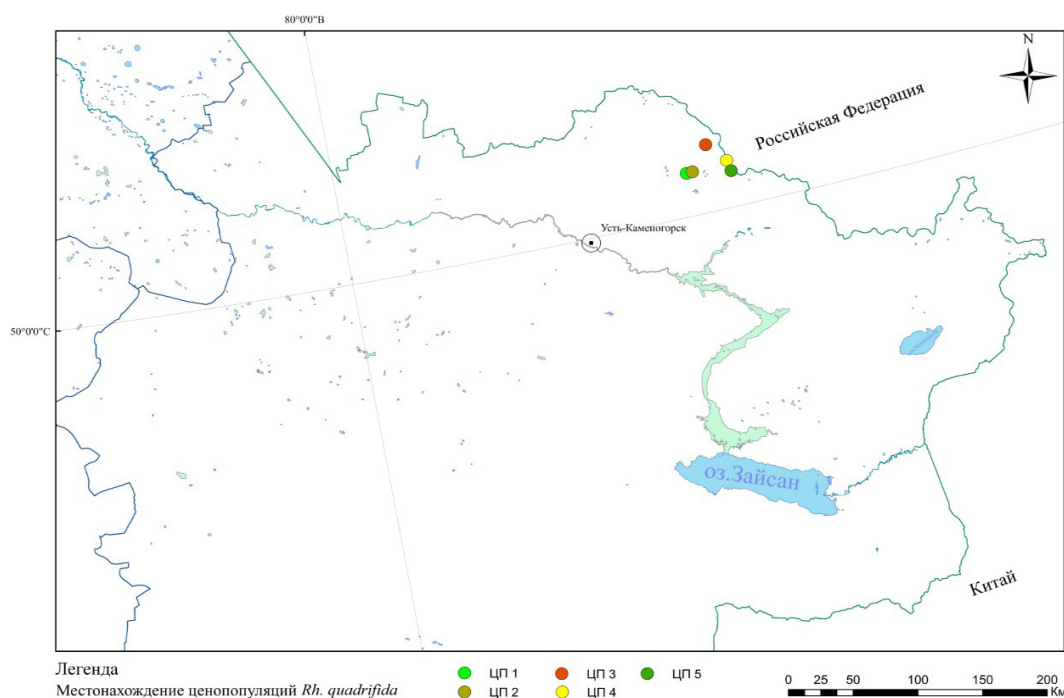


Рисунок 2 – Карта местонахождений ценопопуляций *Rh. quadrifida* в Восточном Казахстане

**Ивановская популяция.** Популяция находится на северо-западном склоне хр. Ивановский в высотном пределе 1900–2400 м над ур. м., входит в состав дриадово-осоковых ассоциаций на каменистых и щебнистых склонах.

**ЦП1** родиолово–дриадово–осоковая (*Carex capillaris*–*Dryas oxodonta*–*Rh. quadrifida*) размещена на северо-западном склоне хр. Ивановский в высотном пределе 1900–2000 м над ур. м. Площадь ценопопуляции около 150 м<sup>2</sup>. Ко-

ординаты: 50°18'41.1»N 83°47'19.0»E. Участок размещен на вершине древней морены, где в зимний период почти отсутствует снежный покров, что ведет к вымерзанию почек возобновления *Rh. quadrifida*. Общее проективное покрытие

6%. Обычно в группах ежегодно накапливается значительный отпад, перепревая, формируются локальные микроучастки почвы, где обычно поселяются пионерные виды, в том числе и родиола.

Таблица 1 – Морфолого-количественные характеристики изученных ЦП *Rh. quadrifida*

Морфолого-количественные параметры	Ивановская популяция		Коксинская популяция	Линейская популяция	
	ЦП1	ЦП2	ЦП3	ЦП4	ЦП5
	М±м	М±м	М±м	М±м	М±м
Высота растения	6,2±0,31	10,33±0,81	9,6±0,61	9,6±0,42	7,86±0,47
Диаметр куста	12,6±0,77	22,6±1,32	15,13±1,29	12,3±1,01	22,3±2,00
Число побегов на куст	36,23±3,21	55,2±4,71	45,1±2,91	26,6±1,82	22,2±1,33
Диаметр соцветия	1,7±0,17	2,3±0,21	2,0±0,32	1,8±0,21	1,6±0,17
Число цветков в соцветии	3,2±0,32	6,1±0,52	6,9±0,46	4,5±0,59	5,3±0,45
Примечание: * p<0,001					

Растительность в пределах фитоценоза сплошного покрова не образует, размещается в виде пятен. Общее проективное покрытие 3,5%. Видовой состав, слагающий фитоценоз относительно беден в видовом отношении. В сообществе доминируют *Dryas oxydontha* и *Carex capillaris*, часто встречаются *Carex rupestris*, *Viola biflora*, *Thermopsis alpina*, *Silene graminifolia*, *Koenigia alpina* очень редко отмечаются *Minuartia verna*, *Patrinia sibirica*.

*Rh. quadrifida* в сообществе встречается в виде не больших изолированных друг от друга микроценозов. Растения находятся в угнетенном состоянии, цветение единичное. В основном кусты стареющие, легко распадаются на отдельные клоны. На долю проективного покрытия родиолы четырехчленной приходится не более 3–5 % от общего. Зимующие почки не крупные, одеты в два слоя темно-бурыми пленчатыми чешуями. Корень слабо развит, одет толстым слоем черной коры до 3 мм толщины, легко отслаивающийся продольными пластинами. Растения рано окрашиваются в темно-бордово-красный цвет. Из боковых почек возобновления развиваются мелкие вегетативные побеги. Боковая почка глубоко расположена в субстрате. Отсутствие травостоя способствует сильному размыву субстрата и оголению основных почек возобновления, что приводит к их вымерзанию. Ценопопуляция стареющая, поддерживается за счет неэффективного вегетативного размножения, возрастной состав нарушен.

**ЦП2** родиолового–осоковая (*Carex capitata*+*Rh. quadrifida*) размещена на скальном массиве, в верховьях реки Большая Поперечка, на северо-восточном крутом склоне. Координаты 50°18'47.1»N 83°51'18.1»E в высотном пределе 2000–2300 м над ур. м. Вид обитает по частично заросшим уступам, трещинам скал и между обломками древней морены. Субстрат глинисто-щебнистый где преобладают плоские щебни. Напочвенный покров развит с покрытием до 100 %, который образован в основном мхами толщиной до 5 см и лишайниками.

Растительный покров сообщества с участием *Rh. quadrifida* сформирован, общее проективное покрытие составляет 10–15 %. В сообществе часто встречаются *Anemonastrum crinitum*, *Bistorta elliptica*, *Dracocephalum grandiflorum*, *Pachypleurum alpinum*, *Bergenia crassifolia*, *Gentiana algida*, *G. grandiflora*, *Oxytropis alpina*, *Hedysarum austrosibiricum*, *Festuca borissii*, *F. kryloviana*, *Thermopsis alpina*, *Dryas oxydonta*, редко отмечаются *Patrinia sibirica*, *Huperzia selago*, *Woodsia heterophylla*, *Valeriana capitata*, *Dracocephalum imberbe*. Верхняя граница ЦП занята плотными зарослями *Betula fruticosa*.

Популяция родиолы неполночленная с преобладанием взрослых особей, семенное возобновление низкое. Размножаются в основном вегетативно, центральная часть дернины по мере старения разрушается, распадаясь на мелкие клоны, которые переносятся сходом снега или осыпью на другие участки. В дернинки зачастую

внедряются побеги *Carex rupestris*, *Viola biflora*, *Patrinia sibirica*. Соцветия сильно повреждены заморозками (около 35%). Растения, произрастающие в пределах юго-западных опушек кедрача, практически не цветут, однако образуют массу вегетативных побегов или имеют два три недоразвитых цветка усыхающих на ранних этапах развития. Почки крупные одеты светло-рыжеватыми наружными чешуями и темными внутренними расходящимися по верхушке.

**Коксинская популяция.** Популяция размещена на юго-западном склоне хр. Коксинский в районе скальника Саугин-Камень в высотном пределе 1950–2000 м над ур. м. Вид входит в состав разнотравно-пионерного фитоценоза. Координаты: 50°28'53.5»N 84°03'49.8»E. Здесь выделена одна ценопопуляция родиолы.

**ЦПЗ** родиолово–овсяницево–осоковая (*Carex capituliformis*+*Festuca borissii*+*Rh. quadrifida*) размещена на юго-западном склоне частично зарастающей горной морене. Площадь популяции составляет около 150 м<sup>2</sup>. *Rh. quadrifida* растет по трещинам скал и углублениями между обломками материнской породы. Растительность представлена пионерными видами, постепенно заселяющими каменистые склоны гор. Популяция молодая, возникшая от заноса семян извне. Образование плодов слабое, до 12% цветков образуют листовки. Основное количество соцветий подсыхает, по всей видимости бутоны повреждаются заморозками на ранней стадии развития. *Rh. quadrifida* встречается по периферии частично закрытых древних морен, с доминированием осоки *Carex capituliformis*. Общее проективное покрытие 35%. Родиола встречается полидоминантными группами около обломков пород. Плодоношение особей не более 5%. Дернины размещаются с юго-западной, подветренной стороны выступающих глыб и их периферии осыпей. Напочвенный покров хорошо развит из мхов и лишайников с покрытием до 90%.

В сообществе часто встречаются *Hierochloa odorata*, *Silene graminifolia*, *Hedysarum austrosibiricum*, *Dryas oxyodonta*, реже отмечаются *Trisetum spicatum*, *Koeleria ledebourii*, *Gentiana algida*, *Bistorta vivipara*, *Thermopsis alpina*, *Pedicularis oederi*, *Chulzia crinita*, *Patrinia sibirica*, *Pachypleurum alpinum*, *Allium pumilum*, *Eremogone formosa*, *Lloydia serotina*. Данная ценопопуляция *Rh. quadrifida* нормального типа, способная к самоподдержанию путем семенного и вегетативного размножения, условия обитания для вида можно считать близкими к оптимальному.

**Линейская популяция.** Находится на северо-восточном склоне хр. Линейский. Примыкает на северо-западе к границе Западно-Алтайского государственного природного заповедника: северо-восточная граница популяции проходит по вершине хр. Коксинский; юго-западная – по речке Латуниха. Популяция ориентирована с юго-востока на северо-запад. Высотный предел 1830–2200 м над ур. м. Рельеф – сложный, изрезан глубокими ущельями, долинами рек и ручьев, скалистыми гривами. Морена до 40 м выс, склон крутой сложен крупными обломками горной породы, частично закрытый до 30 % растительностью в виде пятен различных конфигураций между крупными глыбами породы. Склон сильно продуваем южными и юго-восточными ветрами. Снег хорошо задерживается между глыбами. Растительный покров пятен плотный с проективным покрытием до 70 %. Почвенный слой почти не выражен. Из кустарников редко встречаются низкорослые особи (20-35 см) *Berberis sibirica*.

**ЦП4** родиолово–овсяницево (*Festuca borissii*, *F. kryloviana*, *Rh. quadrifida*) размещена на северо-восточном склоне выступа скальника. Юго-западный микросклон зарастающей морены. Общее проективное покрытие 50 %. Рельеф неоднородный, образован выступающими глыбами горной породы различных размеров. Площадь, занимаемая ценопопуляцией, не превышает 700 м<sup>2</sup>. Координаты популяции: 50°20'18.4»N 84°14'46.1»E. Почвенный слой до 15 см, основная масса корней родиолы размещена по глубоким трещинам.

Растительный покров представлен незначительным числом видов (не более 20 видов). Часто встречаемые виды: *Aster alpinus*, *Poa attenuata*, *Bergenia crassifolia*, *Bupleurum longiinvolucratum*, *Epilobium lactiflorum*, *Patrinia sibirica* реже встречаются *Allium lineare*, *Ligularia glauca*, *Aconitum anthoroideum*, *Sedum ewersii*, *Bistorta elliptica*. Напочвенный покров хорошо развит, с покрытием до 95%. Условия произрастания экстремальные, растения низкорослые не более 11 см. Семеношение слабое только под прикрытием глыб.

В данной ЦП проростки, хотя и многочисленные, но судя по числу ювенильных и генеративных растений, выживаемость их невелика. Популяция полночленная, нормального типа. Почки крупные, одетые несколькими слоями плотных кожистых пленок, предохраняющие зачатки органов от воздействия неблагоприятных факторов.

**ЦП 5** Патриниево-родиолово-осоковая (*Carex stenocarpa*, *Rh. quadrifida*, *Patrinia sibirica*) размещена на верхней гряде каменистого и щебнистого крутого склона. Координаты 50°15'33.8»N, 84°15'59.7»E, высота 2139 м над ур. м. Рельеф участка сложен крупными обломками породы. Почвы рыхлые, богато гумусированы, с значительным включением щебня. Почвенный горизонт 30–40 см. Напочвенный покров слабо развит, покрытие не превышает 30%, составлен в основном из мхов и лишайников.

Растительность слабо выражена отмечается пятнами или полосами по направлению ветра с юго-востока на северо-запад, общее проектив-

ное покрытие до 5–7 %. В ценопопуляции часто встречаются *Bupleurum longivolucratum*, *Gentiana algida*, *G. grandiflora*, *Crepis chrysantha*, *Schulzia crinita* *Pedicularis amoena*, *P. oederi*, *Huperzia selago*, *Dracocephalum grandiflorum* реже *Silene graminifolia*, *Dracocephalum imberbe*, *Pachypleurum alpinum*, *Bergenia crassifolia*. Родиола растет диффузно по всей площади куртины и по ее периферии. Родиола селится с юго-запада выступающих глыб с подветренной стороны. Общая площадь участка около 1500 м<sup>2</sup>. Корни родиолы направлены в верх по склону. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Rh. quadrifida* показана в таблице 2.

Таблица 2 – Возрастная структура ценопопуляций *Rh. quadrifida*

Возрастные состояния (%)	Ивановская популяция		Коксинская популяция	Линейская популяция	
	ЦП1	ЦП2	ЦП 3	ЦП4	ЦП5
Проростки	-	3,8±0,27	0,3±0,01	8,9±0,52	3,2±0,28
Ювенильные	-	-	-	1,3±0,45	2,8±0,44
Иматурные	-	0,8±0,03	1,5±0,10	-	0,4±0,07
Виргинильные	2,5±0,32	0,2±0,01	1,8±0,21	0,67±0,23	-
Генеративные	0,3±0,08	0,4±0,06	0,8±0,12	1,33±0,24	1,6±0,19
Сенильные	0,9±0,02	-	0,8±0,06	0,4±0,09	1,1±0,29

Примечание: \* p<0,001

### Заключение, выводы

По результатам проведенных исследований установлено что растительный покров в местах обитания *Rh. quadrifida* относительно беден в видовом отношении или практически отсутствует. Местообитания вида приурочены к альпийскому и горно-тундровому поясу в высотном пределе 1800–2400 м над ур. м. *Rh. quadrifida* обитает преимущественно на останцах, скалах, по мелко и крупнообломочным осыпям, мохово-лишайниковым, дриадовым и каменисто-осоковым тундрам. Вид чаще всего встречается в сообществах с участием *Carex capituliformis*, *C. capillaris*, *C. rupestris*, *Dryas oxyodonta*, *Bergenia crassifolia*, *Aster alpinus*, *Patrinia sibirica*, *Saxifraga sibirica*, *Astragalus alpinus*, *Festuca kryloviana*, *F. borissii*, *Viola biflora*, *Schulzia crinita*, *Hedysarum austrosibiricum*, *Thermopsis alpina*, *Gentiana grandiflora*.

Во всех обследованных сообществах преобладает вегетативное возобновление вида. В среднем по всем популяциям потенциальное

семеношение составляет 3288 семян на одну особь, реальное – 1692 шт. Коэффициент семинификации – 51,4%. Грунтовая всхожесть вида в природе составляет 75%. В следствии суровых условий обитания семенное размножение низкое, после первой перезимовки погибает почти 85% семян.

Отмечено высокое вегетативное размножение на участках толстого мохового покрытия. Состояние *Rh. quadrifida* в ЦП3, ЦП4 и ЦП5 нормального типа способное к самподдержанию семенным и вегетативным способом. В ЦП1 и ЦП2 вид поддерживается за счет неэффективного вегетативного размножения, возрастной состав в данных ЦП нарушен. Вид обитает по слабозаросшим участкам, имеет низкую конкурентоспособность, по мере зарастания участков дерновинным и корневищными злаками популяции родиолы выпадают из состава фитоценозов. Вид крайне редкий, интенсивно сокращающий численность и площади популяций, считаем обязательным включение в следующее издание Красной книги Казахстана.

**Источник финансирования.** Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант № AP09561639), и Программой Развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) (договор № 2021-066s/a)








### Литература

- 1 Mattioli L., Titomanlio F., Perfumi M. Effects of a *Rhodiola rosea* L. extract on the acquisition, expression, extinction, and reinstatement of morphine-induced conditioned place preference in mice // *Psychopharmacology*. – 2012. – Vol. 221. – P. 183 – 193.
- 2 Mattioli L., Funari C., Perfumi M. Effects of *Rhodiola rosea* L. extract on behavioural and physiological alterations induced by chronic mild stress in female rats // *J Psychopharmacol*. – 2009. – Vol. 23. – P. 130-142.
- 3 Tolonen A., Hohtola A., Jalonen J. Comparison of electrospray ionization and atmospheric pressure chemical ionization techniques in the analysis of the main constituents from *Rhodiola rosea* extracts by liquid chromatography/mass spectrometry // *J Mass Spectrom*. – 2003. – Vol. 38. – P. 845-853.
- 4 Leia Y., Nana P., Tsering T., Baia Z., Tiana C., Zhonga Y. Chemical composition of the essential oils of two *Rhodiola* species from Tibet // *Z Naturforsch C J Biosci*. – 2003. – Vol. 58(3-4). – P. 161-164.
- 5 Du M., and Xie J.-M. Studies on the chemical constituents of *Rhodiola crenulata* // *Acta Chim. Sin.* – 1994. – Vol. 52. – P. 927- 931.
- 6 Rohloff J. Volatiles from rhizomes of *Rhodiola rosea* L. // *Phytochemistry*. – 2002. – Vol. 59. – P. 655 – 661.
- 7 Zhumagul M.Zh. GC-MS analysis of the lipophilic compounds of medicinal plant *Rhodiola rosea* L. // *International Journal of Biology and Chemistry*. – 2019. – №1. – P. 103-111.
- 8 Yoshikawa M., Shimada H., Shimoda H., Murakami N., Yamahara J., Matsuda H. Bioactive Constituents of Chinese Natural Medicines. II. *Rhodiola* Radix. (1). Chemical Structures and Antiallergic Activity of Rhodiocyanosides A and B from the Underground Part of *Rhodiola quadrifida* (Pall.) Fisch. et Mey. (Crassulaceae) // *Chem Pharm Bull (Tokyo)*. – 1996. – Vol. 44(11). – P. 2086- 2091.
- 9 Флора Казахстана. Васильева А.Н. – Алма-ата: Изд. АН КазССР, 1961. – Т. IV. – 547 с.
- 10 Skopińska-Różewska E., Bychawska M.A., Sommer E., Siwicki A.K. The in vivo effect of *Rhodiola quadrifida* extracts on the metabolic activity of blood granulocytes in mice. *Cent. Eur. J. Immunol.* – 2008. – Vol. 33. – P. 179-181.
- 11 Skopińska-Różewska E., Malinowski M., Wasiutyński A., Sommer E., Furmanowa M., Mazurkiewicz M., Siwicki A.K. The influence of *Rhodiola quadrifida* 50% hydro-alcoholic extract and salidroside on tumor-induced angiogenesis in mice // *Polish Journal of Veterinary Sciences*. – 2008. – Vol. 11 (2). – P. 97-104.
- 12 Skopińska-Różewska E., Wójcik R., Siwicki A.K., Sommer E., Wasiutyński A., Furmanowa M., Malinowski M., Mazurkiewicz M. The effect of *Rhodiola quadrifida* extracts on cellular immunity in mice and rats // *Polish Journal of Veterinary Sciences*. – 2008. – Vol. 11 (2). – P. 105-111
- 13 Wójcik R., Siwicki A.K., Skopińska-Różewska E., Mścisz A., Mielcarek S., Furmanowa M., Mrozikiewicz P.M. The in vitro influence of *Rhodiola quadrifida* extracts on non-specific cellular immunity in pigs // *Central-European Journal of Immunology*. – 2008. – Vol. 33 (4). – P. 193-196.
- 14 Кубентаев С.А. Этноботанические исследования лекарственных растений Казахского Алтая, используемых в народной медицине // *Традиционная медицина*. Изд-во: ООО "Фастинфосервис". – М., 2016. – С. 53-57.
- 15 Bai Z., Nan P. Zhong Y. Chemical Composition of the Essential Oil of *Rhodiola quadrifida* from Xinjiang, China // *Chemistry of Natural Compounds*. – 2005. – Vol. 41. – P. 418-419.
- 16 Валуцких О.Е., Дубровский Ю.А., Кулюгина Е.Е., Канев В.А. Редкие растения окрестностей г. Хальмерсале (северный урал): эколого-фитоценологическая приуроченность, структура популяций, охрана // *Вестник Томского государственного университета*. Биология. – 2017. – № 40. – С. 66-87.
- 17 Попова О.А., Лесков А.П., Чашина Н.А., Щеглова С.Н., Андриевская Е.А. Редкие виды сосудистых растений национального парка "Чикой" (Забайкальский край) // *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии*. – 2020. – № 19-1. – С. 162-165.
- 18 Zhao R., Zhang H., An L. Anthropogenic disturbances affect population size and biomass allocation of two alpine species from the headwater area of the urumqi river, China // *Pakistan Journal of Botany*. – 2018. – Т. 50, № 1. – С. 199-209.
- 19 Егорина А.В., Зинченко Ю.К., Зинченко Е.С. Физическая география Восточного Казахстана. – Усть-Каменогорск: Альфа-Пресс, 2003. – 187 с.
- 20 Быков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1957. – 287 с.
- 21 Быков Б.А. Введение в фитоценологию. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1970. – 226 с.
- 22 Работнов Т.А. Определение возрастного состава популяций видов в сообществе // *Полевая геоботаника*. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1964. – С. 132-145.
- 23 Смирнова О.В. Объем счетной единицы при изучении ценопопуляций растений различных биоморф // *Ценопопуляция растений: Основные понятия и структура*. 1976. – С. 72–80.
- 24 Уранов А.А. Жизненное состояние вида в растительном сообществе // *Бюллетень МОИП. Отделение биологии*. – 1969. – Т. 1, № 1. – С. 141–149.
- 25 Голубев В.Н., Молчанов Е.Ф. Методические указания к популяционно-количественному и эколого-биологическому изучению редких, исчезающих и эндемичных растений Крыма. Ялта: ВАСХНИЛ, Гос. Никит. ботан. сад, 1978. – 41 с.
- 26 Wcsp.science.kew.org.

## References

- 1 Bai Z., Nan P. Zhong Y. (2005) Chemical Composition of the Essential Oil of *Rhodiola quadrifida* from Xinjiang, China. *Chemistry of Natural Compounds*. vol. 41, pp. 418-419.
- 2 Bykov B.A. (1957) *Geobotanika*[Geobotany]. Alma-Ata: Publishing house of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, – P. 287.
- 3 Bykov B.A. (1970) *Vvedenie v fitoczenologiyu* [Introduction to phytocenology]. Alma-Ata: Publishing house of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, – P. 226.
- 4 Du M., and Xie J.-M. (1994) Studies on the chemical constituents of *Rhodiola crenulata*. *Acta Chim. Sin.* vol. 52, pp. 927- 931.
- 5 Egorina A.V., Zinchenko Yu.K., Zinchenko E.S. (2003) *Fizicheskaya geografiya Vostochnogo Kazakhstana* [Physical geography of East Kazakhstan]. Ust-Kamenogorsk: Alfa-Pres, – P. 187.
- 6 Flora Kazakhstana (1961) [Flora of Kazakhstan]. Alma-ata: Ed. Academy of Sciences of the Kazakh SSR, t. 4, – P. 547.
- 7 Golubev V.N., Molchanov E.F. (1978) *Metodicheskie ukazaniya k populyacionno-kolichestvennomu i e'kologo-biologicheskomu izucheniyu redkikh, ischezayushhikh i e'ndemichny'kh rastenij Kry'ma* [Methodical instructions for population-quantitative and ecological-biological study of rare, endangered and endemic plants of Crimea], Yalta: VASKHNIL, State, – P. 41.
- 8 Kubentaev S.A. (2016) *E'tnobotanicheskie issledovaniya lekarstvenny'kh rastenij Kazakhstanskogo Altaya, ispol'zuemy'kh v narodnoj mediczine*[Ethnobotanical studies of medicinal plants of the Kazakhstan Altai used in folk medicine]. *Traditional medicine*. pp. 53-57.
- 9 Leia Y., Nana P., Tsering T., Baia Z., Tiana C., Zhonga Y. (2003) Chemical composition of the essential oils of two *Rhodiola* species from Tibet. *Z Naturforsch C J Biosci.* vol. 58(3-4), pp. 161-164.
- 10 Mattioli L., Funari C., Perfumi M. (2009) Effects of *Rhodiola rosea* L. extract on behavioural and physiological alterations induced by chronic mild stress in female rats. *J Psychopharmacol.* vol. 23, pp. 130-142.
- 11 Mattioli L., Titomanlio F., Perfumi M. (2012) Effects of a *Rhodiola rosea* L. extract on the acquisition, expression, extinction, and reinstatement of morphine-induced conditioned place preference in mice. *Psychopharmacology.* vol. 221, pp. 183 – 193.
- 12 Popova O.A., Leskov A.P., Chashchina N.A., Shcheglova S.N., Andrievskaya E.A. (2020) *Redkie vidy' sosudisty'kh rastenij naczional'nogo parka "Chikoj" (Zabajkal'skij kraj)* [Redkie vidy' sosudisty'kh rastenij naczional'nogo parka "Chikoj" (Zabajkal'skij kraj)]. *Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia*, № 19-1., pp. 162-165.
- 13 Rabortnov T.A. (1964) *Opreделение vozrastnogo sostava populyaczij vidov v soobshhestve* [Determination of the age composition of species populations in a community] *Field geobotany.* – M. ; L.: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, pp. 132–145.
- 14 Rohloff J. Volatiles from rhizomes of *Rhodiola rosea* L. (2002) *Phytochemistry.* vol.59, pp. 655 – 661.
- 15 Skopińska-Różewska E., Malinowski M., Wasiutyński A., Sommer E., Furmanowa M., Mazurkiewicz M., Siwicki A.K. (2008) The influence of *Rhodiola quadrifida* 50% hydro-alcoholic extract and salidroside on tumor-induced angiogenesis in mice. *Polish Journal of Veterinary Sciences.* vol. 11 (2), pp. 97-104.
- 16 Skopińska-Różewska E., Wójcik R., Siwicki A.K., Sommer E., Wasiutyński A., Furmanowa M., Malinowski M., Mazurkiewicz M. (2008) The effect of *Rhodiola quadrifida* extracts on cellular immunity in mice and rats. *Polish Journal of Veterinary Sciences.* vol. 11 (2), pp. 105-111.
- 17 Skopińska-Różewska E., Bychawska M.A., Sommer E., Siwicki A.K. (2008) The in vivo effect of *Rhodiola quadrifida* extracts on the metabolic activity of blood granulocytes in mice. *Cent. Eur. J. Immunol.* vol. 33, pp. 179-181.
- 18 Smirnova O.V.(1976) *Ob'em schetnoj edinicy' pri izuchenii czenopopulyaczij rastenij razlichny'kh biomorf* [The volume of the counting unit in the study of plant cenopopulations various biomorphs] *Plant cenopopulation: Basic concepts and structure*, pp. 72–80.
- 19 Tolonen A., Hohtola A., Jalonen J. (2003) Comparison of electrospray ionization and atmospheric pressure chemical ionization techniques in the analysis of the main constituents from *Rhodiola rosea* extracts by liquid chromatography/mass spectrometry. *J Mass Spectrom.* vol. 38, pp. 845-853.
- 20 Uranov A.A.(1969) *Zhiznennoe sostoyanie vida v rastitel'nom soobshhestve* [ The vital state of the species in the plant community] *Bulletin MOIP. Department of Biology*, vol.1, pp. 141–149.
- 21 Valuiskikh O.E., Dubrovsky Yu.A., Kulyugina E.E., Kanev V.A. (2017) *Redkie rasteniya okrestnostej g. Khal'mersale (severnij ural): e'kologo-fitoczenoticheskaya priurochennost', struktura populyaczij, okhrana* [Rare plants in the vicinity of Halmersale (northern Urals): ecological and phytocenotic confinement, population structure, protection] *Bulletin of Tomsk State University. Biology.* vol. 40, pp. 66-87.
- 22 Wcsp. science.keew.org.
- 23 Wójcik R., Siwicki A.K., Skopińska-Różewska E., Mścisz A., Mielcarek S., Furmanowa M., Mrozikiewicz P.M. (2008) The in vitro influence of *Rhodiola quadrifida* extracts on non-specific cellular immunity in pigs. *Central-European Journal of Immunology.* vol. 33 (4), pp. 193-196.
- 24 Yoshikawa M., Shimada H., Shimoda H., Murakami N., Yamahara J., Matsuda H. (1996) *Bioactive Constituents of Chinese Natural Medicines. II. Rhodiola Radix.* (1). Chemical Structures and Antiallergic Activity of Rhodiocyanosides A and B from the Underground Part of *Rhodiola quadrifida* (Pall.) Fisch. et Mey. (Crassulaceae). *Chem Pharm Bull (Tokyo).* vol. 44(11), pp. 2086- 2091.
- 25 Zhao R., Zhang H., An L. (2018) Anthropogenic disturbances affect population size and biomass allocation of two alpine species from the headwater area of the urumqi river, China. *Pakistan Journal of Botany.* T. 50, № 1. pp. 199-209.
- 26 Zhumagul M.Zh.(2019) *GC-MS analysis of the lipophilic compounds of medicinal plant Rhodila rosea L.* *International Journal of Biology and Chemistry*, vol.1, pp. 103-111.



М.С. Курманбаева<sup>1</sup> , Ә.Б. Құсманғазинов<sup>1\*</sup> , Т.Қ. Қайырбеков<sup>2</sup> ,  
А.К. Саркытбаева<sup>1</sup> , Қ.Д. Төленова<sup>1</sup> , Б.А. Мурзабаев<sup>3</sup> ,  
Б.Н. Сәрсенбек<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Ондокуз Майс Университеті, Түркия, Самсун қ.

<sup>3</sup>Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан, Шымкент қ.

\*e-mail: [adil\\_06.1996@mail.ru](mailto:adil_06.1996@mail.ru)

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІГІ МЕН ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС АЙМАҚТАРЫНЫҢ БИОАЛУАНТҮРЛІЛІГІ ЖӘНЕ ТОПЫРАҚ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫН САҚТАУ МАҚСАТЫНДА КӨПЖЫЛДЫҚ БИДАЙДЫ ЖЕРСІНДІРУ

Қазіргі таңда ауыл шаруашылығына арналған егістік алқаптарының ұлғаюына байланысты, қоршаған ортаның ең негізгі көрсеткіші топырақ құнарлылығының нашарлауы байқалуда. Қазақстанда егіншілік аумақтың 1/3 бөлігі деградацияға ұшыраған немесе толықтай қауіп-қатерде, 10 миллион гектардан аса егістік жерлер көптеген жылдар бойы игерілмеуде. Сондықтан, табиғи ресурстарды тиімді пайдалану мақсатында жүргізілген осы жұмыста Қазақстанның егіншілік аумағын жақсарту және сақтап қалуды негізге алып, көпжылдық бидайды Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысына енгізу қарастырылған. Көпжылдық бидай өсімдігі Қазақстан аумағында алғаш рет 2020 жылдан бастап ҚазҰУ жылыжайында және Алматы облысында өсіріліп, бейімделуі зерттелуде. Зерттеу нәтижесінде біржылдық бидай масағының ұзындығы орташа есеппен 12-12.5 см құраса, көпжылдық бидай сортының масағы 15-16 см құрады. Ең ұзын масақ ұзындығы 17 см-ге дейін жетті. Жылыжай жағдайында көпжылдық бидайдың өсуі мен дамуына күкірт қосылған жаңа тыңайтқыш түрлері қолданылды. Қорытындылай келгенде, жылыжай жағдайында, бақылау нұсқасымен салыстырғанда күкірт қосылған тыңайтқыш қолданылған жағдайда көпжылдық бидайдың өсуі мен дамуы жоғары көрсеткішке ие болды. Көпжылдық бидай өсімдігінің өнгіштігі бақылау нұсқасында – 76,6%, күкірт, диатомит және тиовит қосылған жағдайда жоғары 81.7%-ды көрсетті. Егістік жағдайында топырақтың құрамы айқындалып, өсуі мен дамуына агробиологиялық тәжірибе жүргізілді. Соңғы уақытта көпжылдық дақылдарды пайдаланудың экологиялық және экономикалық жағынан тиімділігі айқындалуда. Біріншіден, жыл сайын егу науқанына шығын үнемделеді, екіншіден, топырақ эрозиясын болдырмайды, сонымен қатар, пайдаланылатын су мөлшерін азайтуда маңызды.

**Түйін сөздер:** Poaceae, *Thinopyrum intermedium*, морфология, өнгіштік, жылыжай, топырақ құнарлығы.

M.S. Kurmanbayeva<sup>1</sup>, A.B. Kusmangazinov<sup>1\*</sup>, T.K. Kaiyrbekov<sup>2</sup>,  
A.K. Sarkytbayeva<sup>1</sup>, B.A. Murzabayev<sup>3</sup>, B.N. Sarsenbek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Ondokuz Mayis University, Turkey, Samsun

<sup>3</sup>Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Kazakhstan, Shymkent

\*e-mail: [adil\\_06.1996@mail.ru](mailto:adil_06.1996@mail.ru)

### Introduction of perennial wheat to conserve the biodiversity and soil fertility of the southern and southeastern regions of Kazakhstan

Currently, due to the increase in acreage for agriculture, the most important indicator of the environment is the deterioration of soil fertility. Agriculture in Kazakhstan 1/3 of the territory is subject to degradation or is under complete threat, more than 10 million hectares of arable land have not been developed for many years. In order to effectively use natural resources, the work provides for the introduction of perennial wheat in the south and south-east of Kazakhstan, based on the preservation and improvement of the agricultural territory of Kazakhstan. A perennial wheat plant is being grown and adapted in the greenhouses of kaznu and Almaty region for the first time in Kazakhstan since 2020. As a result of the research, the length of the ears of annual wheat averaged 12-12.5 cm, the ears of the variety

of perennial wheat-15-16 cm. The longest Ear reached 17 cm in length. In greenhouse conditions, new types of fertilizers with the addition of sulfur were used for the growth and development of perennial wheat. In conclusion, it should be noted that in greenhouse conditions, under the condition of applying fertilizers with the addition of sulfur, compared with the control variant, the growth and development of perennial wheat had higher indicators. The germination of a perennial wheat plant showed a high level of 76.6% in the control variant, with the addition of sulfur, diatomite and thiovite-81.7%. In the conditions of arable land, the composition of soils was determined, an agrobiological experience of growth and development was carried out. Recently, the ecological and economic efficiency of the use of perennial crops has been determined. Firstly, the costs of the sowing campaign are saved annually, secondly, soil erosion is prevented, and it is also important to reduce the amount of water used.

**Key words:** Poaceae, *Thinopyrum intermedium*, morphology, germination, greenhouse, soil fertility.

М.С. Курманбаева<sup>1</sup>, А.Б. Кусмангазинов<sup>1</sup>, Т.К. Кайырбеков<sup>2</sup>,  
А.К. Саркытбаева<sup>1</sup>, Б.А. Мурзабаев<sup>3</sup>, Б.Н. Сарсенбек<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Университет Ондокуз Майс, Турция, г. Самсун

<sup>3</sup>Южно-Казахстанский университет имени Мухтара Ауэзова, Казахстан, г. Шымкент

\*e-mail: adil\_06.1996@mail.ru

### Введение многолетней пшеницы в целях сохранения биоразнообразия и плодородия почв юга и юго-востока Казахстана

В настоящее время в связи с увеличением площади пашни для сельского хозяйства основным показателем состояния окружающей среды является ухудшение плодородия почв. В Казахстане 1/3 пахотных земель деградирована или находится под угрозой, а более 10 миллионов гектаров пахотных земель не были освоены в течение многих лет. В целях обеспечения эффективного использования природных ресурсов необходимо предусмотреть внедрение многолетней пшеницы на юге и юго-востоке Казахстана, исходя из сохранения и улучшения пахотных земель Казахстана. Многолетнее растение пшеницы впервые изучается на территории Казахстана с 2020 года в теплицах КазНУ и Алматинской области. В результате исследований длина колосьев однолетней пшеницы составила в среднем 12-12,5 см, колосьев сорта многолетней пшеницы – 15-16 см. Самый длинный колос достиг до 17 см в длину. В тепличных условиях для роста и развития многолетней пшеницы применяли новые виды удобрений с добавлением серы. В заключение следует отметить, что в тепличных условиях, при условии внесения удобрений с добавлением серы по сравнению с контрольным вариантом, рост и развитие многолетней пшеницы имели более высокие показатели. Всхожесть многолетнего растения пшеницы показала 76,6% в контрольном варианте, высокий уровень при добавлении серы, диатомита и тиовита – 81,7%. В полевых условиях был определен состав почвы, проведен агrobiологический опыт роста и развития. В последнее время определяется экологическая и экономическая эффективность использования многолетних культур. Во-первых, ежегодно экономятся затраты на посевные работы, во-вторых, предотвращает эрозию почвы и имеет важное значение для эффективного использования воды.

**Ключевые слова:** Poaceae, *Thinopyrum intermedium*, морфология, всхожесть, теплица, плодородие почвы.

### Кіріспе

Қазіргі уақытта Қазақстанда климаттың жылынуына байланысты және астық өндірісінің энергия сыйымдылығының артуына орай маңызды экологиялық көрсеткіштер бойынша табиғи ресурстар мен қоршаған ортаның жай-күйінің проблемасы туындауда. Елімізде егіншілік алқабында бидай дақылы пайдаланылым масштабына сәйкес көш бастап тұр. Бидай әлем бойынша тағам өнімдері сұранысының 70% алады. Соңғы уақытта, ауыл шаруашылығы дақылдарына балама ретінде-көпжылдық дақылдарды кеңінен қолдану қолға алынуда, біржылдық дақылдарды көпжылдық дақылмен

алмастыру жұмыстары қарқынды жүргізіле бастады, себебі, біржылдық өнім өндірісінің табиғатқа әкелер залалы да жоқ емес. Қазіргі таңда қоршаған ортаны қорғау мақсатында егістікте көпжылдық дақыл өсірудің табиғатқа тиімділігі ескеріліп, біржылдық дақылдарды көпжылдық дақылдармен алмастыруды жандандыру жұмыстары жүргізілуде.

Осыған орай, көпжылдық бидай сорттары селекциялық жолдармен жасалуда, көпжылдық бидай алу үшін бидай өсімдігі – мәдени біржылдық *Triticum aestivum* мен жабайы бидайықтан *Thinopyrum intermedium* көпжылдық бидайы алынды, мәдени көпжылдық бидай АҚШ зерттеушілерінің селекциялық жетіктіктері.

Орташа есеппен 5-6 жыл өсетін көпжылдық бидай өсімдігі қоршаған ортаның экологиялық ахуалына оң әсерін тигізетіндігі анықталуда.

Кернза Солтүстік Америкада көптеген экологиялық және экономикалық артықшылықтарға ие алғашқы коммерциялық өсірілген астық дақылы. Осы қосарлы мақсаттағы астық және жемшөп дақылдарын енгізу кезіндегі негізгі проблемалардың бірі егін жинаудың кейінгі жылдарында астық шығымдылығының төмендеуі болып табылады. Сондықтан егінді жинап алғаннан соң өңдеу әдістерін қолданып, сорттардың ішкі бәсекелестігін азайтып, уақыт өте келе Кернза дәнінің өнімділігін сақтауға болады. Басқару әдістерін оңтайландыру арқылы Кернза астық өнімділігін сақтау үшін қосымша зерттеулер қажет [1].

Көпжылдық дақылдар көптеген жылдар бойы жер жамылғысын сақтап, ылғал мен қоректік заттарды азайтуға қабілетті көптеген теріс биотикалық және абиотикалық экологиялық факторларға төзімді. Көпжылдық дақылдар қазіргі уақытта әлемдік азық-түлік жүйесінде үстемдік ететін жылдық дақылдарға анағұрлым тұрақты балама болып табылады. Жыл сайынғы дәнді дақылдар жаһандық азық-түлік жүйесінің маңызды бөлігі болғанымен, олардың бірқатар кемшіліктері бар. Мысалы, біржылдық дақылдарды жыл сайын отырғызу керек, сондықтан күнделікті далалық операцияларды және дәл есептелген шығындар мен басқаруды қажет етеді [2]. Көпжылдық бидайдың *Thinopyrum intermedium* биіктігіне байланысты астық өнімділігі төмендеуі мүмкін. Өсімдіктерге өсу реттегішін енгізу нормасының, жем шөп жинау мерзімінің және азот нормасының, жер үсті бөлігінің биомассасына, астық шығымдылығы мен өнім индексіне әсерін анықтау барысында, өсімдіктің биіктігі 6%-ға төмендеген, астық өнімділігі 26%-ға жоғары, ал басқа факторлар бойынша орташа деңгейге қарағанда төмен, егін индексі 48%-ға жоғарылаған. Өсімдіктердің биіктігін төмендету астық және жемшөп өндіріс жүйелерінде астық өнімділігін арттырудың алғы стратегиясы болуы мүмкін [3].

Егістен кейін екі немесе одан да көп жыл ішінде өнімді болатын көпжылдық дақылдар жыл сайынғы дәнді дақылдарды өндірумен байланысты кейбір экологиялық мәселелердің ықтимал шешімі болып табылады [4, 5]. Көпжылдық дақылдармен қамтамасыз етілген тұрақты топырақ жамылғысы топырақэрозиясын азайтып, жабайы жануарлардың тіршілік ету ортасын қамтамасыз етеді. Көпжылдық дақыл-

дар сонымен қатар қоректік заттардың жоғалуын және судың ластануын азайта алады және топырақтың шамадан тыс өңделуімен тозған топырақты қалпына келтіруге көмектеседі [6]. Егіншілікте біржылдық дақылдарды егу барысында жыл сайын ауыр техниканы қолдану салдарынан жердегі қозғалыстан туындаған топырақтың тығыздалуы соңғы кездері топырақтың негізгі функцияларына қатысты үлкен проблема туғызуда. Көпжылдық дақылдар топырақтың тығыздалуынан кейін табиғи қалпына келтіру жұмысын жақсартып алады, себебі көпжылдық дақылдар егілген соң 5 жылға дейін топырақ тығыздалуын азайтуға ықпалын тигізеді. Осыған орай, қалпына келтірудің ынталандыру шаралары қажет, көп жылдық дақылдар топырақтың тығыздалуын төмендетудің ең үлкен әлеуетіне ие болды [7].

Алайда, көпжылдық дәнді дақылдардың кейбір ықтимал кемшіліктеріне жылдық дақылдармен салыстырғанда төмен астық дақылдары жатады, дақылдардың ауыспалы егісі арқылы зиянкестермен күресудің мүмкін еместігі [8], сонымен қатар жауын-шашынның аймақтық заңдылықтарына байланысты суды кеңінен пайдалану [9], бұл дақылдардың тұрақтылығын және құрғақ жерлердегі болашақ дақылдарды шектей алады. Кернза көпжылдық бидай (*Thinopyrum intermedium*) – АҚШ фермерлері үшін коммерциялық қол жетімді болатын көптеген экожүйелік қызметтерді ұсыну мүмкіндігі бар жаңа көпжылдық астық және жемшөп дақылдары. Бұл перспективалы мәдениеттің өміршеңдігі және одан әрі кеңеюі фермерлердің өмір сүру қажеттіліктері мен олардың ауылшаруашылық жүйелерінің құрылымына қалай сәйкес келетінін түсінуді қажет етеді. Барлық фермерлер эксперименттер мен жаңа әдістерді қолдануға оң көзқараста және олар бір мезгілде экологиялық және экономикалық артықшылықтарына байланысты Кернзаға қызығушылық танытты. Фермерлер өсірудің оңтайлы әдістері, жемшөптің тағамдық құндылығын бағалау, көптеген жылдар бойы астық өнімділігін қалай сақтау, арамшөптермен күресу, нарықтар және Кернза жүйелерін экономикалық бағалау туралы ақпаратқа қызығушылық танытуда [10].

Көпжылдық дақылдар жабайы өсімдіктерді өсіру арқылы [11] және жабайы туыстарымен бір жылдық дақылдарды будандастыру арқылы жасалды [12, 13]. Мысалы, көпжылдық дәнді қара бидай (*Secale cereale* L.) көпжылдық жабайы қара бидаймен (*Secale montanum* Guss) будандастырылды. Астықтың төмен шығым-

дылығына қарамастан, көпжылдық бидай (*Thiroporum intermedium*) коммерциялық өнімдерде қолданылатын алғашқы көпжылдық астық дақылдары болып табылады және жақында өсірілген дақылдың жетілдірілген сұрып “Кернза” ретінде сатылады [14].

Көпжылдық бидайдан алынған дән, әдетте, бір жылдық бидайға қарағанда ақуыз мөлшері жағынан жоғары [15, 16]. Бидайдың әртүрлі көпжылдық сорттарындағы ақуыз концентрациясы тексеру ретінде пайдаланылатын қатты қызыл бидай үшін 12%-бен салыстырғанда 18%-дан 25%-ға дейін өзгертіні анықталды [17]. Көпжылдық бидайдың ерекше дәмдік профилі нан немесе сыра жасауда қызығушылық тудырады [18]. Жергілікті немесе экологиялық таза өнімдерді сатып алатын тұтынушылар үшін көпжылдық астық пайдалы [19].

Көпжылдық бидай дәндері Америка Құрама Штаттарында “Кернза” ретінде сатылатын көпжылдық жемшөп. Оның кең тамыр жүйесі топырақ эрозиясын, судың ластануын және көміртегі шығарындыларын азайтуға көмектеседі. Азот тыңайтқыштарын қолдану және жемшөп жинау қарқындылығы жер астындағы биомасса мен құрылымдық емес көмірсулардың концентрациясына әсер етуі мүмкін, бұл кейінгі жылдары өсуге әсер етеді. Кернза қос мақсатты жүйесінде жемшөп және астық ретінде, сондай-ақ, жинау барысында жер үсті және жер асты бидай шөптерінің аралық өнімділігіне зиян тигізбейтіндігін көрсетеді [20].

Функционалды әр түрлі көпжылдық дақылдармен өзара әрекеттесу өсімдіктерді қорғаудың бірқатар артықшылықтарын қамтамасыз ете алады және дәстүрлі ауылшаруашылығына тұрақты балама ретінде бөлінеді [21, 22]. Дақылдарды будандастыруды мәдени өсімдіктердің ресурстарын барынша пайдалану және арамшөптердің жарыққа, қоректік заттарға және суға қол жеткізуіне жол бермеу үшін пайдалануға болады [23].

Жыл бойы өсімдік жамылғысы топырақтың физикалық және химиялық қасиеттерін жақсартумен қатар, топырақтағы органикалық заттардың көбеюімен бірге топырақ пен суды қорғайды. Көпжылдық дақылдар жүйелеріндегі топырақтар, әдетте, судың инфильтрациясы мен сақталуының жоғарылауына ие, бұл топырақтың ағуы мен эрозиясын азайтады [24, 25]. Агроэкожүйелердегі көпжылдық дақылдардың интеграциясы су бетін шөгінділерден, агрохимиялық және қоректік ортадан қорғайды. Кішкентай тамыр жүйесі мен беткі қабаты шектеулі болғандықтан, отырғыздан кейін

топырақты біраз уақытқа осал қалдыратын жабық дақылдармен салыстырғанда, бір рет тамырланған көпжылдық дәндер нитраттардың сілтіленуін және жыл бойына қоректік заттардың тасымалдануын төмендетуі мүмкін [26]. Көпжылдық бидайда нитраттардың жалпы сілтіленуі бір жылдық бидаймен салыстырғанда 98%-ға төмендегені байқалды, екі өсімдік те бір гектарға 90 кг азотпен байытылған [27].

Көпжылдық дақылдардың вегетативті биомассасын жинау олардың кірістілігін арттырады және жылдық дәнді дақылдармен салыстырғанда төмен дәнді дақылдардың орнын толтыруға көмектеседі [28, 29]. Көпжылдық дәнді дақылдардың бірқатарын көпжылдық бидай және көпжылдық қара бидай сияқты қос мақсатта дәнді дақылдар мен жемшөп дақылдары ретінде пайдалануға болады [30]. Жемшөп пен өсімдік қалдықтарын жинауға балама ретінде маусымның басында вегетативті өсуде сабақтың ұзаруына және дәннің дамуына дейін, сондай-ақ астық жиналғаннан кейін кеш вегетативті өсу үшін үй жануарларын жайып жіберуге болады. Егістік тәжірибелер көпжылдық бидай будандары мен астық өнімділігінің аздап төмендеуі ерте дефолиацияға, яғни қолайсыз экологиялық факторлардың әсерінен өсімдіктерден түсетін жапырақтардың құбылысына төтеп бере алатындығын көрсетеді [31].

Зерттеу егістіктің өнімділігін арттыру, парниктік газдар шығарындыларының деңгейін төмендету, топырақтың құнарлылығын сақтау және қоршаған ортаны қорғау мақсатында Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысындағы егіншілік мәдениетіне көпжылдық бидай өсімдіктерінің ерекшеліктерін анықтауға бағытталған.

### Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеуге алынған көпжылдық бидай объектісі 2018 жылы The Land Institute ғалымдарының селекционерлері арқылы алынған. Көпжылдық бидай (1-сурет) бір жылдық бидай мен көпжылдық бидайықтың ерекшеліктерін қамтиды. Өсімдік жылы климатты талап етеді, сол себепті Қазақстанның оңтүстігі және оңтүстік-шығысы ауыл шаруашылығына енгізу қарастырылды. Қазақстанда бұрын соңды егілмегендіктен бейімдеушілігі туралы ақпараттар жоқ. Көпжылдық бидай алғаш Алматы облысында 2020 жылдан бастап 3 қайталаумен зерттеуге алынып отыр. Жабайы көпжылдық түрі Орта Азия және Ресей жерлерінде жергілікті болып саналады және бір жылдық бидай да Қазақстанда жыл сайын егіледі.



1-сурет – Жылыжай (А) және егістік (В) жағдайда өсірілген көпжылдық бидай

Зерттеу барысында Қазақстанда алғаш рет енгізіліп отырғандықтан өсімдіктің морфологиялық ерекшеліктері қарастырылды [33] және әр түрлі жағдайларда бақылауға алынды [34]. Көпжылдық бидай дәндері жылыжай жағдайында және егістік жағдайында өсіріліп зерттелді. Жылыжай жағдайында 4 нұсқа бойынша қарастырылса, егістік жағдайында жалпылай қабылданған агрономиялық әдіс арқылы егілді [35]. Көпжылдық бидай дәндерін себу және тамшылатып суғару жүйесімен іске асырылды. Көпжылдық бидай бейімдеушілігін бақылау мақсатта 3 реттік қайталанымды тәжірибе қойылды, яғни өсу қатарлардың ара қашықтығы 15 см, 30 см, 45 см болды, ал екі дән ара қашықтығы да 5 см және 10 см сақтай отырып егілді. Өсімдік бой көтергенінде 1 м<sup>2</sup> аумақта олардың өнгіштігі есептелінді (1-кесте). Аумақта 2021 жылы ауа температурасына сәйкес ерте көктемде, яғни наурыз және сәуір айларында көпжылдық бидай өсірілді.

Сонымен қатар, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Смарт жылыжайында да көпжылдық бидай қарастырылды. Смарт жылыжай соңғы үлгідегі заманауи құралдармен жабдықталып басқарылады, топырақ ылғалдылығы сенсоры, температура және ауа алғал-

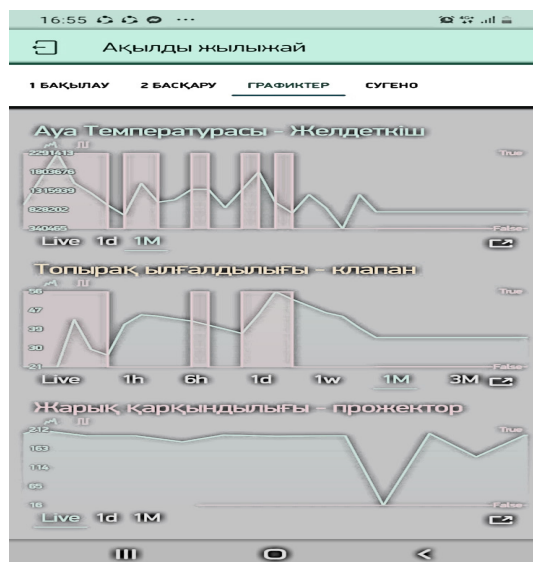
дылығын көрсететін DHT11 құрылғылары жылыжайдағы абиотикалық факторларды ұялы телефонға жеткізіп отырады (2-сурет). Көпжылдық бидай өсімдігіне бақылау және эксперимент топтарына бөлініп зертеу жүргізілді. Бақылау нұсқасында өсімдік сумен ғана өсірілсе, зерттеу тобындағы өсімдіктер коммерциялық және Отандық тыңайтқыштармен өсірілді. Коммерциялық тыңайтқышқа ресейлік Тиовит Джет қолданылды. Отандық тыңайтқыш ретінде Батыс Қазақстанның мұнай қалдықтарынан өндіріліп отырған, күкіртті «нано-күкірт» және 50% диатомит-күкіртті қосылыстар алынды.

Биологиялық ерекшеліктерінен морфологиялық белгілері қарастырылды [36]. Тұқымның өнгіштігі, морфологиялық ерекшеліктері бойынша өсімдіктің биіктігі, тұқым өнгіштігі, масағының ұзындығы, жапырағының ұзындығы мен ені, түп саны есепке алынды [37].

Тәжірибе егістік топырағының 1 метрлік қабаттағы ылғалдылығы анықталды [38]. Ылғалдылығын анықтау үшін тәжірибе аймағының 12 бөлігінен үлгі алынды. Топырақ сынамаларын тұрақты салмаққа дейін кептіріп, термостаттық-салмақтық әдіспен анықталды. Топырақ сынамаларын іріктеу әрбір 10 см сайын қабаттар бойынша 1 метр тереңдікке дейін жүргізілді (3-сурет).

1-кесте – Жиналған материал жайлы ақпарат

Түр атауы	Координаттар [°]		Т.д.б. (м)	Аймақ	Жергілікті жердің атауы
	Ендік	Бойлық			
<i>Thinopyrum intermedium</i>	43°11'17.5"N	76°42'13.1"E	857	Алматы облысы	Қарасай ауданы



2-сурет – Смарт жылыжай мобильдік бағдарламаға келіп түскен ауа температурасы, топырақ ылғалдылығы, жарық қарқындылығы көрсеткіштері



3-сурет – Топырақ үлгілерін алу

### Зерттеу нәтижелері және оны талдау

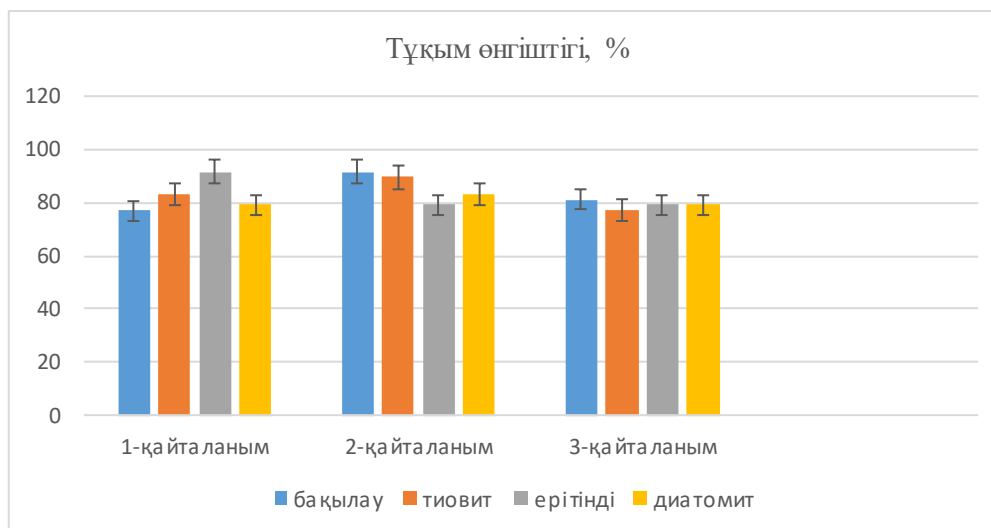
*Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ жылыжай тәжірибесінің зерттеу нәтижелері*

Жылыжай жағдайындағы вегетациялық кезеңді зерттеу нәтижесінде көпжылдық бидай тұ-

қымдарының өнгіштігі зерттеу жылдары бойынша өзгерді, тұқым өнуінің жоғары пайызы 99,4%, 2020 жылдың 29 қыркүйегінде отырғызылған тұқымдар. 2021 жылғы 9 наурызда көпжылдық бидай тұқымын өсіру кезінде 4 нұсқада өнгіштігі өзгерді, оның ең жоғары көрсеткіші 91,66%

күкірт бар тыңайтқыш ерітіндісімен, ең азы – 77,08% тиовит тыңайтқышымен, мәліметтерді салыстыру барысында тыңайтқыш қосылған жағдайда өнгіштік бақылау нұсқасына қарағанда жоғары болғандығы айқындалды. Өсу барысында, колеоптильдің төменгі аймағы бургундия түсті болды. Дәні үлкен болмағандықтан масағы да соған сай жіңішке, ұзын. Морфо-

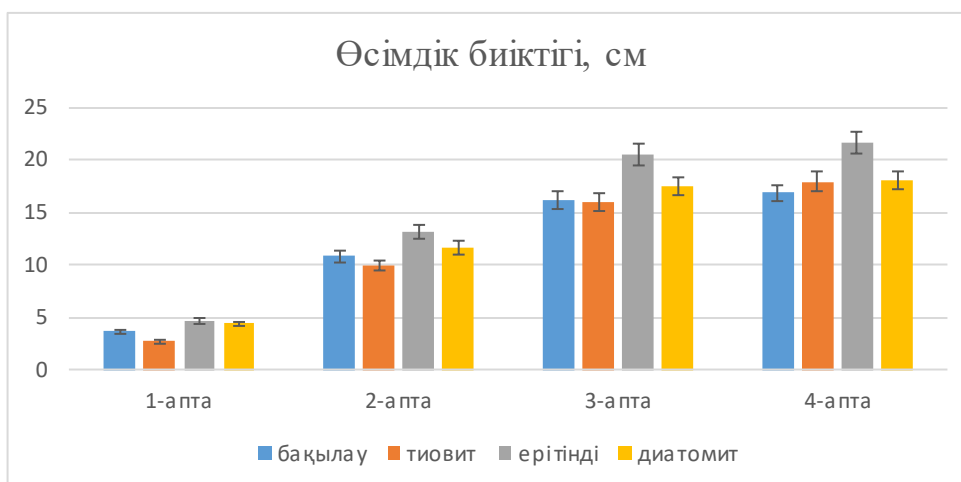
логиялық көрсеткіштер әртүрлі кезеңде айқындалды, өсімдіктің биіктігі  $61 \pm 2.9$  см анықталды. толық пісіп жетілу кезеңіндегі жапырағының морфометриялық көрсеткіштері жалау жапырақтың ұзындығы  $9 \pm 1.2$  см, ені  $0.9 \pm 0.1$  см. Көпжылдық бидайдың тұқымдары жеңіл және жұқа болғанымен, олардың өнгіштігі жоғары.



4-сурет – Жылыжай жағдайында көпжылдық бидай тұқымдарының өнуі

Жылыжай жағдайында әр түрлі күкіртті тыңайтқыштармен өсіргенде, үш қайталанымда көпжылдық бидай тұқымдарының өну пайызы 79,55%-дан 83,42%-ға дейін өзгерді (4-сурет).

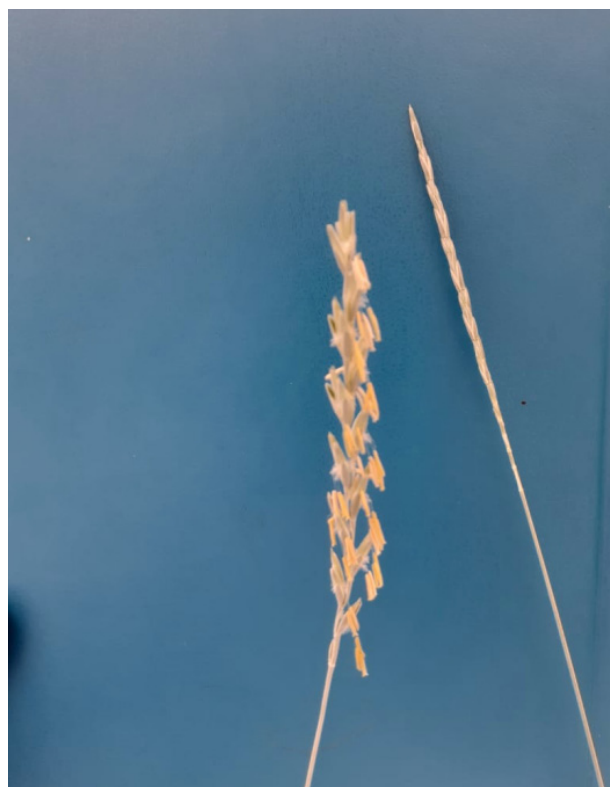
Өскін қарқынды өсті, тәжірибе барысында күкірт ерітіндісімен өңделген нұсқада өсімдік жоғарғы биіктігімен ерекшеленді (5-сурет).



5-сурет – Жылыжай жағдайында көпжылдық бидайдың өсуі



6-сурет – Жылыжайда өсімдіктерді өлшеу



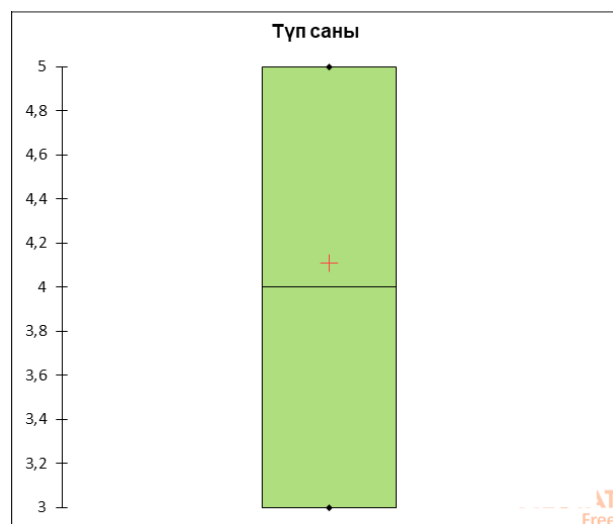
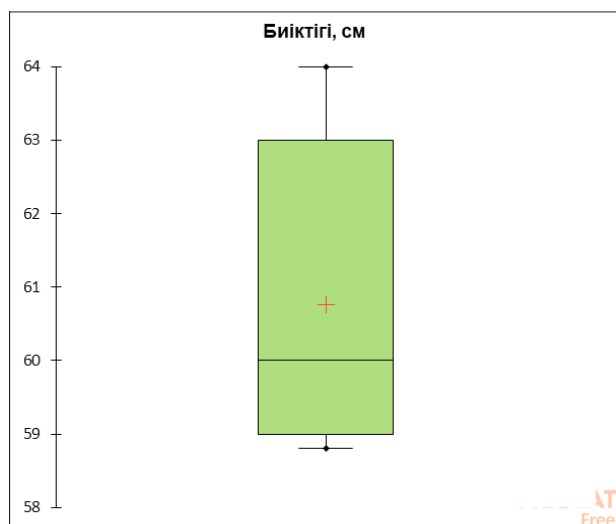
7-сурет – Көпжылдық бидайдың масактану және гүлдену фазалары



Зерттеу көпжылдық бидайдың құрылымдық талдауы анықталды (отырғызу күні 29 қыркүйек 2020 жыл). Біржылдық бидайдан негізгі айырмашылығы көпжылдық бидайдың масағы жіп тәрізді, жіңішке, масақ

ұзындығы  $15,5 \pm 0,5$  см, ең ұзын масақ 17 см-ге жетті. Тұқымы жұқа сопақша тәрізді, жеңіл. 1000 дәннің салмағы  $11,9 \pm 1,6$  г.

Орташа алғанда, бір дәннен шығатын түп саны  $4,1 \pm 1,3$  (6-9-сурет, 2-кесте).



8-сурет – Көпжылдық бидай орташа биіктігі, түп саны көрсетілген



9-сурет – Көпжылдық бидайдың пісу кезеңі

2-кесте – Көпжылдық бидайдың құрылымдық талдауы

№	Көпжылдық бидайдың параметрлері	Орташа көрсеткіш
1	Дымқыл биомасса, грамм	40,38±9,3
2	Құрғақ биомасса, грамм	23,72±7,1
3	Өсімдіктің ұзындығы, сантиметр	73,9±4,5
4	Масақтың ұзындығы, сантиметр	15,2±2,6
5	Масақтар саны, дана	3,4±1,7
6	Сабақтарының саны, дана	11,3±4,9
7	Тамыр ұзындығы, сантиметр	22,19±3,45
8	Жапырақтар ауданы, м <sup>2</sup>	191,47±6,7
9	1000 дәннің салмағы, грамм	11,9±1,6

Сова сортынан астық пен жасыл масса алу да екі мақсаты бар, оның дәнінің өнімділігі төмен болғанымен, жыл ішінде жасыл массаның өнімділігі артты (3-кесте).

Егістік жағдайында сәуір айында екі ерте және кеш маусымда егілді, әр түрлі қатарлар ара қашықтығы 15 см, 30 см және 45 см және екі бидай дәнінің арасы 5 см, 10 см көпжылдық бидайдың өсуі мен дамуына әртүрлі ықпал етті, қолайлы нұсқа арақашықтығы 45 және екі өсімдік арасы 10 см.

Топырақтың құнарлылығынан бөлек топырақ ылғалдылығының өсімдіктің өнуіне әсері мол. Топырақ ылғалдылығы метр тереңдікке дейін 10 см-лік деңгейде өлшенді. Егістікте егілген көпжылдық бидайдың топырақтың ылғалдылық деңгейі: 10 см-ге дейін 18.1%, 10-20 см тереңдікте – 17.8%, 20-50 см – 18%, 50-60 см – 18.2%, 60-70 см – 17.1%, 70-80 см – 15.9%, 80-90 см – 13.3%, 90-100 см – 12.4% (10-сурет). 1-метрлік қабаттағы топырақтың ылғалдылығы 130-дан 110 г-ға дейін өзгерді. Құрғақ топырақтың абсолютті массасы 80%-дан 50%-ға өзгерді.

30-60 см тереңдікте ылғалдылық мөлшері жоғары пайыздық көрсеткішке ие, ең аз ылғалдылық деңгей 90-100 см тереңдікте бақыланды.

3-кесте – *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey өнімділігі

Сова сорты	Көпжылдық бидайдың өнімділігі, ц/га	
жыл	Дән	Жасыл масса
2021	7,6±3,1	191,47±6,7

Алматы облысы, Қарасай ауданындағы егістік жағдайының зерттеу нәтижелері



10-сурет – Зерттелген аймақтың ашық қоңыр топырағының ылғалдылық деңгейі (29.04.2021)

Егістік жағдайының зерттеу нәтижесі бойынша масақ ұзындығы 5см-ден 18 см-ге дейін ауытқыды. 1000 дәннің орташа салмағы 9,5 г. Масақтағы масақша саны 10-15, дән саны 20-35 (11-сурет).

Қазіргі уақытта көпжылдық жаңа дақылдарға фермерлік қызығушылық артуда. Себебі, бір

жылдық дақылды жыл сайын егу арқылы экологиялық жағдайға кері әсер туындайтынын мойындаймыз, жыл сайын жерді жырту, әсерінен ауада смог пайда болатындығы дәлелденген, сонымен қатар топырақ механикалық зақымдалып, нәтижесінде, топырақ эрозияға ұшырайтыны белгілі. Көпжылдық дақылды өсіру барысын-

да, жыл бойы өсімдік жамылғысы топырақтың физикалық және химиялық қасиеттерін жақсартумен қатар, топырақтағы органикалық заттардың көбеюімен бірге топырақ пен суды

қорғайды. Көпжылдық дақылдар жүйелеріндегі топырақтар, әдетте, судың инфильтрациясы мен сақталуының жоғарылауына ие, бұл топырақтың жылжуы мен эрозиясын азайтады.



11-сурет – Егістік жағдайындағы көпжылдық бидайдың өнімділігі

Сонымен қатар, жерді жыртуға жанар-жағар майға және тұқымға кететін шығын экономикалық тұрғыдан тиімсіз екендігі түсінікті. Осы орайда, көпжылдық бидайды бір жылдық бидаймен алмастыру ұсынылады, біріншіден, экологиялық, екіншіден экономикалық тиімділік ескеріледі. Қазіргі таңда Қазақстанда жем-шөп мәселесі өткір, малға қорек жетіспеушіліктен кейбір өңірлерде мал саны күрт азаюда. Бұл мәселенің түйінін де көпжылдық дақыл өсіру арқылы шешуге болады, жыл сайын астық жиналған соң жасыл биомассасы жем-шөп ретінде жиналады, себебі басқа бір жылдық дақылдар сарғайып кеткенде, жасыл түсін сақтап тұрғандықтан, оған сұраныс туындайды. Негізгі артықшылықтарымен қоса кемшілігі, тұқымы жіңішке, жеңіл, осы ретте өнімділігі бір жылдық бидаймен салыстырғанда аз болғанымен, оның 5 жылғы өнімділігін ескеруіміз қажет.

Дегенмен, соңғы уақытта селекциялық жұмыстар, көпжылдық биайдан мол өнім алуға бағытталған, нәтижелер де жемісті. Қолданыстағы жылдық дәнді дақылдар мен жабайы көпжылдық түрлердің кең гибридті будандарынан алынған көпжылдық дақылдар, әдетте, отандық жабайы өсімдіктерден алынған көпжылдық дақылдарға қарағанда жоғары өнімділікке ие, бұл оларды жылдық дақылдармен салыстырғанда өнімді етеді.

## Қорытынды

Көпжылдық дақыл бидай негізінде бұдан әрі «көпжылдық бидай» ол бидайықтың көпжылдық туыстарымен *Lophopyrum*, *Thinopyrum*, *Elymus*, *Elytrigia* бидайдың ұрпақтарымен будандастыру арқылы алынған. Бүгінгі таңда астық биомассасын салыстыру, көпжылдық бидайдың төзімділігі мен өнімділігі жылдық дәндерге қарағанда айырмашылық көрсетті.

Әлемнің әртүрлі топырақ-климаттық жағдайында жүргізілген көптеген зерттеулер климаттың жылынуы, экологиялық қауіптер және астық өндірісінің энергия сыйымдылығының жоғарылауы мәселелеріне байланысты көпжылдық дақылдар жылдық дақылдарға балама бола алады. Өйткені, олар қоршаған ортаның көптеген жағымсыз биотикалық және абиотикалық факторларына төзімді, топырақ қабатын ұзақ жылдар бойы сақтауға, ылғал мен қоректік заттардың шығынын азайтуға, көбірек көміртекті сіңіруге, сол арқылы ауыл шаруашылығынан шығатын парниктік шығарындыларды азайтуға мүмкіндік береді.

Көпжылдық бидайдың өсуі мен даму биологиясын зерттеу, оны әртүрлі агроэкологиялық аймақтарға қатысты өсірудің тиімді әдістерін эзірлеу бойынша зерттеулер Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысында ауыл шаруа-

шылығының өзекті және перспективалық бағыты болып табылады.

Зерттеуді жүзеге асыру барысында күтілетін нәтижелер: суару суының шығынын азайту; суармалы топырақ эрозиясын жою; ауданның бірлігіне су тұтыну коэффициентін төмендету; топырақтың агрофизикалық қасиеттерін бастапқы деңгейде сақтау; бірлік аумаққа парниктік газдар шығарындыларын азайту; дақылдарды өсіру құнын төмендету; қоршаған ортаны жақсарту кезінде жаңа экономикалық мүмкіндіктер құру.

Зерттеу нәтижесін қорытындылай келе, жылыжай жағдайында көпжылдық бидайдың тұқымының өнгіштігі бақылау нұсқасында 76,58%, ал эксперименттік нұсқаларда ең жоғары көрсеткіш күкірт ерітіндісі қосылған жағдайда 83.33% анықталды. Морфологиялық құрылысындағы басты ерекшелік, масақтың ұзындығының ұзын болуы 17 см және 1000 дәннің салмағының біржылдық бидаймен салыстырғанда айтарлықтай жеңіл  $11,9 \pm 1,6$  г. болды.

Топырақ ылғалдығы 30-60 см тереңдікте жоғары, ал 90-100 см тереңдікте пайыздық көрсеткіші төмен. Егістік жағдайында көпжылдық бидайдың өсуі мен дамуына қолайлы нұсқа арақашықтығы 45 және екі өсімдік арасы 10 см, дәнінің өнімділігі  $7,6 \pm 3,1$  ц/га, жасыл массаның өнімділігі  $191,47 \pm 6,7$  ц/га көрсетті.

*Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым Комитетінің гранттық жобасына сәйкес жүргізіледі (№АР09259457) «Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысында биоалуантүрлілік пен топырақтың құнарлылығын сақтауда көпжылдық бидайды егіншілік мәдениетіне енгізу» 2021-2023 жж., мемлекеттік тіркеу нөмірі 0121PK00256.*

### Мүдделер қақтығысы

Мақаланың құрылымын барлық авторлар оқып, танысты және мүдделер қақтығысы жоқ.

### Әдебиеттер

- 1 Pinto, P., De Haan, L., & Picasso, V. (2021). Post-harvest management practices impact on light penetration and kernza intermediate wheatgrass yield components. *Agronomy*, 11(3) doi:10.3390/agronomy11030442
- 2 Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Crops. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed on 27 March 2019)
- 3 Zimbric, J. W., Stoltenberg, D. E., & Picasso, V. D. (2021). Strategies to reduce plant height in dual-use intermediate wheatgrass cropping systems. *Agronomy Journal*, 113(2), 1563-1573. doi:10.1002/agj2.20544
- 4 Glover, J. D.; Reganold, J. P.; Bell, L. W.; Borevitz, J.; Brummer, E. C.; Buckler, E. S.; Cox, C. M.; Cox, T. S.; Crews, T. E.; Culman, S. W.; DeHaan et. al. (2010). Increased Food and Ecosystem Security via Perennial Grains. *Science*, 328(5986), 1638-1639. doi:10.1126/science.1188761
- 5 Culman, Steve W.; Snapp, Sieglinde S.; Ollenburger, Mary; Basso, Bruno; DeHaan, Lee R. (2013). Soil and Water Quality Rapidly Responds to the Perennial Grain Kernza Wheatgrass. *Agronomy Journal*, 105(3), 735-. doi:10.2134/agronj2012.0273
- 6 Batello, C.; Wade, L.; Cox, S.; Pogna, N.; Bozzini, A.; Choptiany, J. Perennial Crops for Food Security. In Proceedings of the FAO Expert Workshop, Rome, Italy, 28-30 August 2013; Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online: <http://www.fao.org/3/a-i3495e.pdf> (accessed on 12 November 2019).
- 7 Ryan, Matthew R; Crews, Timothy E; Culman, Steven W; DeHaan, Lee R; Hayes, Richard C; Jungers, Jacob M; Bakker, Matthew G (2018). Managing for Multifunctionality in Perennial Grain Crops. *BioScience*, 68(4), 294-304. doi:10.1093/biosci/biy014
- 8 Pulido-Moncada, M., Katuwal, S., Kristensen, J. B., & Munkholm, L. J. (2021). Effects of bio-subsoilers on subsoil pore-system functionality: Case study with intact soil columns. *Geoderma*, 385 doi:10.1016/j.geoderma.2020.114897
- 9 de Oliveira, Gabriel; Brunsell, Nathaniel A.; Sutherlin, Caitlyn E.; Crews, Timothy E.; DeHaan, Lee R. (2018). Energy, water and carbon exchange over a perennial Kernza wheatgrass crop. *Agricultural and Forest Meteorology*, 249(), 120-137. doi:10.1016/j.agrformet.2017.11.022
- 10 DeHaan, Lee R.; Van Tassel, David L.; Anderson, James A.; Asselin, Sean R.; Barnes, Richard; Baute, Gregory J.; Cattani, Douglas J.; Culman, Steve W.; Dorn, Kevin M.; Hulke, Brent S.; Kantar, Michael; Larson, Steve; Marks, M. David; Miller, Allison J.; Poland, Jesse; Ravetta, Damian A.; Rude, Emily; Ryan, Matthew R.; Wyse, Don; Zhang, Xiaofei (2016). A Pipeline Strategy for Grain Crop Domestication. *Crop Science*, 56(3), 917-. doi:10.2135/cropsci2015.06.0356
- 11 Lanker, M., Bell, M., & Picasso, V. D. (2020). Farmer perspectives and experiences introducing the novel perennial grain kernza intermediate wheatgrass in the US midwest. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(6), 653-662. doi:10.1017/S1742170519000310
- 12 R.C. Hayes; M.T. Newell; L.R. DeHaan; K.M. Murphy; S. Crane; M.R. Norton; L.J. Wade; M. Newberry; M. Fahim; S.S. Jones; T.S. Cox; P.J. Larkin (2012). Perennial cereal crops: An initial evaluation of wheat derivatives. , 133(none), 68-89. doi:10.1016/j.fcr.2012.03.014

- 13 Baker, Beth (2017). Can Modern Agriculture Be Sustainable. *BioScience*, 67(4), 325–331. doi:10.1093/biosci/bix018
- 14 Patagonia Provisions Long Root Pale Ale. Available online: <https://www.patagoniaprovisions.com/pages/long-root-pale-ale> (accessed on 21 May 2019).
- 15 Christenson, B. Taste of General Mills. Available online: <https://blog.generalmills.com/2019/04/a-cereal-thats-deeply-rooted-for-good/> (accessed on 21 May 2019).
- 16 Whole Grains Council. Whole Grain Momentum: Whole Grains are the New Norm. Available online: [https://wholegrainscouncil.org/sites/default/files/atoms/files/WG\\_Momentum\\_infographic2018.pdf](https://wholegrainscouncil.org/sites/default/files/atoms/files/WG_Momentum_infographic2018.pdf) (accessed on 26 July 2019).
- 17 Zimberoff, L. Superwheat Kernza could Save our Soil and Feed us Well. Available online: <http://civileats.com/2015/06/15/superwheat-kernza-could-save-our-soil-and-feed-us-well/> (accessed on 26 July 2019).
- 18 Reganold, J. P.; Jackson-Smith, D.; Batie, S. S.; Harwood, R. R.; Kornegay, J. L.; Bucks, D.; Flora, C. B.; Hanson, J. C.; Jury, W. A.; Meyer, D.; Schumacher, A.; Sehmsdorf, H.; Shennan, C.; Thrupp, L. A.; Willis, P. (2011). Transforming U.S. Agriculture. *Science*, 332(6030), 670–671. doi:10.1126/science.1202462
- 19 Agence Bio. Focus sur les Filières bio en France: Les Grandes Cultures Biologiques. Available online: <http://www.agencebio.org/la-bio-en-france> (accessed on 26 July 2019)
- 20 Jon K. Piper (1998). Growth and seed yield of three perennial grains within monocultures and mixed stands. , 68(1-2), 1–11. doi:10.1016/s0167-8809(97)00097-2
- 21 Sakiroglu, M., Dong, C., Hall, M. B., Jungers, J., & Picasso, V. (2020). How does nitrogen and forage harvest affect belowground biomass and nonstructural carbohydrates in dual-use kernza intermediate wheatgrass? *Crop Science*, 60(5), 2562–2573. doi:10.1002/csc2.20239
- 22 Bajgain, P., Zhang, X., Jungers, J. M., DeHaan, L. R., Heim, B., Sheaffer, C. C. Anderson, J. A. (2020). ‘MN-clearwater’, the first food-grade intermediate wheatgrass (kernza perennial grain) cultivar. *Journal of Plant Registrations*, 14(3), 288–297. doi:10.1002/plr2.20042
- 23 Dick, C., Cattani, D., & Entz, M. H. (2018). Kernza intermediate wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*) grain production as influenced by legume intercropping and residue management. *Canadian Journal of Plant Science*, 98(6), 1376–1379. doi:10.1139/cjps-2018-0146
- 24 Glover, Jerry D.; Reganold, John P.; Cox, Cindy M. (2012). Agriculture: Plant perennials to save Africa's soils. *Nature*, 489(7416), 359–361. doi:10.1038/489359a
- 25 Asbjornsen, H.; Hernandez-Santana, V.; Liebman, M.; Bayala, J.; Chen, J.; Helmers, M.; Ong, C.K.; Schulte, L.A. (2014). Targeting perennial vegetation in agricultural landscapes for enhancing ecosystem services. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(2), 101–125. doi:10.1017/S1742170512000385
- 26 Duchene, Olivier; Vian, Jean-François; Celette, Florian (2017). Intercropping with legume for agroecological cropping systems: Complementarity and facilitation processes and the importance of soil microorganisms. A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 240(), 148–161. doi:10.1016/j.agee.2017.02.019
- 27 Kang, Shujiang; Nair, Sujithkumar Surendran; Kline, Keith L.; Nichols, Jeffrey A.; Wang, Dali; Post, Wilfred M.; Brandt, Craig C.; Wullschlegel, Stan D.; Singh, Nagendra; Wei, Yaxing (2014). Global simulation of bioenergy crop productivity: analytical framework and case study for switchgrass. *GCB Bioenergy*, 6(1), 14–25. doi:10.1111/gcbb.12047
- 28 Larkin, Philip J.; Newell, Matthew T.; Hayes, Richard C.; Aktar, Jesmin; Norton, Mark R.; Moroni, Sergio J.; Wade, Len J. (2014). Progress in developing perennial wheats for grain and grazing. *Crop and Pasture Science*, 65(11), 1147–. doi:10.1071/CP13330
- 29 Jungers, J. M., DeHaan, L. R., Betts, K. J., Sheaffer, C. C., & Wyse, D. L. (2017). Intermediate wheatgrass grain and forage yield responses to nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 109(2), 462–472. doi:10.2134/agronj2016.07.0438
- 30 Sutherlin, C. E., Brunzell, N. A., de Oliveira, G., Crews, T. E., DeHaan, L. R., & Vico, G. (2019). Contrasting physiological and environmental controls of evapotranspiration over kernza perennial crop, annual crops, and C4 and mixed C3/C4 grasslands. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6) doi:10.3390/su11061640
- 31 Newell, Matthew T.; Hayes, Richard C. (2017). An initial investigation of forage production and feed quality of perennial wheat derivatives. *Crop and Pasture Science*, 68(12), 1141–. doi:10.1071/cp16405
- 32 Ryan, M. R., Crews, T. E., Culman, S. W., Dehaan, L. R., Hayes, R. C., Jungers, J. M., & Bakker, M. G. (2018). Managing for multifunctionality in perennial grain crops. *Bioscience*, 68(4), 294–304. doi:10.1093/biosci/biy014
- 33 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). (1985). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, – 351 с.
- 34 Руководство по контролю и обработке наблюдений за фазами развития с.-х. культур, (1982).
- 35 Методические указания по мониторингу численности сорных растений, вредителей и развития болезней, (2004). Астана.
- 36 Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова Г.П. (1961). Фотосинтетическая деятельность растений в посевах //М., Изд-во АН СССР, – 132 с.
- 37 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1986. – 125с.
- 38 Муха В.Д. Практикум по агропочвоведению. (2010). – М.: Колос, – 367 с.

## References

- 1 Agence Bio. Focus sur les Filières bio en France: Les Grandes Cultures Biologiques. Available online: <http://www.agencebio.org/la-bio-en-france> (accessed on 26 July 2019)
- 2 Asbjornsen, H.; Hernandez-Santana, V.; Liebman, M.; Bayala, J.; Chen, J.; Helmers, M.; Ong, C.K.; Schulte, L.A. (2014). Targeting perennial vegetation in agricultural landscapes for enhancing ecosystem services. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(2), 101–125. doi:10.1017/S1742170512000385
- 3 Bajgain, P., Zhang, X., Jungers, J. M., DeHaan, L. R., Heim, B., Sheaffer, C. C. Anderson, J. A. (2020). ‘MN-clearwater’, the first food-grade intermediate wheatgrass (kernza perennial grain) cultivar. *Journal of Plant Registrations*, 14(3), 288–297. doi:10.1002/plr2.20042
- 4 Baker, Beth (2017). Can Modern Agriculture Be Sustainable. *BioScience*, 67(4), 325–331. doi:10.1093/biosci/bix018
- 5 Batello, C.; Wade, L.; Cox, S.; Pogna, N.; Bozzini, A.; Choptiany, J. Perennial Crops for Food Security. In Proceedings of the FAO Expert Workshop, Rome, Italy, 28–30 August 2013; Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online: <http://www.fao.org/3/a-i3495e.pdf> (accessed on 12 November 2019).
- 6 Christenson, B. Taste of General Mills. Available online: <https://blog.generalmills.com/2019/04/a-cereal-thats-deeply-rooted-for-good/> (accessed on 21 May 2019).
- 7 Culman, Steve W.; Snapp, Sieglinde S.; Ollenburger, Mary; Basso, Bruno; DeHaan, Lee R. (2013). Soil and Water Quality Rapidly Responds to the Perennial Grain Kernza Wheatgrass. *Agronomy Journal*, 105(3), 735–. doi:10.2134/agronj2012.0273
- 8 de Oliveira, Gabriel; Brunzell, Nathaniel A.; Sutherlin, Caitlyn E.; Crews, Timothy E.; DeHaan, Lee R. (2018). Energy, water and carbon exchange over a perennial Kernza wheatgrass crop. *Agricultural and Forest Meteorology*, 249(0), 120–137. doi:10.1016/j.agrformet.2017.11.022
- 9 DeHaan, Lee R.; Van Tassel, David L.; Anderson, James A.; Asselin, Sean R.; Barnes, Richard; Baute, Gregory J.; Cattani, Douglas J.; Culman, Steve W.; Dorn, Kevin M.; Hulke, Brent S.; Kantar, Michael; Larson, Steve; Marks, M. David; Miller, Allison J.; Poland, Jesse; Ravetta, Damian A.; Rude, Emily; Ryan, Matthew R.; Wyse, Don; Zhang, Xiaofei (2016). A Pipeline Strategy for Grain Crop Domestication. *Crop Science*, 56(3), 917–. doi:10.2135/cropsci2015.06.0356
- 10 Dick, C., Cattani, D., & Entz, M. H. (2018). Kernza intermediate wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*) grain production as influenced by legume intercropping and residue management. *Canadian Journal of Plant Science*, 98(6), 1376–1379. doi:10.1139/cjps-2018-0146
- 11 Dospekhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opy'ta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results)]*. – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, – p. 351.
- 12 Duchene, Olivier; Vian, Jean-François; Celette, Florian (2017). Intercropping with legume for agroecological cropping systems: Complementarity and facilitation processes and the importance of soil microorganisms. A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 240(0), 148–161. doi:10.1016/j.agee.2017.02.019
- 13 Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Crops. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed on 27 March 2019)
- 14 Glover, J. D.; Reganold, J. P.; Bell, L. W.; Borevitz, J.; Brummer, E. C.; Buckler, E. S.; Cox, C. M.; Cox, T. S.; Crews, T. E.; Culman, S. W.; DeHaan et. al. (2010). Increased Food and Ecosystem Security via Perennial Grains. *Science*, 328(5986), 1638–1639. doi:10.1126/science.1188761
- 15 Glover, Jerry D.; Reganold, John P.; Cox, Cindy M. (2012). Agriculture: Plant perennials to save Africa's soils. *Nature*, 489(7416), 359–361. doi:10.1038/489359a
- 16 Jon K. Piper (1998). Growth and seed yield of three perennial grains within monocultures and mixed stands. , 68(1-2), 1–11. doi:10.1016/s0167-8809(97)00097-2
- 17 Jungers, J. M., DeHaan, L. R., Betts, K. J., Sheaffer, C. C., & Wyse, D. L. (2017). Intermediate wheatgrass grain and forage yield responses to nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 109(2), 462–472. doi:10.2134/agronj2016.07.0438
- 18 Kang, Shujiang; Nair, Sujithkumar Surendran; Kline, Keith L.; Nichols, Jeffrey A.; Wang, Dali; Post, Wilfred M.; Brandt, Craig C.; Wullschleger, Stan D.; Singh, Nagendra; Wei, Yaxing (2014). Global simulation of bioenergy crop productivity: analytical framework and case study for switchgrass. *GCB Bioenergy*, 6(1), 14–25. doi:10.1111/gcbb.12047
- 19 Lanker, M., Bell, M., & Picasso, V. D. (2020). Farmer perspectives and experiences introducing the novel perennial grain kernza intermediate wheatgrass in the US midwest. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(6), 653–662. doi:10.1017/S1742170519000310
- 20 Larkin, Philip J.; Newell, Matthew T.; Hayes, Richard C.; Aktar, Jesmin; Norton, Mark R.; Moroni, Sergio J.; Wade, Len J. (2014). Progress in developing perennial wheats for grain and grazing. *Crop and Pasture Science*, 65(11), 1147–. doi:10.1071/CP13330
- 21 Metodicheskie ukazaniya po monitoringu chislennosti sorny'kh rastenij, vreditelej i razvitiya boleznij [Methodological guidelines for monitoring the number of weeds, pests and the development of diseases], (2004). Astana,
- 22 Metodika gosudarstvennogo sortoispy'taniya sel'skokhozyajstvenny'kh kul'tur, [Methodology of state variety testing of agricultural crops] (1986). – p. 125.
- 23 Mukha V.D. *Praktikum po agropochvedeniyu, [Workshop on agro-soil science]* (2010) – M.: Kolos, – p. 367.
- 24 Newell, Matthew T.; Hayes, Richard C. (2017). An initial investigation of forage production and feed quality of perennial wheat derivatives. *Crop and Pasture Science*, 68(12), 1141–. doi:10.1071/cp16405

- 25 Nichiporovich A.A., Stroganova L.E., Chmora S.N., Vlasova G.P. (1961). Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenij v posevakh, [Photosynthetic activity of plants in crops] //M., Izd-vo AN SSSR, – p. 132.
- 26 Patagonia Provisions Long Root Pale Ale. Available online: <https://www.patagoniaprovisions.com/pages/long-root-pale-ale> (accessed on 21 May 2019).
- 27 Pinto, P., De Haan, L., & Picasso, V. (2021). Post-harvest management practices impact on light penetration and kernza intermediate wheatgrass yield components. *Agronomy*, 11 (3) doi:10.3390/agronomy11030442
- 28 Pulido-Moncada, M., Katuwal, S., Kristensen, J. B., & Munkholm, L. J. (2021). Effects of bio-subsoilers on subsoil pore-system functionality: Case study with intact soil columns. *Geoderma*, 385 doi:10.1016/j.geoderma.2020.114897
- 29 R.C. Hayes; M.T. Newell; L.R. DeHaan; K.M. Murphy; S. Crane; M.R. Norton; L.J. Wade; M. Newberry; M. Fahim; S.S. Jones; T.S. Cox; P.J. Larkin (2012). Perennial cereal crops: An initial evaluation of wheat derivatives. , 133(none), 68–89. doi:10.1016/j.fcr.2012.03.014
- 30 Reganold, J. P.; Jackson-Smith, D.; Batie, S. S.; Harwood, R. R.; Kornegay, J. L.; Bucks, D.; Flora, C. B.; Hanson, J. C.; Jury, W. A.; Meyer, D.; Schumacher, A.; Sehmsdorf, H.; Shennan, C.; Thrupp, L. A.; Willis, P. (2011). Transforming U.S. Agriculture. *Science*, 332(6030), 670–671. doi:10.1126/science.1202462
- 31 Rukovodstvo po kontrolyu i obrabotke nablyudenij za fazami razvitiya s.-kh. kul'tur, [Guidelines for the control and processing of the observation of the phases of development of agricultural crops], 1982.
- 32 Ryan, M. R., Crews, T. E., Culman, S. W., Dehaan, L. R., Hayes, R. C., Jungers, J. M., & Bakker, M. G. (2018). Managing for multifunctionality in perennial grain crops. *Bioscience*, 68(4), 294-304. doi:10.1093/biosci/biy014
- 33 Ryan, Matthew R; Crews, Timothy E; Culman, Steven W; DeHaan, Lee R; Hayes, Richard C; Jungers, Jacob M; Bakker, Matthew G (2018). Managing for Multifunctionality in Perennial Grain Crops. *BioScience*, 68(4), 294–304. doi:10.1093/biosci/biy014
- 34 Sakiroglu, M., Dong, C., Hall, M. B., Jungers, J., & Picasso, V. (2020). How does nitrogen and forage harvest affect belowground biomass and nonstructural carbohydrates in dual-use kernza intermediate wheatgrass? *Crop Science*, 60(5), 2562-2573. doi:10.1002/csc2.20239
- 35 Sutherlin, C. E., Brunzell, N. A., de Oliveira, G., Crews, T. E., DeHaan, L. R., & Vico, G. (2019). Contrasting physiological and environmental controls of evapotranspiration over kernza perennial crop, annual crops, and C4 and mixed C3/C4 grasslands. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6) doi:10.3390/su11061640
- 36 Whole Grains Council. Whole Grain Momentum: Whole Grains are the New Norm. Available online: [https://wholegrainscouncil.org/sites/default/files/atoms/files/WG\\_Momentum\\_infographic2018.pdf](https://wholegrainscouncil.org/sites/default/files/atoms/files/WG_Momentum_infographic2018.pdf) (accessed on 26 July 2019).
- 37 Zimberoff, L. Superwheat Kernza could Save our Soil and Feed us Well. Available online: <http://civileats.com/2015/06/15/superwheat-kernza-could-save-our-soil-and-feed-us-well/> (accessed on 26 July 2019).
- 38 Zimbric, J. W., Stoltenberg, D. E., & Picasso, V. D. (2021). Strategies to reduce plant height in dual-use intermediate wheatgrass cropping systems. *Agronomy Journal*, 113(2), 1563-1573. doi:10.1002/agj2.20544

**А.А. Талдыбай<sup>1\*</sup>** , **Д.К. Айдарбаева<sup>1</sup>** ,  
**Ахмет Аксой<sup>2</sup>** 

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Актеңіз университеті, Түркия, Анталия қ.

\*e-mail: aknur666@mail.ru

## **ЖЕТИСУ АЛАТАУЫНДА КЕЗДЕСЕТІН *ARTEMISIA FRIGIDA* WILLD-НЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ**

Қазіргі кезде климаттың өзгеруінен өсімдіктер жүйесінде өзгерістер болатыны сөзсіз. Осы уақытқа дейін республикамызда пайдалы өсімдіктер толық зерттелмеген. Осыған орай Жетісу Алатауында кездесетін *Artemisia frigida* Willd-тің биоэкологиялық таралуы, фитохимиялық құрамын, жергілікті тұрғындардың қандай мақсатта пайдалануын зерттеу өзекті мәселелердің бірі.

Қазақстанда жалпы емдік қасиеті бар өсімдіктер көп кездеседі, соның ішінде *Artemisia* L. түрлері өзінің медициналық және фармакологиялық қасиеттеріне байланысты буын қабыну ауруына, бауыр ауруына, өт жолдарына, асқазан, ревматизмге, суық тиюге, туберкулезге, анемияға, микробқа, қабынуға, тері ауруларына ем және бактерияға қарсы әсер көрсетіп, қатерлі ісік ауруын алдын алуды қамтамасыз ететін биологиялық белсенді заты бар өсімдік болып табылады. Сондықтан, отандық фармакологиялық әсері бар дәрілік заттардың түрлерін көбейтіп, фармацевтикалық өндіріс қажеттілігін қамтамасыз ету мақсатында, бұл реткі зерттеу жұмысына *Artemisia frigida* Willd (мұз жусан) өсімдігінің жер үсті бөлегі зерттеу объектісі ретінде алынып, оған сандық және сапалық талдау жасалды.

Аталған зерттеудің мақсаты – *Artemisia frigida* Willd-тің экологиялық таралуын және отандық фитопрепараттарды алу барысында химиялық құрамын зерттеу болып саналады.

Зерттеу нәтижесінде Үлкен Шымбұлақ өзенінің маңы мен Қарасырық шатқалы зерттелініп *Artemisia frigida* Willd-тің биоэкологиялық таралуы анықталынып, жергілікті тұрғындардың бұл өсімдік түрін қандай мақсатта пайдаланатыны анықталды. Сонымен қатар, химиялық құрамын зерттеу нәтижесінде, газды сұйықтықты хроматографияны қолданып, жиырма амин қышқылдары анықталды. Амин қышқылдардың негізгі құрамы глютамат (2688 мг/100 г), аспарат (1328 мг/100 г), аланин (894 мг/100 г) және пролин (820 мг/100 г) қышқылдары болып табылды. Сонымен қатар атомдық эмиссия спектральды талдау әдісі арқылы 11 макро және микроэлементтер зерттелді. Оның ішінде негізгі құрамы – К (205.275 мкг/г), Са (203.170 мкг/г) элементтерінен тұратыны анықталды. Бұдан басқа, *Artemisia frigida*-ның химиялық құрамдары қарастырылып, *Artemisia frigida*-ның құрамындағы органикалық қышқылдар (1.27%), алкалоидтар (5.65%), сапониндер (0.96%), флавоноидтар (0,014%), полисахаридтер (20%), В<sub>2</sub> дәрумен (0.01%), С дәрумен (0.20%), кумариндер (0.27%) қатарлы биологиялық активті компоненттермен бірге өсімдіктің ылғалдылығы (7.9%), күлділігі (7.2%) және экстрактивтілігі (39.08%) анықталды.

**Түйін сөздер:** *Artemisia frigida* Willd, биоактивті компоненттер, микро-, макроэлементтер; амин қышқылдар.

A.A. Taldybay<sup>1\*</sup>, D.K. Aydarbayeva<sup>1</sup>, Akhmet Aksoy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>University of Akdeniz, Turkey, Antalya

\*e-mail: aknur666@mail.ru

### **Bioecological distribution and phytochemical features of *Artemisia frigida* Willd in the Zhetysu alatau**

Nowadays, climate change will inevitably lead to changes in the plant system. Until now, useful plants in our republic have not been fully studied. In this regard, one of the most important issues is the study of the bioecological distribution, phytochemical composition and use of *Artemisia frigida* Willd in the Zhetysu Alatau.



There are a lot of plants with general medicinal properties in Kazakhstan. including *Artemisia* species, which, due to their medicinal and pharmacological properties, occupy an important place among many medicinal plants in Kazakhstan. In this study, a quantitative and qualitative analysis of the aerial part of *Artemisia frigida* Willd (ice wormwood), collected from the big Shymbulak river near the Dzungarian mountain in Kazakhstan. where was carried out. The aim of the study is to study the ecological distribution and chemical composition of *Artemisia frigida* Willd in the production of domestic herbal remedies.

As a result of the study, the bioecological distribution of *Artemisia frigida* Willd in the area of the big Shymbulak River and the Karasyryk gorge was studied and the purpose of using this plant by local residents was determined. As a result, twenty amino acids were identified using gas-liquid chromatography. The main amino acids were glutamate (2688 mg / 100 g), aspartate (1328 mg / 100 g), alanine (894 mg / 100 g), and proline (820 mg / 100 g) acids. Furthermore, 11 macro – micro elements were determined in the ash of a plant by the method of multi-element atomic emission spectral analysis, the most important of which were K (205.275  $\mu\text{g}$  / g), Ca (203.170  $\mu\text{g}$  / g). In addition, the chemical composition of *Artemisia frigida* together with biologically active components such as organic acids (1.27%), alkaloids (5.65%), saponins (0.96%), flavonoids (0.014%), polysaccharides (20%), vitamin B2 (0.01 %), vitamin C (0.20%), coumarins (0.27%), plant moisture (7.9%), ash content (7.2%) and extractivity (39.08%) of the plant were determined.

**Key words:** *Artemisia frigida* willd, bioactive components, macro-microelements, aminoacids.

А.А. Талдыбай<sup>1\*</sup>, Д.К. Айдарбаева<sup>1</sup>, Ахмет Аксой<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Университет Акдениз, Турция, г. Анталия

\*e-mail: aknur666@mail.ru

### **Биоэкологическое распространение и фитохимические особенности *Artemisia frigida* Willd в Жетысуйском алатау**

В настоящее время происходящее изменение климата приведет к изменениям в системе растений. Полезные растения в нашей республике полностью не изучены. В связи с этим одним из важнейших вопросов является изучение биоэкологического распространения, фитохимического состава и использования *Artemisia frigida* Willd в Жетысуйском Алатау.

В Казахстане есть много растений с общими лечебными свойствами, в том числе *Artemisia* L. Благодаря своим медицинским и фармакологическим свойствам *Artemisia* L. используется для лечения артрита, заболеваний печени, желудка, простуды, туберкулеза, анемии, и т. д. – растение с биологически активным веществом, обладающим антибактериальным действием и обеспечивающим профилактику рака. Таким образом, чтобы расширить ассортимент отечественных препаратов с фармакологическим действием и удовлетворить потребности фармацевтической промышленности, в качестве объекта исследования был взят количественный и качественный анализ поверхностной части *Artemisia frigida* Willd (ледяной полыни), собранной у реки Большой Шымбулак в Жетысуйском Алатау Казахстана.

Целью исследования является изучение экологического распространения и химического состава *Artemisia frigida* Willd при производстве отечественных фитопрепаратов.

В результате исследования было изучено биоэкологическое распространение *Artemisia frigida* Willd в районе реки Большой Шымбулак и ущелья Карасырык и определена цель использования этого растения местными жителями. Также в результате фитохимического исследования двадцать аминокислот были идентифицированы с помощью газожидкостной хроматографии. Основными аминокислотами были глутамат (2688 мг / 100 г), аспарат (1328 мг / 100 г), аланин (894 мг / 100 г) и пролин (820 мг / 100 г). Кроме того, 11 макро- и микроэлементов были изучены методом атомно-эмиссионного спектрального анализа. Было установлено, что основной компонент состоит из элементов К (205,275 мкг/г), Са (203,170 мкг/г). Кроме того, был определен химический состав *Artemisia frigida* вместе с биологически активными компонентами, такими как органические кислоты (1,27 %), алкалоиды (5,65 %), сапонины (0,96 %), флавоноиды (0,014 %), полисахариды (20 %), витамин В2 (0,01 %), витамин С (0,20 %), кумарины (0,27 %), влажность растений (7,9 %), зольность (7,2 %) и экстрактивность (39,08%) растения.

**Ключевые слова:** *Artemisia frigida* Willd, биоактивные компоненты, макро-, микроэлементы, аминокислоты.

## Қысқартулар

ББЗ – биологиялық белсенді заттар

## Кіріспе

Қазақстан Республикасы әлемдегі биоаулантүрлілігі жағынан ең бай елдердің бірі болып, 6000-нан астам өсімдіктер түрі өседі, олардың 667-сі эндемикалық, бес жүз түрі дәрілік өсімдіктер ретінде тіркелген [1]. Санды мәліметтерге қарай отырып Қазақстанның бай флорасын зерттеу мен өсімдік шикізатының жаңа түрлерін анықтау, шикізат базасын кеңейту және қауіпсізде тиімді заманауи фитопрепараттарды жасау болып табылады [2]. Себебі дәрілік өсімдіктердің емдік қасиеті синтетикалық дәрілік заттардан қарағанда адам денсаулығына кері әсері аз болғандықтан, бүкіл әлемде оларға сұраныс үздіксіз артуда [3]. Бүкіл әлем ғалымдарының аса қызғушылығын тудырған *Artemisia* L. түрлері. *Artemisia* L – күрделі гүлділер тұқымдасына жататын көп жылдық, кейде бір немесе екі жылдық шөптесін және жартылай ірі бұталы өсімдік [4]. *Artemisia* L. Азия, Еуропа және Солтүстік Америкада кездесетін 500-ден астам түрі бар. Қазақстанда 81 түрі таралған [5]. Еліміздің барлық жерінде – шөл-шөлейтті далада, таулы жерлерде өседі. Олардың көпшілігі хош иісті, ащы дәмді болып келеді [6]. Халқымыз ерте кезден жусанның емдік қасиетін біліп, әр түрлі буын қабыну ауруына, бауыр ауруына, өт жолдарына, асқазан, суық тиюге, туберкулезге, анемияға, қабынуға, тері ауруларына ем және де жусан бактерияға қарсы әсер көрсетіп, қатерлі ісік ауруын алдын алуды қамтамасыз ететін дәрілік өсімдік екенін танып білген [7]. Елімізде *Artemisia* тобына жататын өсімдік түрлерін ҚР ҰҒА академигі, х.ғ.д., профессор С.М. Адекенов 1980 жылдан бастап зерттеп келе жатыр. С.М. Адекенов Қазақстандық алғаш фитохимиялық зерттеу жүргізушілердің бірі. Алдымен өсімдік құрамынан сесквитерпенді лактондар бөліп алып, кейін Орталық Қазақстан аумағында ғана өсетін жусан (*Artemisia* L) эндемикалық түрге жататын тықыр жусанның құрамынан отандық ісікке қарсы жаңа «Арглабин» препараты өндірілді. Қазіргі таңда, бұл дәрі АҚШ, Ұлыбритания, Жапония, Қытай, Германия, Швеция сияқты 11 елде патенттелген және қатерлі ісік ауруына қарсы препарат ретінде қолданылуда [9]. Осы табиғи дәрілік өсімдіктердің қасиеттері мен ерекшеліктерін біле отырып, елімізде өсетін табиғи дәрілік

өсімдіктердің ішіндегі халық арасында ең жиі қолданып келген әлі де толық зерттелмеген *Artemisia frigida* Willd (мұз жусан) түріне зерттеу жасалынды. *Artemisia frigida* Willd (мұз жусан)- күрделі гүлдер тұқымдасына жататын, биіктігі 10-50 сантиметр келетін, теңіз деңгейінен биіктігі 2500 метрден төменгі қуаң жайылымдармен қағыр беткейлерде өсетін көп жылдық шөп тектес өсімдік [8]. *Artemisia frigida* Willd (мұз жусан) ның негізгі қасиеті, кермек, ашты дәмді, ыстықты қайтарып, қабынуды басады, өт қызметін жақсартады, асқазанды қуаттандырып, суықты айдайды, жел-құзды айдап, қышынуды басатын қасиеті бар, осы қасиеттерін білген халқымыз дәстүрлі емшілікте, бауырдың қабынуы, өт қалтасының қабынуы, асқазанның жәйсыздануы, іштің кеуіп ауруы, есекжем, қышыма қотыр, терінің қышынуы, асқазан-ішек ауруларынан емдеуде қолданып келген [9].

Әдеби зерттеулер бойынша осы уақытқа дейін *Artemisia frigida* Willd-тің химиялық құрамы бойынша эфир майы 0,17-0,3% мөлшерде бар екені анықталған [29]. Кумариндердің умбеллиферон мен эскулетин тобы кездесетіндігі анықталған [30]. Қазақстанда кездесетін 8 *Artemisia* түрлерінің жапырақтарынан сантониннің сандық мөлшері анықталған [31].

Сондықтан, пайдалы өсімдіктердің биоэкологиялық таралуы мен химиялық құрамын зерттеу және отандық фармакологиялық әсері бар дәрілік заттардың түрлерін көбейтіп, фармацевтикалық өндіріс қажеттілігін қамтамасыз ету мақсатында, Жетісу Алатауы, Үлкен Шымбұлақ өзенінің маңынан жиналған *Artemisia frigida* Willd (мұз жусан) өсімдігінің биоэкологиялық таралуы анықталды және жер үсті бөлегіне (сабақ, жапырақ) сандық және сапалық талдау жасалды, зерттеу жұмыстары әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университетінің «Дәрілік өсімдіктерді ғылыми зерттеу» орталығында жүргізілді.

## Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу объектісі *Artemisia frigida* Willd өсімдігі. Зерттеу флоралық, этноботаникалық, фитохимиялық әдістермен жүргізілді. 2020-жылдың тамыз айында Жетісу Алатауына далалық зерттеу жұмыстары маршрутты әдіспен жүргізілді. Зерттеу аймағының координаттары Garmin GPSMAP 62 s GPS навигаторы көмегімен алынды. Жұмыс барысында флористикалық талдау жалпы қолданылып жүрген тәсілдермен жүргізілді. Зерттеудің камеральдық кезеңінде далалық экспедиция кезінде жиналған

гербарийлік материалдар өңделді және өсімдік түрі анықталды. Флоралық құрамы бойынша материалдарды өңдеу барысында «Қазақстан өсімдіктерін иллюстрациялаушы» [28] және «Қазақстан флорасы» [10] кітаптары пайдаланылды.

Этноботаникалық зерттеулер нәтижесінде сауалнама алу арқылы жергілікті тұрғындардың *Artemisia frigida* Willd өсімдігін қандай мақсатта пайдаланатыны анықталды.

*Фитохимиялық зерттеу.*

*Өсімдік шикі заты.* *Artemisia frigida* Willd (мұз жусан), Үлкен Шымбұлақ өзенінің маңынан жер үсті бөлегі жинап алынды. Жиналған *Artemisia frigida* Willd (мұз жусан) көлеңкеде жақсылап кептірілгеннен кейін, ұнтақтағыш аппаратта ұнтақталып, бөлме температурасында сақталды.

Дәрілік өсімдік шикізатының ылғалдылығы мен күлділігін мемлекеттік Фармакопея (ГФ XI) талаптарына сәйкес жүргіздім [10]. эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Физика-химиялық әдістерді талдау және зерттеу орталығында» атомдық-абсорбциялық спектрометр Shimadzu 6200 серия көмегімен *Artemisia frigida* Willd (мұз жусан) өсімдік күліндегі минералды заттар құрамы мен олардың сандық мөлшері анықталды.

Алдын ала кептіріліп ұнтақталған 2 г шикізатты, тұрақты массаға жеткен тигельге салынып, электр пешінде қарайғанша күйдіріп алынды. Күйдіруді жалғасты муфельді пешінде 500 °C температурада сұр түсті күл алғанша жалғастырылды.

*Artemisia frigida* Willd күлі (0,070 г) 10 мл концентрлі азот қышқылымен ерітілді, алынған ерітіндіні плитkada ылғал тұз қалғанша қыздырылды. Түскен тұзды 10-15 мл 1н HNO<sub>3</sub>-да ерітіп, 25 мл өлшеуіш колбаға құйып, белгіленген мөлшеріне дейін жеткізілді.

*Амин қышқылдарын анықтау әдісі.* Аргонның қатысында ампулаға 1 г зат және 5 мл 6 н HCl енгізіп, дәнекерлеп, 24 сағат ішінде 105°C температурада гидролизденді. Алынған гидролиз өнімін 3 рет 40°C-та роторлы вакуумда айдағанша құрғатылды және минутына 2,5 айналысында центрифугалап, алынған тұнбаны 5 мл 5%-дық сульфосалицил қышқылында ерітілді. Тұнба үстіндегі сұйықты 15 минут ішінде бөліп, жылдамдығы 1 тамшы/сек етіп Дауск 50 4-8, 200-400 меш, шайырмен толтырылған ионалмастырғыш колонка арқылы өткізілді. Алдымен шайырды 1-2 мл ионсыздалған сумен және 2 мл 0,5 н сірке қышқылымен, сосын қайтадан

ионсыздалған сумен рН бейтарап болғанша жуылды. Аминқышқылдары болу (элюирлеу) үшін жылдамдығы 2 тамшы/сек етіп, 3 мл 6н. NH<sub>4</sub>OH ертіндісін колонка арқылы өткізілді. Элюатты колонканың рН бейтарап ортаға дейін жуған ионсызданған ертіндімен қоса дәңгелек түкті колбаға жиналды. Колбаның ішінегі ертіндіні роторлы айдағышқа 1 атмосфера қысымда және 50-60°C температурада кепкенше айдалды [10,11] Содан колбаға жаңа эзірленген 1 тамшы SnCl<sub>2</sub>, 1 тамшы 2,2- диметоксипропан және 1-2 мл пропанолда қаныққан HCl қосылды, 110°C-ге дейін қыздырылды және осы температурада 20 минут бойы ұсталды, сосын колбаның ішінегі ертіндіні роторлық айдағышпен тағы құрғатылды. Келесі сатыда колбаға жаңа эзірленген ацетил деуші реактивтің (1 көлем сірке альдегиді, 2 көлем триэтиламині, 5 көлем ацетон) 1 мл енгізіп, 1,5-2 мин бойы 60°C-де қыздырылды және кепкенше буы бөлінді, сосын 2 мл этилацетатпен 1мл NaCl қаныққан ертіндісі қосылды. Колбаның ішіндегі ертінді мұқият араластырылды. Сонда кейін 2 сұйық қабат пайда болды, бірақ қабаттың жоғарғы жағы алынды (этилацетат), газды хроматография үшін анализге жоғарғы қабаты (этилацетат) алынды [12].

Шикізаттың аминқышқылдарының құрамын анықтау үшін, GC / MS құрылғысы қолданылды [13]. *Artemisia frigida* Willd өсімдігінің жер үсті бөлегіне GC / MS талдауы. 0,1% карбовакс 20 м, 0,28% силар 5 CP және 0,06% лексан хромосорбында WA-W- 120-140 торлы, бағаналы (400 x 3 мм) полярлы қоспа қолданылды, масс-спектрометрмен біріктірілген газ хроматографымен жүргізілді және талданды. Баған температурасы 110°C-тан (20 мин ұсталды), 6°C / мин-ден 110°C-ден 180°C-ге, 32°C-ден 185°C-ден 290°C-ге дейін бағдарламаланған. Ол 250°C-қа дейін жеткенде, барлық аминқышқылдарды фнишингтік талдауға дейін тұрақты болды. Хроматограмма сыртқы стандарт бойынша есептелінді.

### Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Далалық зерттеу барысында Үлкен Шымбұлақ өзенінің маңы және Қарасырық шатқалы зерттелді.

*Үлкен Шымбұлақ өзені маңы.* Құрғақ шөп – дәнді дақылдар қауымы. N 45°08'25, 5", E 78°57'72, 0" Биіктігі 1143 м. Бұл жерде *Artemisia frigida* Willd үлкен көлемді алапта болған жоқ, шоғырланып кездеседі. Бірлесіп өсетін өсімдіктер түрлері: *Atraphaxis pyrifolia*, *Atraphaxis frutescens*, *Artemisia sublessingiana*,

т.б. Өсімдіктер қауымдастығы жойылып кетпес үшін 15-20% -ын қалдыру керек.

*Қарасырық шатқалы* Жетісу Алатауының солтүстік баурайы, жартасты тау беткейі. N 45°12'33, 7" E 80°01'52, 5" Биіктігі 1476 м. Бұл жерде *Artemisia frigida* Willd шашыраңқы түрде кездеседі. Бірлесіп өсетін өсімдіктер түрлері: *Ephedra equisetina*, *Ajania. fastigiata*, *Artemisia sublessingiana*, *Juniperus sabina*, *Gentiana tianchanica*, *Artemisia frigida*, *Berberis sphaerocarpa*, *Sedum hybridum*, *Pao angustifolia* т.б. *Artemisia frigida* Willd жазықтар мен таулы далаларда, тасты беткейлерінде, жартастар-

да, кейде қарағайлы ормандардың шетіндегі құмды топырақты жерлерде өседі. Жоталарда көптеп кездеседі. Өсімдіктер қауымдастығы жойылып кетпес үшін 25-30% -ын қалдыру керек.

*Artemisia frigida* Willd өсімдігінің жер үсті бөлегінің сапалылығын анықтау үшін ҚР І Мемлекеттік Фармакопеясының әдістемесі бойынша келесі көрсеткіштер анықталды: шикізаттың ылғалдылығы, күлділігі, экстрактивті заттар. Сонымен қатар, биологиялық белсенді заттардың сандық мөлшері зерттелді, нәтижесі 1-кестеде келтірілген.

**1-кесте** – *Artemisia frigida* Willd өсімдігінің жер үсті бөлігі негізгі ББЗ топтарының сандық құрамы және шикізат сапалылығы көрсеткіштері

Өсімдік атауы	Шикізат сапалылығы көрсеткіштері, (%)			Негізгі ББЗ топтарының сандық құрамы, (%)						
	Ылғалдылық	Жалпы күлі	Экстрактивті заттар	Флавоноидтар	Органикалық қышқылдар	Алкалоидтар	Сапониндер	Полисахаридтер	В <sub>2</sub> дәрумені	С дәрумені
<i>Artemisia frigida</i> Willd	7.9	7.2	39.08	0.014	1.27	5.65	0.96	12	0.01	0,20

Өсімдік шикізатының құрамында органикалық қосылыстармен қатар минералды заттар да көптеп кездеседі.

1-кестеде берілген мәндерден зерттелген *Artemisia frigida* Willd өсімдігінің құрамынан ылғалдылығы, жалпы күлділігі, экстрактивті заттар, флавоноидтар, органикалық қышқылдар, алкалоидтар, сапониндер, полисахаридтер, В<sub>2</sub> дәрумені, С дәруменінің сандық мөлшерлері анықталғаны көрсетілген. Өсімдік шикізатының күлділігі 7,2% екендігі анықталды, күлділік шикізатты жаққаннан кейін қалған бейорганикалық қалдықты тұрақты массаға дейін келтіру. Өсімдік күлі (жалпы күлі) әртүрлі бейорганикалық заттар қоспасы мен минералды қосылыстардан (топырақ, құм, тас, шаң) тұрады. Өсімдік шикізатында экстрактивті заттардың болуы оның сапалылығын анықтаудың негізгі сандық көрсеткіші болып табылады. Биологиялық белсенді заттар тірі ағзаға спецификалық әсері бар және дәрілік өсімдік шикізатының терапиялық эффектісін анықтайтын табиғи қосылыстар. Бұл жерде флавоноидтар мөлшері 0.014% көрсетіп тұр. Флавоноидтар түссіз және сары кристалды заттар, суда және органикалық еріткіштерде еруі,

орынбасушы радикалдардың орналасуына және санына байланысты екенін көре аламыз [25]. Алкалоидтардың мөлшері 5,65%, алкалоидтар құрамында азотты органикалық қосылыстары бар негізді, оларды аз мөлшерде пайдалану бағалы дәрілік зат болып табылады. Әдетте өсімдік құрамында алкалоидтардың мөлшері аз болады. Негізінен жүйкені қоздыру және басу үшін қолданылады, қан қысымын көтеріп түсіреді, сондай-ақ бактерицидті қасиеттерінде бар. Сапониндер 0,69% құрайтынын анықтадық, олар өздеріне тән арнайы қасиеттері бар қосылыстар, фармацевтикада құрамында сапонин бар өсімдіктер қақырық түсіруші дәрілер жасауда қолданылады. Полисахаридтер 12% жақсы көрсеткішті көрсетті. Сонымен қатар В<sub>2</sub> дәрумені 0,01% мөлшеде кездесетінін анықтадық, бұл дәрумен жарақаттардың тез жазылуына мүмкіндік береді, көздің жақсы көру қабілетін сақтайды. Ал С дәрумені 0,20% кездесетінін анықтадық, бұл дәрумен ағзаның жұқпалы ауруларға қарсы тұра алу әрекетін арттырады, сүйекке және тіске беріктік қасиет береді, сонымен қатар биологиялық тотығу кезінде зиянды заттардың түзілуін тежейді.

Өсімдік құрамында минералды заттардың болуы топырақ құрамына, ылғалдылыққа, шикізаттың түр құрамына және басқа да факторларға байланысты өзгеріп отыруы мүмкін. Өсімдік құрамында микроэлементтер өте аз мөлшерде болса да, кездеседі және олардың әрқайсысы ағзада өзіне тән маңызды функцияларды атқарады. Сондықтан олардың жетіспеушілігі немесе өте көп мөлшерде болуы өсімдіктің әртүрлі ауруларға ұшырауына алып келеді.

*Artemisia frigida* Willd өсімдігінің минералды заттар құрамы мен олардың сандық мөлшері атом – абсорбционды спектрометр Shimadzu 6200 series көмегімен анықталды. Зерттеу нәтижелері 2-кестеде көрсетілген.

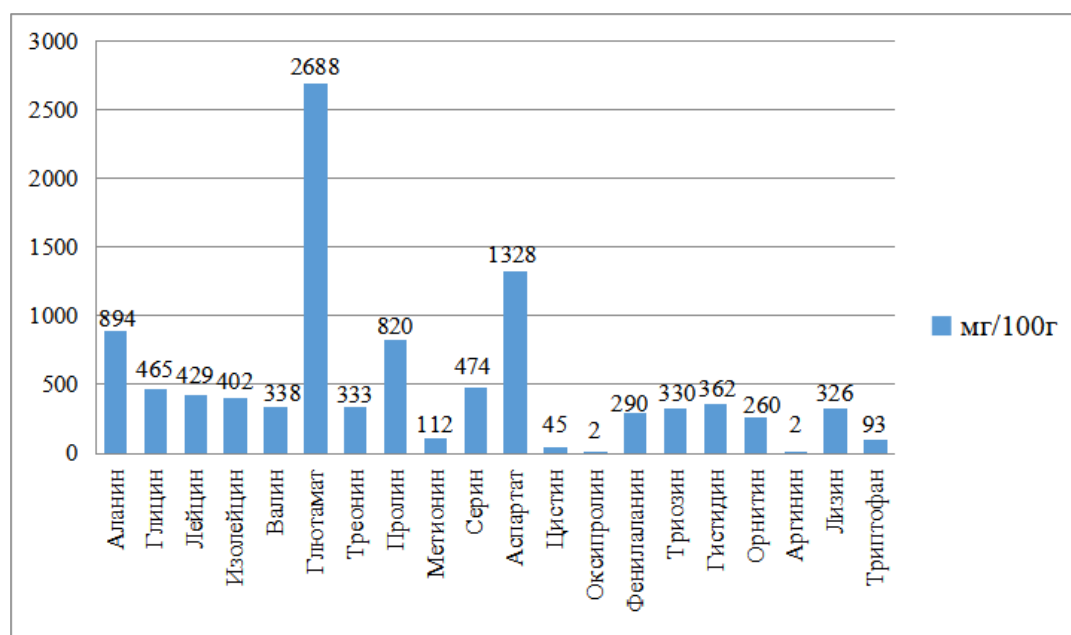
2-кестеден көріп отырғандай, *Artemisia frigida* Willd өсімдігінің құрамынан 11 макро-микроэлементтер анықталды, соның ішінде көп мөлшерде К (205 мкг / мл), Са (203 мкг / мл) және Mg (53.67 мкг / мл) кездеседі. Калий мөлшерінің көп болуы, бұл натриймен біріге отырып, қанның қысымын реттейді, жүйке импульстерін өткізуге және жүрек қызметін реттеуге қатысады. Кальцийдың көп болуы жасушалардың өсіуі мен әрекет процесінде маңызды рөл атқарады. Сонымен бірге, марганец, никель, цинк, мыс сияқты маңызды элементтердің болуы да ағзада белгілі бір физиологиялық рөл атқарады. Марганец ферментті жүйелердің құрамына кіріп, тотығу – тотықсыздану процестеріне белсенді қатысады. Цинк инсулиннің құрамдас

бөлігі болып табылады, өкпе ұлпалары мен жыныс мүшелері сферасында қабыну процестеріне төтеп береді. Мыс ағзаның өсуіне қажетті және басқада маңызды физиологиялық рөл атқарады. Өсімдіктегі микроэлементтердің полифенолды қосылыстармен кешені олардың физиологиялық белсенділігін арттырады, себебі адам ағзасымен жақсы қабылданады[14].

2-кесте – *Artemisia frigida* Willd өсімдік күлінің құрамындағы минералды заттарды зерттеу нәтижелері

Макро және микроэлементтер	Құрамы (мкг / мл)
Na	15.815
K	205.275
Ca	203.170
Mg	53.67
Ni	0.186
Zn	0.640
Mn	1.689
Fe	3.722
Cu	0.151
Pb	0.141
Cd	0.062

Сонымен қатар, *Artemisia frigida* Willd өсімдігіндегі 20 амин қышқылдарның мөлшері анықталды. Нәтижесі 1-суретте келтірілген.



1-сурет – *Artemisia frigida* Willd өсімдігіндегі амин қышқылдар мөлшері

1-суретте келтірілгендей *Artemisia frigida* Willd өсімдігіндегі 20 амин қышқылдарның мөлшері анықталып, оның негізгі құрамына глутамат (2688 мг / 100г), аспартат (1320 мг / 100г), аланин (1328 мг / 100г) және пролин (820 мг / 100г) көп мөлшерде екені анықталды. Нәтижелер 1-суретте көрсетілген. Глутамат – аминқышқылдардың ең көп таралғанының бірі. Ол ақуыз құрылымындағы рөлінен басқа, тамақтану, метаболизм және сигнал беруде маңызды рөл атқарады. Глутамил қалдықтарының трансляциядан кейінгі карбоксилденуі олардың кальцийге жақындағын арттырады және гемостазда үлкен рөл атқарады [15]. Аспарагин қышқылы иммунитетті, метаболизмді жоғарылатады, аммиакты дезактивациялайды, рибонуклеин қышқылдарының түзілуіне қатысады, химиялық заттарды, соның ішінде дәрілік заттарды кетіруге ықпал етеді және жұмыс қабілетін қалпына келтіреді. Ғалымдар жүргізген зерттеулер тестостерон деңгейін жоғарылату үшін аспарагин қышқылының препараттарын қабылдау тиімділігін дәлелдеді. Аспарагин қышқылы бодибилдинг спортшыларының күшін жақсарту, қандағы либидо мен тестостеронды жоғарылату үшін қоспа ретінде қабылданады [16]. Аланин иммунитетті арттырады және миды, орталық жүйке жүйесін және бұлшықет тінін энергиямен қамтамасыз етеді. Бұл амин қышқылы ұйқы безі мен қуықасты безі қатерлі ісігінің дамуынан қорғайды [17]. Пролин ақуыз синтезі мен құрылымында, метаболизмде (әсіресе пирролин-5-карбоксилат арқылы аргинин, полиаминдер және глутамат синтезі), тамақтануда және жараларды емдеуде, антиоксидантты реакцияларда және иммундық жауаптарда маңызды рөл атқарады [18].

Қазіргі таңда *Artemisia frigida* Willd өсімдігін жергілікті тұрғындар халық медицинасында қарқынды пайдалануда. Жергілікті тұрғындар

дәрілік мақсатқа өсімдіктің жер үсті бөлігін жинап алып тұнба жасап суық тигенде терлеткіш дәрі ретінде пайдаланады.

### Қорытынды

– *Artemisiafrigida* Willd-тің Үлкен Шымбұлақ өзенінің маңы мен Қарасырық шатқалындағы экологиялық таралуы анықталды. *Artemisia frigida* Willd 1143 м және 1476 м биіктіктерде кездеседі.

– Жергілікті тұрғындар дәрілік мақсатқа *Artemisia frigida* Willd-тің жер үсті бөлігін жинап алып тұнба жасап суық тигенде терлеткіш дәрі ретінде пайдаланатыны анықталды.

– *Artemisia frigida* Willd өсімдігінің жер үсті бөлігінің негізгі биологиялық белсенді заттарының сандық құрамы және шикізат сапалылығы зерттелді. Зерттеу барысында, *Artemisia frigida* Willd өсімдіктің амин қышқылдарының құрамы алғаш рет зерттелді. Зерттеу нәтижесінде, жиырма амин қышқылдары анықталды. Амин қышқылдардың негізгі құрамы глутамат (2688 мг/100 г), аспартат (1328 мг/100 г), аланин (894 мг/100 г), және пролин (820 мг/100 г) қышқылдары болып табылды.

– Сонымен қатар атомдық эмиссия спектральды талдау әдісі арқылы 11 макро және микроэлементтер зерттелді. Оның ішінде негізгі құрамы – К (205.275 мкг/г), Са (203.170 мкг/г) элементтерінен тұратыны анықталды.

– *Artemisia frigida* Willd өсімдігінің құрамындағы флавоноидтар, органикалық қышқылдар, алкалоидтар, В2 дәрумен, С дәрумен, сапониндер, кумариндер, сонымен қатар полисахаридтердің сандық талдауы жасалынып, *Artemisia frigida* Willd өсімдігінде, органикалық қышқылдар (1.27%), алкалоидтар (5.65%) және полисахаридтер (20%) көп мөлшерді құрады, ал флавоноидтар мен кумариндердің өте аз мөлшерде екендігі анықталды.

### Әдебиеттер

- 1 Гемеджиева Н.Г. Алкалоидоносные растений Казахстана и перспективы их использования. Алматы: 2012. – 312 с.
- 2 Материалы семинара по проекту: Планирование сохранения биологического разнообразия на национальном уровне для поддержания реализации Стратегического плана Конвенции о биологическом разнообразии в Республике Казахстан на 2010-2011 гг. Проект ПРООН по Национальной Стратегии биологического разнообразия и по базам данных. – Алматы, декабрь 2012.
- 3 Hilton-Taylor C. 2000. IUCN Red List of Threatened Species, IUCN/SSC, Gland and Cambridge. (compiler)
- 4 Новая энциклопедия растений: мифы, целебные свойства, гороскопы, растительный календарь / сост. В.М. Федосеенко. – М.: РИПОЛ КЛАССИК, 2003. . – С.736.
- 5 Семенова А., Шувалова О. Лечение маслами. – СПб.: ИК "Невский проспект", 2002. -91 с.

- 6 Valles, J., McArthur, E.D. *Artemisia* systematics and phylogeny: Cytogenetic and molecular insights. In: McArthur, E. D., Fairbanks, D. J. (comp.) *Shrubland Ecosystem Genetics and Biodiversity: Proceedings*, 13–15 June 2000, Provo, UT. Proc. RMRS-P-21. U.S. – Ogden: Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2001. – P. 67–74
- 7 Дудченко Л. Г., Козьяков А. С., Кривенко В. В. *Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Отв. ред. К. М. Сытник. — К.: Наукова думка, 1989. — 304 с.*
- 8 Miller, Louis H.; Su, Xinzhuan "Artemisinin: Discovery from the Chinese Herbal Garden"// *Cell*. – 2011. – №146(6). – P. 855- 858.
- 9 USA Patent 6,242,617,B1, 5.06.01.; Deutschen Patent 697 2504.9–08, 23.10.03. – European Patent 0946565, 15.10.03.; Patent of China ZL 200680055852.4,26.12.12. Adekenov S.M. Method and device for production of lyophilized hydrochloride-1 $\beta$ ,10 $\beta$ -epoxy-13-dimethylamino-guai-3(4)-en-6,12-olide; The Eurasian patent 015557, 30.08.11. Adekenov S.M. Method of obtaining 1(10) $\beta$ -epoxy-13-dimethylamino- 5,7 $\alpha$ ,6,11 $\beta$ (H)-guai-3(4)-en-6,12-olide hydrochloride lyophilized, antitumor drug «Arglabin».
- 10 Флора Казахстана. – Алма-Ата, 1966. – Т. 9. – С. 98.
- 11 Дәрілік өсімдіктер, Шыңжаң халық баспасы, 2013. С. 97.
- 12 Kazakhstan State Pharmacopeia (2008), Almaty: Zhibek zholy, 1, pp. 592–609.
- 13 Музычкина Р.А., Коруткин Д.Ю., Абилов Ж.А. Качественный и количественный анализ основных групп БАВ в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратов. – Алматы: Қазақ университеті, 2004. – 288 с
- 14 Государственная фармакопея СССР, 11-издания М.: Медицина, 1965. – том-1., вып 4, 591-596 стр.
- 15 Adams P. Determination of aminoacid profiles biological samples by gaz chromatography // *J. Chromatography*. – 1974. – P. 188-212
- 16 Gao X, Xie WD, Jia ZJ. (2008) Four new terpenoids from the roots of *Ligularia narynensis* // *Journal of Asian Natural Products Research*, 10, 185e192. DOI: 10.1080/10286020701394431 (in Eng)
- 17 Бурашева Г.Ш., Есқалиева Б.Қ., Кипчакбаева А.К. Табиғи қосылыстардың химиясы мен технологиясы, оқу құралы, Алматы 2016г. – С. 16-17.
- 18 Brosnan JT, Brosnan ME. (2012) Glutamate: a truly functional amino acid // *Amino Acids*. DOI 10.1007/s00726-012-1280-4 (in Eng).
- 19 Katane M, Kanazawa R, Kobayashi R, Oishi M, Nakayama K, Saitoh Y, Miyamoto T, Sekine M, Homma H. (2017) Structure–function relationships in human D-aspartate oxidase: characterisation of variants corresponding to known single nucleotide polymorphisms // *BBA – Proteins and Proteomics*, 1865: 1129-1140. DOI: 10.1016/j.bbapap.2017.06.010 (in Eng).
- 20 Guoyao Wu, Fuller W. Bazer, Robert C. Burghardt, Gregory A. Johnson, Sung Woo Kim, Darrell A. Knabe, Peng Li, Xilong Li, Jason R. McKnight, M. Carey Satterfield, Thomas E. Spencer, *Amino Acids* (2011) 40:1053–1063, DOI 10.1007/s00726-010-0715-z
- 21 Храмова Е.П. «Состав и содержание флавоноидов *Pentaphylloipes Fruticosa* в природе и культуре», 2014, №1, с: 185-193.
- 22 Татвидзе М.Я., Каландия А.Г. «Исследование содержания флавоноидов и антоцианов в спелых плодах бузины», *Химия растительного сырья*, 2014, №4, С: 265-267.
- 23 Adams R. Determination of aminoacids profiles biological samples by gas chromatography // *J. Chromatography*.1974.Vol. 95. № 2 . P.188-212.
- 24 O. Vandekerhove Isolierung und Charakterisierung eines Dihydroflavonols bei dem Laubmoos *Georgia pellucida* (L.) Rabh. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 1977, 82 (5), 455-457.
- 25 Grayer R.J., Veitch N.C. *Flavanones and Dihydroflavonols // Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Application*. Ed. by Andersen Q.M., Markham K.R. New-York: Taylor and Francis Group, 2006. Pp.917-1002.
- 26 HASSLER, M. 2019. *Artemisia*. *World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World* In: ROSKOVH, Y., ABUCAY, L., ORRELL, T., NICOLSON, D., BAILLY, N., KIRK, P., BOURGOIN, T., DEWALT, R.E., DECOCK, W., DEWEVER, A., NIEUKERKEN, E. VAN, ZARUCCHI, J. & PENEV, L., eds. 2019. *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life*. Published on the internet. Accessed: 2019 Oct 20.
- 27 NUTTALL, T. 1840. Descriptions of new species and genera of plants in the natural order of the Compositae, collected in a tour across the continent to the Pacific, a residence in Oregon, and a visit to the Sandwich Islands and upper California, during the years 1834 and 1835. *Transactions of the American Philosophical Society, held at Philadelphia, for promoting useful knowledge, n.s.[new series][ser. 2]*, 7: 283–453.
- 28 Иллюстрированный определитель растений Казахстана. – Алма-Ата, 1969. – Т. 1. – 1972. – Т. 2
- 29 Горяев М.И., Базилицкая В.С., Поляков П.П. "Химический состав полыней" А. 1962. 152 С.
- 30 Беленовская Л.М., Маркова Л.П., "Фенольные соедин." 1980 №6 С. 834.
- 31 *Journal Plos On* (2017), 12 (3) Sakipova Z., Vong Nikki.

## References

- 1 Adams P. Determination of aminoacid profiles biological samples by gaz chromatography // *J. Chromatography*. – 1974. – P. 188
- 2 Adams R. Determination of aminoacids profiles biological samples by gas chromatography // *J. Chromatography*. 1974. Vol. 95. № 2 . P. 212.

- 3 Burasheva G.Sh., Eskalieva BK, Kipchakbaeva A.K., Chemistry and technology of natural compounds, textbook, Almaty 2016. – P. 16-17.
- 4 Brosnan JT, Brosnan ME. (2012) Glutamate: a truly functional amino acid // Amino Acids. DOI 10.1007/s00726-012-1280-4 (in Eng).
- 5 Belenovskaya L.M., Markova L.P., "Phenolic compounds." 1980 No. 6 P. 834.
- 6 Dudchenko LG, Koz'yakov AS, Krivenko VV Spicy-aromatic and spicy-flavoring plants: Handbook / Otv. ed. K. M. Syt'nik. – K. : Naukova Dumka, 1989. -- P. 304.
- 7 Flora of Kazakhstan. – Alma-Ata, 1966. -- T. 9. – P. 98.
- 8 Gao X, Xie WD, Jia ZJ. (2008) Four new terpenoids from the roots of *Ligularia narynensis* // Journal of Asian Natural Products Research, 10, 185e192. DOI: 10.1080/10286020701394431 (in Eng)
- 9 Gemedzhieva N.G. Alkaloid-bearing plants of Kazakhstan and prospects for their use. Almaty: 2012. -- P.312.
- 10 Grayer R.J., Veitch N.C. Flavanones and Dihydroflavonols // Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Application.
- 11 Guoyao Wu, Fuller W. Bazer, Robert C. Burghardt, Gregory A. Johnson, Sung Woo Kim, Darrell A. Knabe, Peng Li, Xilong Li, Jason R. McKnight, M. Carey Satterfield, Thomas E. Spencer, Amino Acids (2011) 40:1053–1063, DOI 10.1007/s00726-010-0715-z
- 12 Goryaev M.I., Bazalitskaya V.S., Polyakov P.P. "The chemical composition of wormwood" A. 1962. 152 p.
- 13 HASSLER, M. 2019. *Artemisia*. World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World In: ROSKOVH, Y., ABUCAY, L., ORRELL, T., NICOLSON, D., BAILLY, N., KIRK, P., BOURGOIN, T., DEWALT, R.E., DECOCK, W., DEWEVER, A., NIEUKERKEN, E. VAN, ZARUCCHI, J. & PENEV, L., eds. 2019. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life. Published on the internet. Accessed: 2019 Oct 20.
- 14 Hilton-Taylor C. 2000. IUCN Red List of Threatened Species, IUCN/SSC, Gland and Cambridge. (compiler)
- 15 Illustrated guide to plants of Kazakhstan. – Alma-Ata, 1969. -- T. 1. – 1972. -- T. 2
- 16 Journal Plos On (2017), 12 (3) Sakipova Z., Vong Nikki.
- 17 Katane M, Kanazawa R, Kobayashi R, Oishi M, Nakayama K, Saitoh Y, Miyamoto T, Sekine M, Homma H. (2017) Structure–function relationships in human D-aspartate oxidase: characterisation of variants corresponding to known single nucleotide polymorphisms // BBA – Proteins and Proteomics, 1865: 1129–1140. DOI: 10.1016/j.bbapap.2017.06.010 (in Eng).
- 18 Kazakhstan State Pharmacopeia (2008), Almaty: Zhibek zholy, 1, P. 592–609.
- 19 Khramova E.P. "Composition and content of flavonoids of *Pentaptyloides fruticosa* in nature and culture", 2014, No. 1, P. 185-193.
- 20 Medicinal plants, Xinjiang People's Publishing House, 2013. p. 97.
- 21 Miller, Louis H.; Su, Xinzhan "Artemisinin: Discovery from the Chinese Herbal Garden" // Cell. – 2011. – №146(6). – P. 855- 858.
- 22 Muzychkina RA, Korulkin D.Yu., Abilov Zh.A. Qualitative and quantitative analysis of the main groups of BAV in medicinal plant raw materials and phytopreparations. – Almaty: Kazakh University, 2004. – P. 288
- 23 New encyclopedia of plants: myths, healing properties, horoscopes, plant calendar / comp. V.M. Fedoseenko. – M. : RIPOL KLASSIK, 2003. – P.736.
- 24 NUTTALL, T. 1840. Descriptions of new species and genera of plants in the natural order of the Compositae, collected in a tour across the continent to the Pacific, a residence in Oregon, and a visit to the Sandwich Islands and upper California, during the years 1834 and 1835. Transactions of the American Philosophical Society, held at Philadelphia, for promoting useful knowledge, n.s.[new series][ser. 2], 7: P.283–453.
- 25 O. Vandekerhove Isolierung und Charakterisierung eines Dihydroflavonols bei dem Laubmoos *Georgia pellucida* (L.) Rabh. Zeitschrift für Pflanzenphysiologie 1977, 82 (5), 455-457.
- a. Ed.by Andersen Q.M., Markham K.R. New-York: Taylor and Francis Group, 2006. Pp.917-1002.
- 26 Proceedings of the project workshop: Planning for the conservation of biological diversity at the national level to support the implementation of the Strategic Plan of the Convention on Biological Diversity in the Republic of Kazakhstan for 2010-2011. UNDP Project on National Biodiversity Strategy and Databases. – Almaty, December 2012.
- 27 Semenova A., Shuvalova O. Treatment with oils. – SPb. : IK "Nevsky Prospect", 2002. -91 p.
- 28 State Pharmacopeia of the USSR, 11 editions M. : Medicine, 1965. – volume-1., Issue 4, P: 591-596.
- 29 Tatvidze M.Ya., Kalandia A.G. "Investigation of the content of flavonoids and anthocyanins in ripe elderberries", Chemistry of vegetable raw materials, 2014, No. 4, P: 265-267.
- 30 USA Patent 6,242,617, B1, 5.06.01.; Deutschen Patent 697 2504.9–08, 23.10.03. – European Patent 0946565, 15.10.03.; Patent of China ZL 200680055852.4, 26.12.12. Adekenov S.M. Method and device for production of lyophilized hydrochloride-1 $\beta$ ,10 $\beta$ -epoxy-13-dimethylamino-guai-3(4)-en-6,12-olide; The Eurasian patent 015557, 30.08.11. Adekenov S.M. Method of obtaining 1(10 $\beta$ -epoxy-13-dimethylamino- 5,7 $\alpha$ ,6,11 $\beta$ (H)-guai-3(4)-en-6,12-olide hydrochloride lyophilized, antitumor drug «Arglabin».
- 31 Valles, J., McArthur, E.D. *Artemisia* systematics and phylogeny: Cytogenetic and molecular insights. In: McArthur, E. D., Fairbanks, D. J. (comp.) Shrubland Ecosystem Genetics and Biodiversity: Proceedings, 13–15 June 2000, Provo, UT. Proc. RMRS-P-21. U.S. – Ogden: Department of Agriculture, Forest
- 32 Service, Rocky Mountain Research Station, 2001. – P. 67–74



С. Азат<sup>1,2,4</sup> \*, У.М. Амзеева<sup>1,2</sup> , К.С. Бексейтова<sup>1,2</sup> ,  
Г.Т. Есжанова<sup>1,3</sup> , Р. Бускетс<sup>2,5</sup> 

<sup>1</sup>Научный производственно-технический центр «Жалын», Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>3</sup>Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Казахстан, г. Нур-Султан

<sup>4</sup>Satpaev University, Казахстан, г. Алматы

<sup>5</sup>Кингстонский университет, Великобритания, г. Лондон

\*e-mail: seithan@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ ДЖУЗГУНА БЕЛОКОРОГО ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ПОЛУЧЕНИЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА

Джюзгун (лат. Calligonum) – род многолетних листопадных ветвистых кустарников из семейства Гречишные (лат. Polygonaceae). По некоторым данным, в род входит до 158 растений, но поскольку род слабо изучен, определение входящих в него видов считается неточным. Более того, некоторые ученые утверждают, что оно и невозможно из-за множественных морфологических различий, не имеющих географической определенности.

В химическом составе растений из рода Джюзгун обнаружены дубильные вещества, лимонная и фенолкарбоновая кислоты, алкалоиды, лейкоантоцианидины, флавоноиды.

Растения из рода Джюзгун потенциально могут служить источником лекарственного сырья. Ученые обнаружили в них фенолкарбоновые кислоты, обладающие желчегонным действием, выступающие в качестве гипотензивного средств. Противоопухолевым действием наделены не только наличествующие в представителях рода лейкоантоцианидины, но и ряд флавоноидов.

Авторами статьи был исследован химический состав и проведена идентификация биологически активных соединений в растительном сырье Джюзгуна белокорого. Проведены физико-химические исследования, определен элементный состав сырья, массовая доля влаги и золы в сырье. Также была исследована морфология сырья, определен аминокислотный состав сырья, получены первые образцы ветеринарного препарата на основе растительного сырья Джюзгуна и фитосорбента для ветеринарных целей и были направлены на клиническое исследование.

**Ключевые слова:** джюзгун, фитосорбент, ветеринарный препарат, растительное сырье, элементный анализ, химические вещества.

S. Azat<sup>1,2,4</sup>, U.M. Amzeyeva<sup>1,2</sup>, K.S. Bexeitova<sup>1,2</sup>, G.T. Yeszhanova<sup>1,3</sup>, R. Busquets<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup>Scientific production and technical center «Zhalyn», Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>3</sup>S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Kazakhstan, Nur-Sultan

<sup>4</sup>Satpaev University, Kazakhstan, Almaty

<sup>5</sup>Kingston University, UK, London

\*e-mail: seithan@mail.ru

### Research of chemical and biological composition of the medicinal plant juzgun white for further obtaining antibacterial veterinary preparation

Juzgun (Latin Calligonum) is a genus of perennial deciduous branched shrubs from the Buckwheat family (Latin Polygonaceae). According to some data, the genus includes up to 158 plants, but since the genus is poorly studied, the definition of the species included in it is considered inaccurate. Moreover, some scientists argue that it is impossible due to multiple morphological differences that do not have geographic definiteness.

The chemical composition of plants from the genus Juzgun contains tannins, citric and phenol carboxylic acids, alkaloids, leukoanthocyanidins, flavonoids.

Plants from the genus *Juzgun* can potentially serve as a source of medicinal raw materials. Scientists have found in them phenolcarboxylic acids, which have a choleric effect, acting as an antihypertensive agent. Antitumor action is endowed not only with the leucoanthocyanidins present in the representatives of the genus, but also with a number of flavonoids.

We have investigated the chemical composition and identification of biologically active compounds in the plant raw materials of *Juzgun* white. Physicochemical studies have been carried out. The elemental composition of raw materials has been determined. Were determined the mass fraction of moisture and ash in the raw material. The morphology of the raw material has been studied, and the amino acid composition of the raw material has been determined. The first samples of a veterinary drug based on plant raw materials of *Juzgun* and phytosorbent for veterinary purposes were obtained and sent for clinical research.

**Key words:** *juzgun*, phytosorbent, veterinary drug, plant raw materials, elemental analysis, chemical substances.

С. Азат<sup>1,2,4\*</sup>, Ұ.М. Әмзеева<sup>1,2</sup>, К.С. Бексейтова<sup>1,2</sup>, Г.Т. Есжанова<sup>1,3</sup>, Р. Бускетс<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup>Ғылыми өндірістік-техникалық орталық «Жалын», Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>3</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

<sup>4</sup>Satpaev University, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>5</sup>Кингстон университеті, Ұлыбритания, Лондон қ.

\*e-mail: seithan@mail.ru

### Антибактериалды ветеринариялық препаратты алу мақсатында джужгун дәрілік өсімдігінің химиялық және биологиялық құрамын зерттеу

Джужгун (лат. *Calligonum*) – қарақұмық тұқымдасынан (лат. *Polygonaceae*) көп жылдық жапырақты бұтақты бұталар тұқымдасы. Кейбір мәліметтер бойынша, тұқым 158-ге дейін өсімдіктерді қамтиды, бірақ бұл тұқым нашар зерттелгендіктен, оған кіретін түрлердің анықтамасы дәл емес деп есептеледі. Сонымен қатар, кейбір ғалымдар географиялық анықталмаған көптеген морфологиялық айырмашылықтарға байланысты бұл мүмкін емес деп санайды.

Джужгун тектес өсімдіктердің химиялық құрамында таниндер, лимон және фенол карбон қышқылдары, алкалоидтар, лейкоантоцианидиндер, флавоноидтер бар.

Джужгун тұқымдас өсімдіктер дәрілік шикізат көзі бола алады. Ғалымдар олардан гипертензияға қарсы агент ретінде әрекет ететін холеретикалық әсері бар фенол карбон қышқылдарын тапты. Ісікке қарсы іс-қимыл тек лейкоантоцианидиндермен ғана емес, сонымен қатар бірқатар флавоноидтармен де қамтамасыз етілген.

Біз Джужгун өсімдік шикізатының химиялық құрамын және биологиялық белсенді қосылыстарын анықтауды зерттедік. Физика-химиялық зерттеулер жүргізілді. Шикізаттың элементтік құрамы анықталды. Шикізаттағы ылғал мен күлдің массалық үлесі анықталды. Шикізаттың морфологиясы зерттелді, шикізаттың аминқышқылдық құрамы анықталды. Ветеринарлық мақсаттағы Джужгун мен фитосорбенттің өсімдік шикізатына негізделген ветеринарлық препараттың алғашқы үлгілері алынды және клиникалық зерттеулерге жіберілді.

**Түйін сөздер:** джужгун, фитосорбент, ветеринарлық препарат, өсімдік шикізаты, элементтік талдау, химиялық заттар.

## Введение

Джужгун – *Calligonum*, из семейства *Polygonaceae* (Гречишные), представлен кустарниками или полукустарниками высотой около 30 см. Ксерофиты, адаптированные к условиям пустынь или полупустынь [1].

Джужгун – род многолетних листопадных ветвистых кустарников с обширной корневой системой и ажурной кроной. Листья растений короткие, игловидные, цветки одиночные, небольшие, от белых до розовато-фиолетовых. Растения из рода Джужгун потенциально обла-

дают гипотензивным, желчегонным и противоопухолевым действием [2].

Растения из рода Джужгун не являются фармакопейными, не числятся в Реестре лекарственных средств и не употребляются ни в официальной, ни в народной медицине, однако химический состав растения позволяет утверждать, что они обладают гипотензивными, противоопухолевыми и желчегонными свойствами [4].

**Цель работы:** Изучение физико-химического состава Джужгуна и получение твердых и жидких лекарственных форм.



Рисунок 1 – Лекарственное растение Джужгун белокорый

**Объект исследования:** лекарственное растение Джужгун белокорый

**Методы исследования:** физико-химические методы, определение аминокислот, определение бензойной кислоты, определение элементного состава, определение удельной поверхности.

Джужгун – род многолетних листопадных ветвистых кустарников с обширной корневой системой и ажурной кроной. Листья растений короткие, игловидные, цветки одиночные, небольшие, от белых до розовато-фиолетовых. Растения из рода Джужгун потенциально обладают гипотензивным, желчегонным и противоопухолевым действием[5-7].

Одна из ярких особенностей джужгунов – крылатые или покрытые многочисленными щетинками плоды, которые легко переносятся ветром, избегая при этом погребения песком. Деревянистая оболочка задерживает прорастание, и поэтому всхожесть семян обычно невелика[8-11].

Внешний вид растений из рода Джужгун зависит от экологических условий. Если они произрастают там, где грунтовые воды залегают неглубоко, растения рода Джужгун принимают форму многоствольных древовидных кустарников, достигающих порой 5-7 метров в высоту. Там же, где вода лежит глубоко под песками, это невысокие кустарники, максимум 1,5 метра высоты [9-12].

У растений из рода Джужгун короткие опадающие листья (5-7 мм), игловидные или цилиндрические с чешуевидно-кожистым стеблеобъемлющим раструбом в основании. Вместо

них функцию фотосинтеза летом выполняют однолетние побеги, называемые ассимиляционными веточками. Зеленые, тонкие, цилиндрические, они также опадают осенью. Ростовые побеги, на которых вырастают ассимиляционные, живут от 3 до 6 лет. На их узлах весной из нижних пазушных боковых почек прошлогодних побегов вырастают новые веточки. У растений рода Джужгун есть и еще один вид побегов – порослевые, со временем превращающиеся в многолетние стволы. Растущие на них ростовые и ассимиляционные побеги формируют характерную для растений ажурную крону. Обоеполые, пазушные, душистые цветки растения с белыми, розовыми или розовато-фиолетовыми, реже зеленоватыми лепестками, вырастают по одному на отдельных узлах побегов 4-6 порядка. Плод растений из рода Джужгун – орешек, отростки или щетинка на котором придают ему шаровидную форму.

#### Классификация

Джужгун (лат. Calligonum) – род многолетних листопадных ветвистых кустарников из семейства Гречишные (лат. Polygonaceae). По некоторым данным в род входит до 158 растений, но поскольку род слабо изучен, определение входящих в него видов считается неточным. Более того, некоторые ученые утверждают, что оно и невозможно из-за множественных морфологических различий, не имеющих географической определенности.

#### Химический состав

В химическом составе растений из рода Джужгун обнаружены дубильные вещества,

лимонная и фенолкарбоновая кислоты, алкалоиды, лейкоантоцианидины, флавоноиды.

#### Фармакологические свойства

Растения из рода Джугзун потенциально могут служить источником лекарственного сырья. Ученые обнаружили в них фенолкарбоновые кислоты, обладающие желчегонным действием, выступающий в качестве гипотензивного средств. Противоопухолевым действием наделены не только наличествующие в представителях рода лейкоантоцианидины, но и ряд флавоноидов [12-15].

#### **Материалы и методы исследования**

Физико-химические методы анализа:

Исследование массовой доли влаги и золы определяли по ГОСТ 24027.2-80

Метод определения влажности основана определении и потери в массе за счет гигроскопической влаги и летучих веществ при высушивании сырья до абсолютно сухого состояния [16-21].

Определение массовой доли сорбиновой и бензойной кислоты [22-27].

Определение сорбиновой и бензойной кислот (ГОСТ 33332-2015) в продуктах основано на их извлечении из пробы продукта

буферным раствором ацетата аммония, содержащим метанол, очистке полученного экстракта и последующем количественном определении сорбиновой и бензойной кислот в экстракте методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

#### **Результаты исследований**

Исследование химического состава и идентификация биологический активных соединений в растительном сырье Джугзуна белокорого.

Растровый электронный микроскоп является современным прибором с повышенным уровнем автоматизации процессов проведения исследований в области нанотехнологий. Необходим для получения снимков с разрешением менее 2,5 нм, и проведения качественного и количественного анализа наноразмерных объектов

Определение элементного состава Джугзуна проводилось растровом электронном микроскопе Quanta 200i 3D (FEI Company, США)

Было исследовано 2 образца, измельченного Джугзуна. По результатам исследований в образце №1: С – 53,53 %, О – 31,96 %, Са – 5,56%, К – 4,01%, Na – 2.18% (рисунок 2. А.)

<i>Element</i>	<i>Wt%</i>	<i>Element</i>	<i>Wt%</i>
<i>C</i>	53.53	<i>C</i>	54.97
<i>O</i>	31.96	<i>O</i>	41.50
<i>Na</i>	2.18	<i>Na</i>	0.52
<i>Mg</i>	0.82	<i>Mg</i>	0.31
<i>Al</i>	0.11	<i>Al</i>	0.16
<i>Si</i>	0.15	<i>Si</i>	0.08
<i>S</i>	0.40	<i>P</i>	0.06
<i>Cl</i>	0.44	<i>S</i>	0.12
<i>K</i>	4.01	<i>Cl</i>	0.06
<i>Ca</i>	5.56	<i>K</i>	0.63
<i>Fe</i>	0.86	<i>Ca</i>	1.58

А

В

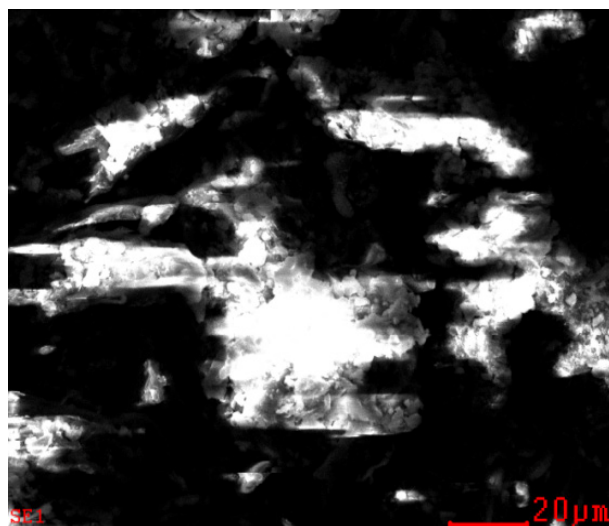
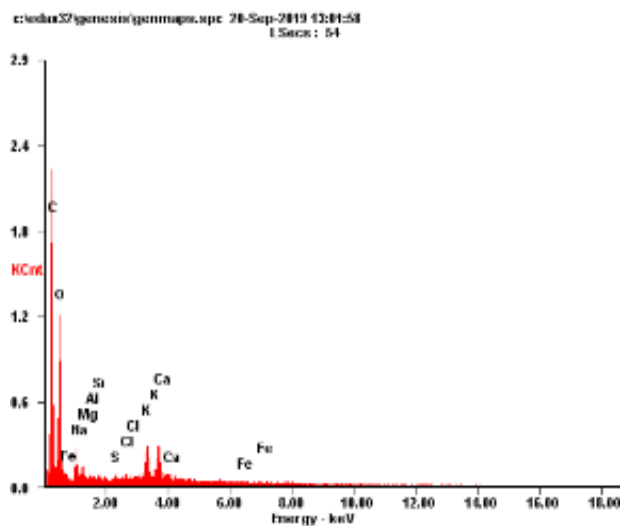
**Рисунок 2** – Элементный состав джугзуна. А – образец №1, В – образец №2

Во втором образце №2: С – 54,97 %, О – 41,50 %, Са – 1,58%, К – 0,63%, Na – 0,52%. (рисунок 2. А.)

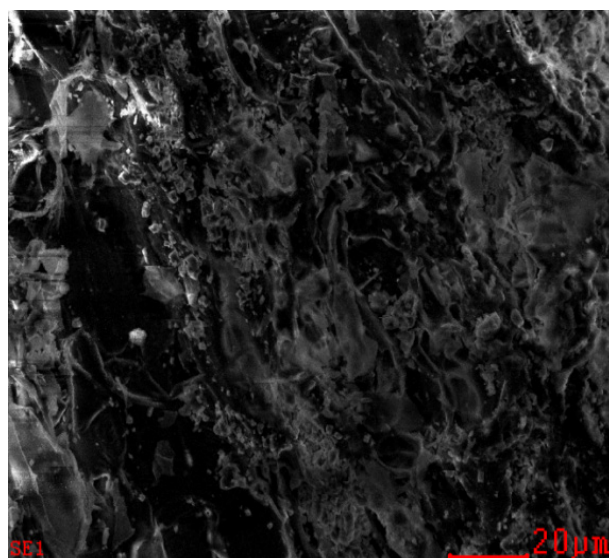
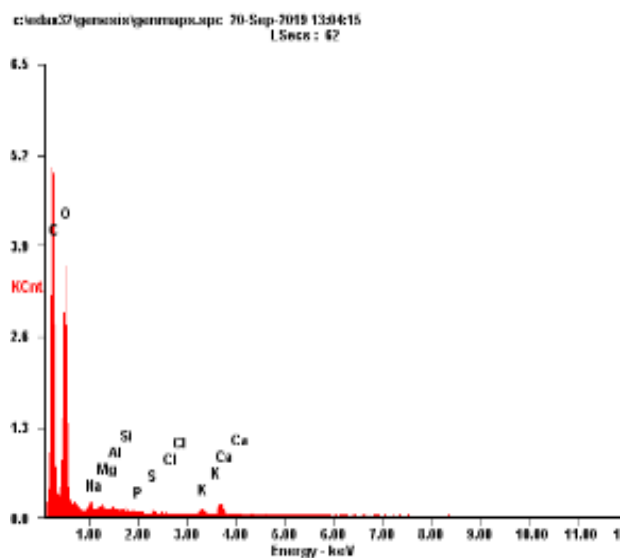
Графика элементного анализа и фотографии образцов изображено в рисунке №3.

Исследования морфологии образцов порошков проведены при помощи сканирующего

электронного микроскопа (СЭМ) (рисунки 4,А, В, С). Морфология полученных образцов порошков имеет аморфную неупорядоченную структуру рисунки 4, А,В. Распределение частиц порошков Джужгуна по размерам широко (1,5 – 50 мкм), что характерно для порошков полученных из растительного сырья.



А



А

Рисунок 3 – Графика и фотография образцов Джужгуна на растровом электронном микроскопе Quanta 200i 3D

В образцах №2 встречаются упорядоченные частицы с кристаллической структурой рисунок 5, В., что обусловлено наличием в элементном составе Са. Частицы имеют четко очерченные границы и имеют прямоугольную форму. Данные частицы имеют узкое распределение по размерам 0,8 – 3,7 мкм.

Также были исследованы массовая доля влаги и золы лекарственного растения Джужгуна по ГОСТ 24027.2-80. По результатам анализа массовая доля влаги  $5,91 \pm 0,03\%$ , а массовая доля золы  $7,23 \pm 0,01\%$ . Это характерно для растительного сырья, не превышает норму.

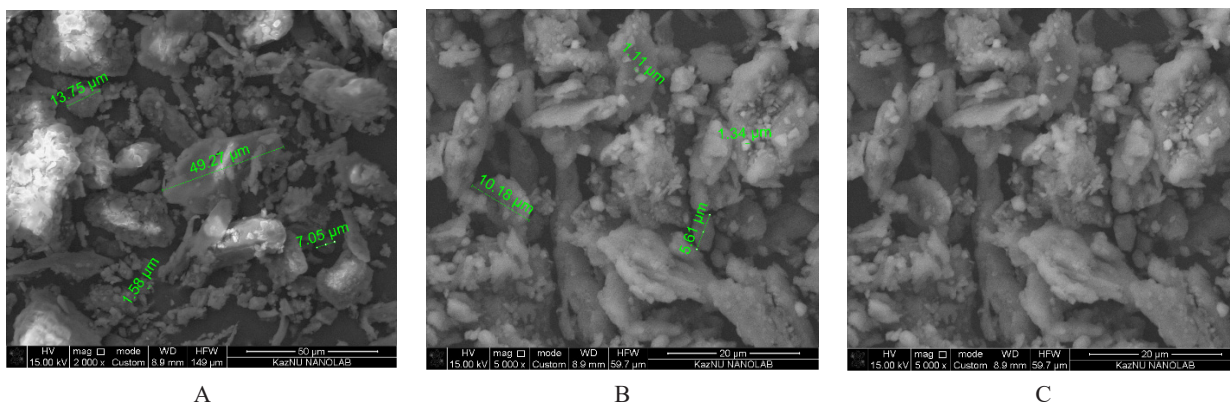


Рисунок 4 – Морфология измельченного сырья Джужгуна, образец №1

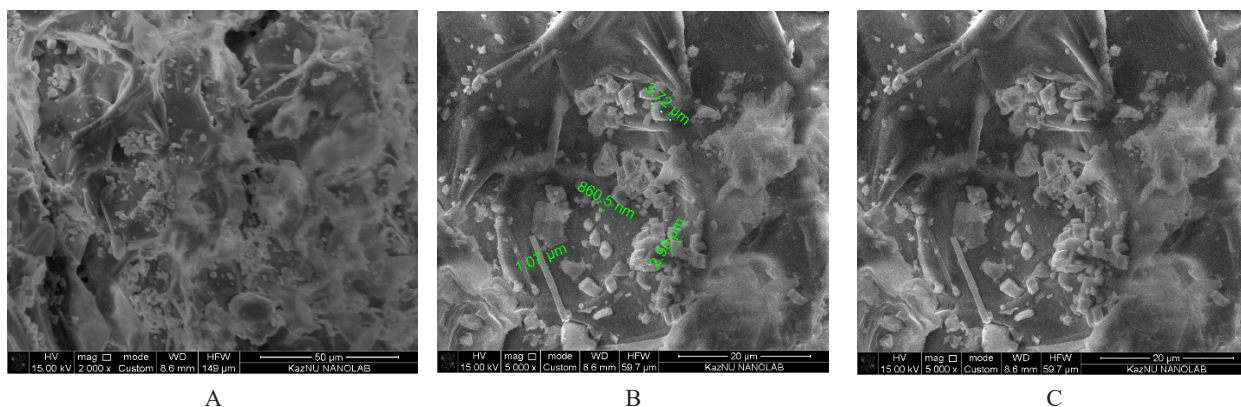


Рисунок 5 – Морфология измельченного сырья Джужгуна, образец №2

Таблица 1 – Массовая доля влаги и золы и аминокислотный состав лекарственного растения Джужгуна

Наименование показателей, единицы измерений	Фактически получено	Обозначение НД на методы испытаний
1	2	3
Физико-химические:		
Массовая доля влаги, %	$5,91 \pm 0,03$	ГОСТ 24027.2-80
Массовая доля золы, %	$7,23 \pm 0,01$	ГОСТ 24027.2-80
Аминокислотный состав, г/100 г:		
Аспарагиновая кислота	0,15	МВИ МН 1363-2000
Глутаминовая кислота	0,20	МВИ МН 1363-2000
Серин	0,17	МВИ МН 1363-2000

Продолжение таблицы

Наименование показателей, единицы измерений	Фактически получено	Обозначение НД на методы испытаний
1	2	3
Гистидин	0,18	МВИ МН 1363-2000
Глицин	0,16	МВИ МН 1363-2000
Треонин	0,38	МВИ МН 1363-2000
Аргинин	0,12	МВИ МН 1363-2000
Аланин	0,15	МВИ МН 1363-2000
Тирозин	0,20	МВИ МН 1363-2000
Цистеин	0,03	МВИ МН 1363-2000
Валин	0,31	МВИ МН 1363-2000
Метионин	0,06	МВИ МН 1363-2000
Фенилаланин	0,08	МВИ МН 1363-2000
Лейцин	0,17	МВИ МН 1363-2000
Изолейцин	0,03	МВИ МН 1363-2000
Лизин	0,04	МВИ МН 1363-2000
Триптофан	0,03	МВИ МН 1363-2000
Пролин	0,02	МВИ МН 1363-2000

Также был исследован аминокислотный состав сырья по нормативному документу МВИ МН 1363-2000. Результаты анализов приведены в таблице 1.

По литературным данным были данные что, в лекарственные растения Джужгун содер-

жится Бензойная кислота, которая имеет ряд преимуществ. Для определения содержания бензойной кислоты в Джужгуне, образцы были переданы в аккредитованную лабораторию «Нутритест». Но по результатам исследований в сырье не было найдено бензойной кислоты (Таб.2).

**Таблица 2** – Физико-химические показатели растения Джужгуна

Наименование показателей, единицы измерений	Допустимые нормы по НД	Фактически получено	Обозначение НД на методы испытаний
1	2	3	4
Физико-химические: Бензойная кислота и её соли	-	не обн.	ГОСТ 33332-2015

Производство опытной партии готовых для скармливания кормовых гранул на основе растительного сырья Джужгуна и фитосорбента для ветеринарных целей

Основным сырьем для производства гранулированной формы ветеринарного препарата Карбоджуза является Джужгун и фитосорбент.

Гранулированная форма ветеринарного препарата Карбоджуза – твердая дозированная цилиндрическая лекарственная форма, представляющая собой спрессованные двух лекарственных веществ. Размер гранул диаметр 4-5

мм, масса – 0,7 – 0,8 г.

Состав гранул «Карбоджуза», активное вещество:

- джужгун – 60%;

- фитосорбент – 25%.

- вспомогательное вещество:

- связующие Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) – 15%.

Технологический процесс производства гранул «Карбоджуза» состоит из следующих стадий (Рис. 6):

I. Подготовка производственных помещений и оборудования.

II. Подготовка тех-специалистов.  
III. Подготовка сырья.  
IV. Сушка;

V. Измельчение.  
VI. Гранулирование;  
VII. Фасовка.

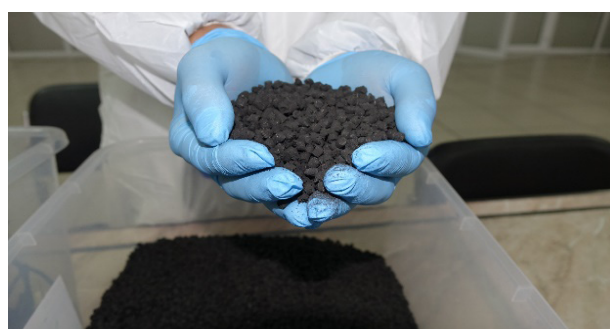


Рисунок 6 – Получение образцов антибактериального ветеринарного препарата



## Заклучение

Был исследован химический состав и идентификация биологических активных соединений в растительном сырье Джужгуна белокорого. Проведены физико-химические исследования. Определен элементный состав сырья, основные элементы С – 53,53 %, О – 31,96 %, Са – 5,56%, К – 4,01%, Na – 2.18%.

Были определены массовая доля влаги и золы в сырье. По результатам анализа массовая доля влаги  $5,91 \pm 0,03\%$ , а массовая доля золы  $7,23 \pm 0,01\%$ .

Исследована морфология сырья, также определен аминокислотный состав сырья.

В результате исследований были получены первые образцы антибактериального ветери-

нарного препарата на основе растительного сырья Джужгуна и фитосорбента для дальнейшего клинического исследования определения антибактериальных способности образцов в Факультет ветеринарной медицины Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина.

## Источник финансирования

Данная работа выполнена в рамках гранта ИРН АР09058425 «Разработка инновационной технологии получения премикса из растительного сырья для улучшения белковой ценности местных кормов для КРС», финансируемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

## Литература

- 1 Абдраимов С.А., Сеиткаримов А., Суримбаева К., Сартаев Е. Полезные растения юга Казахстана и перспективы их введения в культуру // Ботаническое ресурсосведение: достижения и перспективы развития: Мат. межд. научной конференции. – Алматы, 2000. – С. 53-54.
- 2 Курочкина Л.Я. Существенные видовые признаки жузгунов // Ботанич. материалы Гербария Ин-та ботаники АН КазССР. – Алма-Ата, 1974. – Вып. 8. – С. 20-26.
- 3 Байтенов М.С. Флора Казахстана. Т. 2. – Алматы, 2001. – 280 с.
- 4 Salama, Fawzy; Sayed, Suzan; AbdEl-Gelil, Ayat. Ecophysiological responses of *Calligonum polygonoides* and *Artemisia judaica* plants to severe desert aridity // *TURKISH JOURNAL OF BOTANY*, 2015, 39, 2 pp. 253- 266.
- 5 N. S. Dubinin, V. I. Litvinenko, V. V. Vorovskii. Effect of temperature on seed germination of seven *Calligonum* species // *PAKISTAN JOURNAL OF BOTANY*, 2005, 37, 3 pp 651-660.
- 6 Gouja, Hassen; Garnatje, Teresa; Hidalgo, Oriane. Physical mapping of ribosomal DNA and genome size in diploid and polyploid North African *Calligonum* species (Polygonaceae). // *PLANT SYSTEMATICS AND EVOLUTION*, 2015, 301, 6 pp 1569-1579.
- 7 Liu, X. M.; Zakaria, M. N. M.; Islam, M. W.; Radhakrishnan, R.; Ismail, A.; Chen, H. B.; Chan, K.; Al-Attas, A. Anti-inflammatory and anti-ulcer activity of *Calligonum comosum* in rats. Elsevier Science B.V., Amsterdam, Netherlands Citation *Fitoterapia*, 2001, 72, 5, pp 487-491.
- 8 Gomes, Sara M. C.; Fernandes, Isabel P. G.; Shekhawat, Narpal Singh. *Calligonum polygonoides* Linnaeus Extract: HPLC-EC and Total Antioxidant Capacity Evaluation. // *ELECTROANALYSIS*, 2015, 27, 2, pp. 293-301.
- 9 Khan, Arif; Khan, Rahmat Ali; Ahmed, Mushtaq. In vitro antioxidant, antifungal and cytotoxic activity of methanolic extract of *Calligonum polygonoides*. // *BANGLADESH JOURNAL OF PHARMACOLOGY*, 2015, 10, 2, pp. 316-320.
- 10 Nasrullah, Asma; Khan, Hizbullah; Khan, Amir Sada. Potential biosorbent derived from *Calligonum polygonoides* for removal of methylene blue dye from aqueous solution // *The Scientific World Journal*, 2015, pp 562-693.
- 11 Okasaka, M; Takaishi, Y; Kogure, K. New stilbene derivatives from *Calligonum leucocladum*. // *JOURNAL OF NATURAL PRODUCTS*, 2004, 67, 6, pp 1044-1046.
- 12 Сергунова Е.В. Изучение состава биологически активных веществ лекарственного растительного сырья, различных способов консервации и лекарственных препаратов на его основе: Автореф. дисс. – М., 2016. – 242 с.
- 13 Barker D.H., 1991. Physiological responses of *Sorghom* and six forag grasses to water deficits. *Dissertation Abstracts*. International B. Sci. Engi., 52:1135B-1136 B.
- 14 Le Houérou H.N., 1959. *Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale*. Inst. de Rech. Sah. Alger, 510 p.
- 15 Правила доклинических (неклинических) исследований в Республике Казахстан, приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан № 697 от 12 ноября 2009 года
- 16 Правила проведения доклинических исследований, медико-биологических экспериментов и клинических испытаний в Республике Казахстан, приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан № 745 от 19 ноября 2009 г.
- 17 Технический регламент "Требования к безопасности лекарственных средств", постановление Правительства РК от 14 июля 2010 года № 712.

18 Правила государственной регистрации, перерегистрации и внесения изменений в регистрационное досье лекарственного средства, изделий медицинского назначения и медицинской техники, приказ Министра здравоохранения РК №735 от 18 ноября 2009 года.

19 Надлежащая лабораторная практика. Основные положения», приказ Министра индустрии и торговли РК от 29 декабря 2006 года № 575 Госстандарт РК

20 «Надлежащая лабораторная практика. Основные положения», приказ Министра индустрии и торговли РК от 29 декабря 2006 года № 557 Госстандарт РК.

21 Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под ред. Р.У. Хабриева. – 2-е изд., перерабидоп. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. – 832 с

22 European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS 123). Strasbourg, 1986 (Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и научных целях).

23 Н. А. Горбунова Регламентация экспериментов на животных – этика, законодательства, альтернативы. – М., 1998.

24 Приказ Министра здравоохранения № 26 МЗ РК от 11 января 2012 г.

25 Методы определения токсичности и опасности химических веществ (токсикометрия)/под. ред. проф. И.В. Санюцкого. – М.: Медицина, 1970. – 342 с.

26 Куценко С.А. Основы токсикологии. – М.: Медицина, 2004. – 452 с.

27 Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1999. – 215 с.

### References

1 Abdpaïmov С.А., Ceitkapimov А., Cupimbaeva К., Саптаев Е. Polezny'e pachteniya yuga Kazaxctana i perspektivy' vvedeniya ix v kul'tupu //Botanicheskoe resyrcovedenie: doctzheniya i perspektivy' pazvitiya: Mat. mezhd. nauchnoj konferencii.-Almaty' .-2000. –С.-53-54.

2 Bajtenov M.C. Flopa Kazaxctana. T.2.-Almaty', 2001.-280с.

3 Barker D.H., 1991. Physiological responses of Sorghom and six forag grasses to water deficits.Dissertation Abstracts. International B. Sci. Engi., 52:1135B-1136 B.

4 Cepgunova E.V. Izuchenie sostava biologicheski aktivny'x veshhectv lekaptvennogo pactitel'nogo cy'p'ya, pazlichny'x sposobov koncepcacii i lekaptvenny'x ppeparatov na ego ocnove //Avtopef. diss., g. Mockva, 2016.- 242с.

5 European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS 123). Strasbourg, 1986 (Evpopеjckaya konvenciya o zashhite pozvonochny'x zhivotny'x, icpol'zuemy'x v e'kceperimental'ny'x i nauchny'x celyax).

6 Gouja, Hassen; Garnatje, Teresa; Hidalgo, Oriane. Physical mapping of ribosomal DNA and genome size in diploid and polyploid North African Calligonum species (Polygonaceae). //PLANT SYSTEMATICS AND EVOLUTION, 2015, 301, 6 pp 1569-1579.

7 Gomes, Sara M. C.; Fernandes, Isabel P. G.; Shekhawat, Narpal Singh. Calligonumpolygonoides Linnaeus Extract: HPLC-EC and Total Antioxidant Capacity Evaluation. //ELECTROANALYSIS, 2015, 27, 2, pp 293-301.

8 Glancz C. Mediko-biologicheskaya ctatictika.//M.-Ppaktika. -1999.-215с.

9 Kupochkina L.Ya. Cushhectvenny'e vidovy'e ppiznaki zhuzgunov //Botanich. matepialy' Gepbapiya In-ta botaniki AN KazCCP. – Alma-Ata, 1974. – Vy'p.8. – C.20-26

10 Kucenko C.A. Ocnovy' tokcikologii. //M.-Medicina, – 2004.-452с.

11 Khan, Arif; Khan, Rahmat Ali; Ahmed, Mushtaq. In vitro antioxidant, antifungal and cytotoxic activity of methanolic extract of Calligonumpolygonoides. //BANGLADESH JOURNAL OF PHARMACOLOGY, 2015, 10, 2, pp 316-320.

12 Liu, X. M.; Zakaria, M. N. M.; Islam, M. W.; Radhakrishnan, R.; Ismail, A.; Chen, H. B.; Chan, K.; Al-Attas, A. Anti-inflammatory and anti-ulcer activity of Calligonumcomosum in rats. Elsevier Science B.V., Amsterdam, Netherlands Citation Fitoterapia, 2001, 72, 5, pp 487-491.

13 Le Houérou H.N., 1959. Recherches écologiqueset floristiquesur la végétation de la Tunisieméridionale.Jnst. deRech. Sah. Alger, 510 p.

14 Metody' oppedeleniya tokcicchnosti i opacnosti ximicheckix veshhectv (tokcikometpiya)/pod. ped. ppof. I.V. Canoczko.// M.-Medicina.-1970.-342с.

15 N. S. Dubinin, V. I. Litvinenko, V. V. Vorovskii. Effect of temperature on seed germination of seven Calligonum species // PAKISTAN JOURNAL OF BOTANY, 2005, 37, 3 pp 651-660.

16 Nasrullah, Asma; Khan, Hizbullah; Khan, Amir Sada.Potentialbiosorbent derived from Calligonumpolygonoides for removal of methylene blue dye from aqueous solution //The Scientific World Journal, 2015, pp 562-693.

17 Nadlezhashaya labopatopnaya ppaktika. Ocnovny'e polozheniya», ppikaz Miniцtpa inductpii i topgovli PK ot 29 dekabpya 2006 goda № 575 Gocctandapt PK

18 «Nadlezhashaya labopatopnaya ppaktika. Ocnovny'e polozheniya», ppikaz Miniцtpa inductpii i topgovli PK ot 29 dekabpya 2006 goda № 557 Gocctandapt PK

19 N. A. Gopbunova Peglamentaciya e'kceperimentov na zhivotny'x – e'tika, zakonodatel'ctva, al'tepnativy' M.-1998.

20 Okasaka, M; Takaishi, Y; Kogure, K.New stilbene derivatives from Calligonumleucocladum.//JOURNAL OF NATURAL PRODUCTS, 2004, 67,6, pp1044-1046.

21 Ppavila doklinicheckix (neklinicheckix) iccedovanij v Pecpublike Kazaxctan, ppikaz Miniцtpa здpavooxpaneniya Pecpubliki Kazaxctan № 697 ot 12 noyabpya 2009 goda

22 Ppavila ppovedeniya doklinicheckix iccedovanij, mediko-biologicheckix e`kcepimentov i klinicheckix icpy`tanij v Pecpublike Kazaxctan, ppikaz Miniцtpa здpavooxpaneniya Pecpubliki Kazaxctan № 745 ot 19 noyabpya 2009g.

23 Ppavila gocudapctvennoj pegictpacii, pepepegictpacii i vnceniya izmenenij v pegictpacionnoe doc`e lekapctvennogo cpedctva, izdelij medicinckogo naznacheniya i medicinckoj texniki, ppikaz Miniцtpa здpavooxpaneniya PK №735 ot 18 noyabpya 2009 goda.

24 Pukovodctvo po e`kcepimental`nomu (doklinicheckomu) izucheniyu novy`x fapmakologicheckix veshhectv /pod ped. P.U. Xabpieva.-2-izd., pepepabidop. //M.:OAO «Izdatel`ctvo «Medicina», Mockva.- 2005 g.-832c

25 Ppikaz Miniцtpa здpavooxpaneniya № 26 MZ PK ot 11 yanvapya 2012g.

26 Salama, Fawzy; Sayed, Suzan; AbdEl-Gelil, Ayat. Ecophysiological responses of Calligonumpolygonoides and Artemisia judaica plants to severe desert aridity // TURKISH JOURNAL OF BOTANY, 2015, 39 , 2 pp 253- 266.

27 Texnicheckij peglament "Tpebovaniya k bezopacnocti lekapctvenny`x cpedctv", poctanovlenie Ppavitel`ctva PK ot 14 iyulya 2010 goda №712



2-бөлім  
**БИОТЕХНОЛОГИЯ**

---

Section 2  
**BIOTECHNOLOGY**

---

Раздел 2  
**БИОТЕХНОЛОГИЯ**

О.О. Крадецкая\* , И.В. Чилимова 

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства  
им. А.И. Бараева», Казахстан, пос. Научный  
\*e-mail: oksana\_cwr@mail.ru

## ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА И ФОНА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

В статье приведены данные по оценке хлебопекарного качества сорта яровой мягкой пшеницы Шортандинская 95 улучшенная и ярового тритикале Росинка. Цель работы: оценка качества хлеба из муки мягкой пшеницы и тритикале в зависимости технологии возделывания и предшественника в условиях Северного Казахстана. Посев проводился в период 2018–2019 гг. на экспериментальных площадях ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». Проводилось изучение по влиянию органической и традиционной систем земледелия на качество полученной продукции. Органическая система земледелия включала в себя использование надземной биомассы многолетних злаковых и бобовых трав в качестве органического удобрения. Традиционная – применение минеральных удобрений: аммофоса в дозе  $P_{40}$ , аммиачной селитры в дозе  $N_{20}$ ,  $N_{40}$ ,  $N_{60}$  и  $N_{80}$ . Пробную выпечку и оценку хлебопекарных достоинств проводили согласно методике государственного сортоиспытания. Конечным результатом исследований служила общая хлебопекарная оценка. Установлено, что хлебопекарная оценка хлеба из тритикале ниже, чем из пшеницы на 1–1,5 балла. В годы исследований отмечена зависимость качества хлеба от предшественника и фона возделывания. Преимущество для изучаемых культур имел органический фон, лучшим предшественником для ярового тритикале был донник, для яровой мягкой пшеницы – житняк.

**Ключевые слова:** мягкая пшеница, объем хлеба, органический фон, предшественник, традиционный фон, тритикале, хлебопекарная оценка.

O.O. Kradetskaya\*, I.V. Chilimova

“Scientific and Production Center of Grain Farming named after A.I. Barayev” LLP,  
Kazakhstan, Nauchnyi settl  
\*e-mail: oksana\_cwr@mail.ru

## Baking quality of spring soft wheat and triticale depending on the forecrop and background of cultivation

The article presents data on the evaluation of the baking quality of the spring soft wheat variety – Shortandinskaya 95 improved and spring triticale – Rosinka. The purpose of the work is to assess the quality of bread made from soft wheat flour and triticale depending on the cultivation technology and the predecessor in the conditions of “SPC GF named after A.I. Barayev” LLP. A study was conducted on the influence of organic and traditional farming systems on the quality of the products obtained. The organic farming system included the use of aboveground biomass of perennial grasses and legumes as an organic fertilizer. Traditional – the use of mineral fertilizers: ammophos in a dose of  $P_{40}$ , ammonium nitrate in a dose of  $N_{20}$ ,  $N_{40}$ ,  $N_{60}$  and  $N_{80}$ . Trial baking and evaluation of baking advantages were carried out according to the methodology of the state variety testing. The final result of the research was a general bakery assessment. It was found that the baking score of triticale bread is lower than that of wheat by 1–1.5 points. During the years of research, the dependence of the quality of bread on the predecessor and the background of cultivation was noted. The advantage for the studied crops was an organic background, the best precursor for spring triticale was a sweet clover, for spring soft wheat – a wheat grass.

**Key words:** soft wheat, bread volume, organic backgrounds, forecrop, traditional backgrounds, triticale, baking grade.

О.О. Крадецкая\*, И.В. Чилимова

«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Қазақстан, Научный кенті  
\*e-mail: oksana\_cwr@mail.ru

### Жаздық жұмсақ бидай мен тритикаленің өсіру фоны мен алға дақылға байланысты наубайханалық қасиеттері

Мақалада жаздық жұмсақ бидайдың – Шортандинская 95 және жаздық тритикаленің – Росинка сорттарының наубайханалық сапасын бағалау туралы мәліметтер келтірілген. Жұмыстың мақсаты: Солтүстік Қазақстан жағдайында өсіру технологиясы мен алғы дақылға байланысты жұмсақ бидай ұны мен тритикале нанының сапасын бағалау. Егіс 2018 – 2019 жылдар аралығында «А.И. Бараев атындағы АШҒӨО» ЖШС-нің эксперименттік алаңдарында жүргізілді. Органикалық және дәстүрлі егіншілік жүйесінің алынған өнім сапасына әсері бойынша зерттеу жүргізілді. Егіншіліктің органикалық жүйесіне органикалық тыңайтқыш ретінде көпжылдық астық мен бұршақ тұқымдас шөптерінің жер үсті биомассасын қолдану кірді. Дәстүрлі-минералды тыңайтқыштарды қолдану:  $P_{40}$  дозасындағы аммофос,  $N_{20}$ ,  $N_{40}$ ,  $N_{60}$  және  $N_{80}$  дозасындағы аммоний нитраты. Нан пісіру және нан пісіру құндылығын бағалау мемлекеттік сортты сынау әдісіне сәйкес жүргізілді. Зерттеудің соңғы нәтижесі жалпы пісіру бағасы болды. Тритикале нанының наубайханалық бағасы бидайдан 1-1, 5 баллға төмен екендігі анықталды. Зерттеу жылдарында нан сапасының алдыңғы және өсіру фонына тәуелділігі атап өтілді. Зерттелген дақылдар үшін органикалық фон артықшылығы болды, көктемгі тритикале үшін ең жақсы алғы дақыл түйежоңышқа, жаздық жұмсақ бидай үшін – еркекшөп болды.

**Түйін сөздер:** жұмсақ бидай, нан көлемі, орталық фон, алғы дақыл, дәстүрлі фон, тритикале, наубайханалық баға.

### Введение

Стабильность внутреннего и внешнего рынка зерна зерновых культур и продуктов его переработки играет важную роль в экономическом и социальном развитии большинства стран мира. Хороший уровень производства зерна может достигаться с одной стороны путём интенсификации производства: использование современных механизмов, орошение, мелиорация, внесение удобрений и средств защиты растений, а с другой повышением урожайности и адаптивности сортов, правильным подбором культур [1,2].

Условия возделывания играют значительную роль в производстве высококачественной пшеницы. Казахстан располагает большими площадями и благоприятными климатическими условиями и имеет преимущества для получения сильного зерна. Из-за высокого качества казахстанская пшеница используется в качестве улучшителя низкокачественного сырья [3-5].

Для обеспечения населения продуктами питания приоритетным направлением является использование нетрадиционных видов сырья в хлебопекарной промышленности. Все большее применение в хлебопечении находит зерновая культура тритикале, созданная путем скрещивания пшеницы (Triticum) и ржи (Secale). Тритикале экономически выгодная культура для Северного Казахстана, так как является более урожайной в сравнении с мягкой пшеницей, так

же культура холодостойкая и менее нуждается в условиях произрастания [6-8].

Культура ярового тритикале – одна из самых молодых в Казахстане. Потребовалось много усилий учёных разных стран мира для создания её коммерческих сортов: Канады, США, Мексики (СИММУТ), Украины, Польши, Беларуси, России, Австралии и др. [9].

Использование муки из зерна ярового тритикале может найти свое применение не только при выпечке хлеба, но и в кондитерском производстве, так как одной из особенностью культуры является сладковатый вкус готового изделия [1, 10].

Было проведено всестороннее изучение культуры тритикале учеными Кондраковой Р.Н., Крючковой Т. Е. и установлено, что для улучшения качества хлеба необходимо использование при выпечке смеси тритикалевой муки с пшеничной [11-13].

В ходе изучения установлено, что на урожайность, технологические и хлебопекарные свойства зерна пшеницы значительное воздействие оказывают предшественники. Поэтому для каждой почвенно-климатической зоны необходимо оптимально подобрать предшественника, что позволит увеличить урожайность и получить высококачественное зерно [14-17].

Многолетние травы являются хорошими предшественниками для различных культур, ведутся всесторонние исследования для выбора

определенного предшественника под необходимую культуру. По итогам исследований влияние предшественника и минеральных удобрений позволяет увеличить урожайность и качество продукции яровой мягкой пшеницы [18-23].

Цель работы – оценка качества хлеба из муки мягкой пшеницы и тритикале в зависимости технологии возделывания и предшественника в условиях Северного Казахстана.

### Материалы и методы исследования

Исследования проводились в период 2018-2019 гг. на экспериментальных площадях ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». Проводилось изучение по влиянию органической и традиционной системы земледелия на качество полученной продукции. Органическая система земледелия включала в себя – использование надземной биомассы многолетних злаковых и бобовых трав в качестве органического удобрения. Использование надземной биомассы многолетних трав: эспарцета, люцерны, костра, житняка, донника. Традиционная – технология, основанные на применении органических и минеральных удобрений, пестицидов и регуляторов роста растений применение минеральных удобрений: аммофоса в дозе  $P_{40}$ , аммиачной селитры в дозе  $N_{20}$ ,  $N_{40}$ ,  $N_{60}$ ,  $N_{80}$ . **Объектом исследования был сорт мягкой пшеницы Шортандинская – 95** улучшенная (Казахстан) и тритикале – Росинка (Россия), с изучаемых вариантов с применением традиционного и органического земледелия. Выпечку проводили в лабораторных условиях при интенсивном замесе теста с использованием сухих дрожжей (Ракмауа, Турция) на 100 г муки [24]. Оценку хлеба проводили согласно методике государственного сортоиспытания «Классификационные нормы для характеристики сортов пшеницы по хлебопекарным качествам» с определением внешних и внутренних признаков качества хлеба [25]. Среди изучаемых показателей хлеба были: объем формовой булки, формоустойчивость подовой булки. Поверхность, форму, цвет корки и мякиша, пористость, эластичность оценивали по формовой булке хлеба. Конечным результатом оценки качества хлеба было выведение общего хлебопекарного балла.

### Результаты и их обсуждение

По данным исследований проведена оценка качества хлеба 40 образцов мягкой пшеницы, отобранных на изучаемых фонах возделывания, в зависимости от предшественника и внесения доз удобрений и 40 образцов тритикале.

С целью определения качества испеченного хлеба из муки исследуемых образцов тритикале и мягкой пшеницы была проведена общая хлебопекарная оценка. Оценку проводили по формовой и подовой булкам. Был определен объем хлеба, внешний вид и визуальная оценка мякиша, по суммарным данным показателей был поставлен общий хлебопекарный балл.

Хлеб, выпеченный из тритикалевой муки, имел правильную форму, по внешнему виду не уступал пшеничному и имел сладковатый вкус. Цвет корки изменялся от коричневого до темно-коричневого цвета, форма корки была овальной и полуовальной. При использовании в хлебопечении муки из зерна тритикале тесто имело более жидкую консистенцию, процесс брожения и расстойки теста занимал меньше времени, чем из пшеничной муки.

При оценке хлебопекарных свойств мягкой пшеницы на изучаемых фонах и вариантах, урожая 2018 года, при пробной лабораторной выпечке получен хлеб хорошего объема и качества (таблица 1). При традиционной технологии объем хлеба составлял 614 – 720 мл, при формоустойчивости 2,7 – 4,0 балла, на органическом фоне – 640 – 755 мл, 2,9 – 4,3 балла соответственно. Общая хлебопекарная оценка при традиционном земледелии варьировала от 3,7 баллов до 4,4 баллов, на органическом – 4,1 – 4,6 балла. При оценке хлеба полученного на традиционном фоне по пласту житняка отличились варианты:  $P_{40}$ ,  $N_{20}$ ,  $N_{40}$ . На органическом фоне варианты житняк, костер, донник по житняку по всем хлебопекарным показателям были лучшими.

По данным изучаемых образцов мягкой пшеницы урожая 2019 года отмечено, что хлеб имел меньший объем (от 636 мл до 684 мл в среднем), чем тритикале (от 634 до 725 мл) (таблица 1). Наиболее благоприятным был традиционный фон по предшественнику житняк (объем хлеба 684 мл, формоустойчивость 3,8 балла, пористость 4,5 балла, общий хлебопекарный балл – 4,5).

Зерно тритикале урожая 2019 года было значительно лучше по всем изучаемым показателям, чем урожая 2018 года. Органический фон по двум изучаемым предшественникам имел наибольшие хлебопекарные баллы в среднем: объем хлеба 724; 725 мл, формоустойчивость 3,2; 3,4 балла, пористость 4,0; 4,2 балла, общая хлебопекарная оценка 4,2; 4,3 балла. По общей хлебопекарной оценке в 2019 году отмечены варианты с применением костра и житняка (4,5 балла) на органическом фоне.



Таблица 1 – Результаты выпечки хлеба из муки ярового тритикале и яровой мягкой пшеницы на различных фонах возделывания, урожай 2018 – 2019 г

Предшественник																
Донник							житняк									
вариант	объем хлеба из 100 г муки, мл	формоустойчивость, балл	пористость, балл	общий хлебопекарный балл	вариант	год	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	общий хлебопекарный балл	
яровой тритикале традиционный фон																
год	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
R <sub>40</sub> (фон)	345	668	4,6	2,6	2,3	3,5	2,5	3,6	3,6	R <sub>40</sub> (фон)	375	695	5,3	3,4	2,7	3,5
Фон+N <sub>20</sub>	390	659	3,6	3,2	2,5	3,5	2,4	3,7	Фон+N <sub>20</sub>	380	659	3,0	3,3	3,0	3,4	2,6
Фон+N <sub>40</sub>	405	619	2,9	2,9	3,3	3,6	2,6	3,5	Фон+N <sub>40</sub>	370	695	2,2	3,1	3,0	4,3	2,1
Фон+N <sub>60</sub>	370	565	4,7	3,1	2,0	2,9	2,6	3,1	Фон+N <sub>60</sub>	350	655	4,0	2,9	2,0	2,7	2,1
Фон+N <sub>80</sub>	355	658	4,3	3,1	2,4	3,5	2,5	3,7	Фон+N <sub>80</sub>	390	685	3,5	3,0	3,2	3,0	2,3
$\bar{x}$	373	634	4,0	3,0	2,2	3,4	2,5	3,5	$\bar{x}$	373	678	3,6	3,1	2,8	3,4	2,4
яровой тритикале органический фон																
эспарцет	475	716	3,0	3,3	2,7	3,4	3,0	3,9	эспарцет	425	706	4,1	3,3	3,2	3,9	2,6
люцерна	415	783	2,8	3,2	2,5	4,3	2,5	4,3	люцерна	390	736	2,8	3,4	3,1	4,1	2,1
костер	385	673	3,1	3,3	3,0	4,6	2,8	4,5	костер	385	689	3,0	3,3	2,9	3,8	2,2
житняк	390	720	5,3	3,7	2,8	4,4	2,9	4,4	житняк	330	780	3,9	3,4	2,0	4,5	2,1
донник	360	730	5,2	3,4	2,5	4,6	2,9	4,3	донник	350	716	3,5	2,8	2,0	3,7	2,1
$\bar{x}$	405	724	3,9	3,4	2,7	4,2	2,8	4,3	$\bar{x}$	376	725	3,5	3,2	2,6	4,0	2,2
яровая мягкая пшеница традиционный фон																
R <sub>40</sub> (фон)	715	688	4,0	3,7	3,6	4,4	4,3	4,5	R <sub>40</sub> (фон)	685	751	2,8	4,2	3,7	4,9	3,7
Фон+N <sub>20</sub>	720	595	3,7	3,0	4,0	4,1	4,4	3,9	Фон+N <sub>20</sub>	688	635	3,3	3,7	3,7	4,6	3,8
Фон+N <sub>40</sub>	648	655	2,7	3,8	3,7	4,6	3,9	4,4	Фон+N <sub>40</sub>	681	715	3,2	4,0	4,1	4,6	4,0
Фон+N <sub>60</sub>	660	624	2,8	3,2	3,6	4,5	3,9	4,1	Фон+N <sub>60</sub>	685	678	3,4	4,2	3,6	4,5	4,3
Фон+N <sub>80</sub>	614	665	2,8	3,2	3,3	3,8	3,7	4,4	Фон+N <sub>80</sub>	650	640	3,4	3,2	3,6	4,0	3,9
$\bar{x}$	671	645	3,2	3,4	3,6	4,3	4,0	4,2	$\bar{x}$	678	684	3,2	3,8	3,7	4,5	3,9
яровая мягкая пшеница органический фон																
эспарцет	640	580	2,9	3,2	3,9	4,4	4,2	3,7	эспарцет	670	580	3,6	2,8	4,2	3,4	4,1
люцерна	680	665	3,2	3,8	3,9	4,7	4,2	4,4	люцерна	660	700	3,3	3,1	4,3	3,5	4,3
костер	698	635	3,1	3,3	3,9	4,1	4,4	3,9	костер	715	710	3,5	3,4	4,4	4,2	4,4
житняк	730	635	4,0	3,6	4,3	4,5	4,6	4,4	житняк	755	690	4,3	3,6	4,7	4,5	4,5
донник	675	665	3,8	3,3	4,2	4,5	4,3	4,5	донник	750	630	4,2	3,0	3,9	4,3	4,1
$\bar{x}$	685	636	3,4	3,4	4,0	4,4	4,3	4,2	$\bar{x}$	710	662	3,8	3,2	4,3	4,0	4,3

По хлебопекарной оценке видно, что наиболее неблагоприятным для тритикале, оказался 2018 год (рисунок 1). В связи с низким числом падения 62с., хлеб получен низкого объема (330 – 475 мл) и слабой формоустойчивостью подового хлеба (0,22 – 0,53). Общая характеристика внутренних и внешних признаков хлеба была представлена от 2,1 балла до 3,0 балла при максимальных 5,0 баллах. По фонам возделывания в 2018 году выделены варианты с внесением эспарцета

на органическом фоне оказавшие влияние на показатель объем хлеба (475 мл и 425 мл).

В среднем за годы исследований объем хлеба у образцов из муки пшеницы превысил тритикале на 129 мл (рисунок 2).

Результаты лабораторных исследований показали, преимущество органического фона для изучаемых культур. Лучшим предшественником для ярового тритикале был донник, для яровой мягкой пшеницы – житняк.

Урожай 2018 года

тритикале



мягкая пшеница



Урожай 2019 года

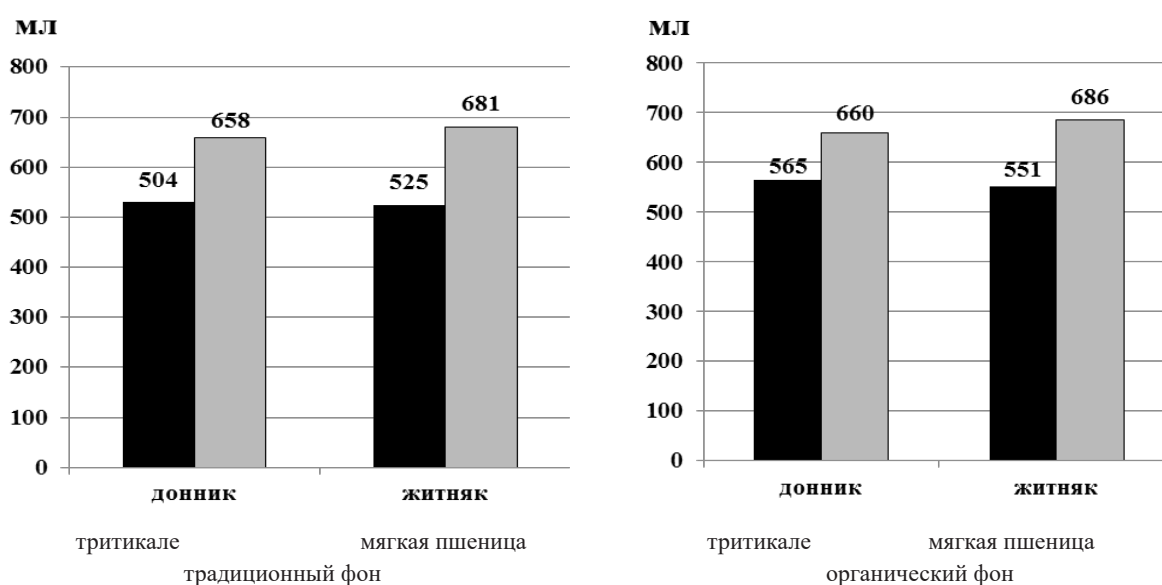
тритикале



мягкая пшеница



Рисунок 1 – Пробная хлебопекарная выпечка из муки тритикале и мягкой пшеницы



**Рисунок 2** – Объемный выход хлеба из муки яровой мягкой пшеницы и ярового тритикале

## Заключение

1. Применение ярового тритикале в производстве хлеба требует специальных подходов: тесто имеет более жидкую консистенцию, процесс брожения и расстойки теста занимает меньше времени в связи с высоким показателем разжижения и низким числом падения.

2. Зерно тритикале урожая 2019 года было значительно лучше по всем изучаемым показателям. В среднем за годы исследования органический фон имел наибольшие хлебопекарные баллы: объем хлеба 724; 725 мл, формоустойчивость 3,2; 3,4 балла, пористость 4,0; 4,2 балла, общая хлебопекарная оценка 4,2; 4,3 балла с преимуществом предшественника донник.

3. Для зерна мягкой пшеницы более благоприятным был 2018 год. При органическом земледелии получен хлеб более высокого объема 640 – 755 мл, при формоустойчивости 2,9 – 4,3 балла.

4. Сравнительная оценка изучаемых культур свидетельствуют о том, что общая хлебопе-

карная оценка хлеба яровой тритикале ниже, чем у яровой пшеницы и составляет 3,2 и 4,2 балла соответственно.

5. В годы исследований отмечена зависимость качества хлеба от предшественника и фона возделывания. Преимущество для изучаемых культур имел органический фон, лучшим предшественником для ярового тритикале был донник, для яровой мягкой пшеницы – житняк.

6. Полученные данные исследований свидетельствуют о том, что внесение органических удобрений благоприятно отразилось на получении экологически безопасного зерна, при хорошем качестве без риска химического загрязнения продукции, при внесении минеральных удобрений, что значительно повысило хлебопекарные достоинства.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

- 1 Асеева Т.А., Зенкина К.В., Рубан З.С., Ломакина И.В. Использование тритикалевой муки в хлебопечении // Достижения науки и техники АПК. – 2018. Т. 32. № 5. – С. 81.
- 2 Mergoum M. et al. Agronomic and quality QTL mapping in spring wheat // Journal of Plant Breeding and Genetics. 2013. – Т. 1. №. 1. – V. 19-33.

- 3 Дашкевич С.М., Бабкенов А.Т., Утебаев М.У., Чилимова И.В., Крадецкая О.О. Качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы селекции ТОО «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева» // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (междисциплинарный). – 2018. №3 (98). – С. 47-56.
- 4 Турсумбекова Г. Ш. Продуктивность и качество зерна яровой пшеницы различного эколого-географического происхождения в условиях Северного Казахстана. – СПб., 1993. – 151 с.: ил. РГБ ОД, 61 99-3/136-8.
- 5 Шиндяпкина К. В., Галиуллин А. А. Использование тритикалевой муки в хлебопечении // Экологические проблемы и здоровье населения: сб. науч. тр. всерос. науч.-практ. конф. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2016. – С. 86–89.
- 6 Пашенко Л. П. и др. Использование тритикале в хлебопечении // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2001. – №. 2-3.
- 7 Рябчун В. К. и др. Культура ярового тритикале // Развитие научного наследия Н.И. Вавилова по генетическим ресурсам его последователями. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Дербент; Махачкала: АЛЕФ. – 2017. – С. 53.
- 8 Тертычная Т. Н., Кречетова С. В., Манжесов В. И. Повышение биологической ценности хлеба из тритикалевой муки и улучшение его вкусовых достоинств // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2002. – №. 1.
- 9 Гончаров С. В. Международное сотрудничество по тритикале // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1997. – №. 5. – С. 81.
- 10 Алтухов А.И. Развитие рынка продовольственного зерна в России // – Нива Поволжья. – 2012. № 4. – С. 2–10.
- 11 Kandrov R.H. et al. Effective technological scheme for processing triticale (*Triticosecale* L.) grain into graded flour // *Foods and Raw Materials*. – 2019, vol. 7, no. 1, P. 107–117.
- 12 Крючкова Т. Е. Эффективность использования улучшителей при производстве хлеба из муки тритикале // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. №. 1. – С. 139-143.
- 13 Tohver M. et al. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions // *Food Chemistry*. – 2005. – Т. 89. – №. 1. – С. 125-132.
- 14 Варламов В. А., Варламова Е. Н. Влияние предшественников и минерального питания на хлебопекарные свойства зерна озимой пшеницы // *Агрономия*. Нива Поволжья. – 2013. №2 (27). – С. 14-20.
- 15 Зинченко В. Е., Гринько А. В., Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии на продуктивность яровой пшеницы в условиях обыкновенных черноземов // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2017. – №. 1 (21). – С. 66-71.
- 16 Костин В.И., Костин О.В., Музурова О.Г. Влияние биопрепаратов на качество и мукомольные показатели зерна озимой пшеницы // *Вестник Ульяновской ГСХА*. – 2012. № 1 (17). – С. 27–31.
- 17 Костин, О.В., О.М. Церковнова Биохимический состав и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от минеральных удобрений и росторегуляторов // *Нива Поволжья*. – 2009. – № 1. – С. 19–22.
- 18 Гаркуша А. А., Усенко С. В. Влияние средств интенсификации на урожайность яровой пшеницы в зависимости от предшественника и основной обработки почвы // *Достижения науки и техники АПК*. – 2010. – № 6. – С. 27-29.
- 19 Cattaneo f., gennaro p.di, barbanti l., giovannini c., labra m., moreno b., benitez e., marzadori c. Perennial energy cropping systems affect soil enzyme activities and bacterial community structure in a south european agricultural area. *Applied soil ecology*. – vol. 84. 2014. – pp. 213–222.
- 20 Christopher poeplau, helena aronsson, åsa myrbeck, thomas kätterer. Effect of perennial ryegrass cover crop on soil organic carbon stocks in southern sweden. *Geoderma regional*. – vol-ume 4, 2015. – pp. 126–133.
- 21 Levine H., Slade L. Influences of the glassy and rubbery states on the thermal, mechanical, and structural properties of doughs and baked products // *Dough rheology and baked product texture*. – Springer, Boston, MA, 1990. – V. 157-330.
- 22 Macharia p.n., gachene C., mureithi J. Using forage legumes to improve soil fertility for enhanced grassland productivity of semi-arid rangelands of kajiado district, kenya. In: bationo a., waswa b., okeyo j., maina f., kihara j. (eds) *Innovations as key to the green revolution in africa*. 2011. – pp. 309-316.
- 23 Nick van eekeren, merijn bos, jan de wit, harm keidel, jaap bloem. Effect of individual grass species and grass species mixtures on soil quality as related to root biomass and grass yield. *Applied soil ecology*. Volume 45, issue 3. 2010. – pp. 275–283.
- 24 ГОСТ 27669-88 Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба.
- 25 Классификационные нормы для характеристики сортов пшеницы по хлебопекарным качествам // *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур*. – М., 1988. – С. 72.

#### References

- 1 Altuhov A.I. (2012) [Razvitie rynka prodovol'stvennogo zerna v Rossii]. *Niva Povolzh'ja*. № 4. – S. 2–10.
- 2 Aseeva T. A., Zenkina K. V., Ruban Z. S., Lomakina I. V. (2018) [Ispol'zovanie tritikalevoj muki v hlebopechenii]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. T. 32. № 5, – S.81.
- 3 Varlamov V. A., Varlamova E. N. (2013) [Vlijanie predshestvennikov i mineral'nogo pitaniya na hlebopekarnye svojstva zerna ozimoy pshenicy]. *Agronomija*. *Niva Povolzh'ja*. № 2 (27). – S. 14-20.
- 4 Garkusha A. A., Usenko S. V. (2010) [Vlijanie sredstv intensivatsii na urozhajnost' jarovoy pshenicy v zavisimosti ot predshestvennika i osnovnoj obrabotki pochvy]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. № 6. – S.27-29
- 5 Goncharov S. V. (1997) [Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo po triticale]. *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skhozajstvennyh nauk*. №. 5. – S. 81.

- 6 GOST 27669-88 Muka pshenichnaja hlebopekarnaja. Metod probnoj laboratornoj vypechki hleba.
- 7 Dashkevich S.M., Babkenov A.T., Utebaev M.U., Chilimova I.V., Kradeckaja O.O. (2018) [Kachestvo zerna sortov jarovoj mjagkoj pshenicy selekcii TOO «NPC ZH im.A.I.Baraeva»]. Vestnik nauki Kazahskogo agrotehnicheskogo universiteta im. S. Seifullina (mezhdisciplinarnyj). №3 (98). – S.47-56.
- 8 Zinchenko V. E., Grin'ko A. V., Kulygin V. A. (2017) [Vlijanie jelementov tehnologii na produktivnost' jarovoj pshenicy v uslovijah obyknovennyh chernozemov]. Zernobobovye i krupjanye kul'tury. №. 1 (21). – S. 66-71.
- 9 Kandrov R.H. et al. (2019) [Effective technological scheme for processing triticale (*Triticosecale* L.) grain into graded flour]. Foods and Raw Materials. vol. 7, no. 1, R. 107–117.
- 10 Cattaneo f., gennaro p.di, barbanti l., giovannini c., labra m., moreno b., benitez e., marzadori c. (2014) [Perennial energy cropping systems affect soil enzyme activities and bacterial community structure in a south european agricultural area]. Applied soil ecology. – vol. 84. pp. 213–222.
- 11 Christopher poeplau, helena aronsson, åsa myrbeck, thomas kätterer (2015). [Effect of perennial ryegrass cover crop on soil organic carbon stocks in southern Sweden]. Geoderma regional. – volume 4, rr. 126–133.
- 12 Klassifikacionnye normy dlja harakteristiki sortov pshenicy po hlebopekarnym kachestvam//Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur. – M.- 1988.- s.72.
- 13 Kostin V.I., Kostin O.V., Muzurova O.G. (2012) [Vlijanie biopreparatov na kachestvo i mukomol'nye pokazateli zerna ozimoi pshenicy]. Vestnik Ul'janovskoj GSHA. № 1 (17). – S. 27–31.
- 14 Kostin, O.V., Cerkovnova O.M. (2009) [Biohimicheskij sostav i kachestvo zerna ozimoi pshenicy v zavisimosti ot mineral'nyh udobrenij i rostoreguljatorov]. Niva Povolzh'ja. № 1. – S. 19–22.
- 15 Krjuchkova T. E. (2013) [Jeffektivnost' ispol'zovanija uluchshitelej pri proizvodstve hleba iz muki triticale]. Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. №. 1. – S. 139-143.
- 16 Levine H., Slade L. (1990) [Influences of the glassy and rubbery states on the thermal, mechanical, and structural properties of doughs and baked products]. Dough rheology and baked product texture. – Springer, Boston, MA, V. 157-330.
- 17 Macharia P.N., gachene C., mureithi J. (2011) [Using forage legumes to improve soil fertility for enhanced grassland productivity of semi-arid rangelands of kajiado district, Kenya]. In: bationo a., waswa b., okeyo j., maina f., kihara j. (eds) innovations as key to the green revolution in africa. pp. 309-316.
- 18 Mergoum M. et al. (2013) [Agronomic and quality QTL mapping in spring wheat]. Journal of Plant Breeding and Genetics. T. 1. №. 1. – V. 19-33.
- 19 Nick van eekeren, merijn bos, jan de wit, harm keidel, jaap bloem (2010).[ Effect of individual grass species and grass species mixtures on soil quality as related to root biomass and grass yield]. Applied soil ecology. Volume 45, issue 3. rr. 275–283.
- 20 Pashhenko L. P. i dr. (2001) [Ispol'zovanie tritikale v hlebopechenii]. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. №. 2-3.
- 21 Rjabchun V. K. i dr. (2017) [Kul'tura jarovogo triticale]. Razvitie nauchnogo nasledija N.I. Vavilova po geneticheskim resursam ego nasledovateljami. Materialy Vserossijskoj nauchno prakticheskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. – Derbent; Mahachkala: ALEF. – S. 53.
- 22 Tertychnaja T. N., Krechetova S. V., Manzhesov V. I. (2002) [Povyshenie biologicheskoi cennosti hleba iz tritikalevoj muki i uluchshenie ego vkusovyh dostoinstv]. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. №. 1.
- 23 Tohver M. et al. (2005) [Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions]. Food Chemistry. T. 89. – №. 1. – S. 125-132.
- 24 Tursumbekova G. Sh. (1993) [Produktivnost' i kachestvo zerna jarovoi pshenicy razlichnogo jekologo-geograficheskogo proishozhdenija v uslovijah Severnogo Kazahstana]. Sankt-Peterburg. 151 s.: il. RGB OD, 61 99-3/136-8.
- 25 Shindjapkina K. V., Galiullin A. A. (2016) [Ispol'zovanie tritikalevoj muki v hlebopechenii]. Jekologicheskie problemy i zdorov'e naselenija: sb. nauch. tr. vseros. nauch.-prakt. konf. Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. S. 86–89.



3-бөлім  
**МИКРОБИОЛОГИЯ**

---








Section 3  
**MICROBIOLOGY**

---

Раздел 3  
**МИКРОБИОЛОГИЯ**

МРНТИ 62.09.39, 69.25.15, 34.27.39, 34.27.51

<https://doi.org/10.26577/eb.2021.v89.i4.12>

А.В. Чижаева\* , А.А. Амангелды , А.Ж. Алыбаева ,  
Е.А. Олейникова , М.Г. Саубенова , Ж.Н. Ермекбай ,  
А.А. Айтжанова 

ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: [anna\\_chizhaeva@mail.ru](mailto:anna_chizhaeva@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ *IN VITRO* ПРОБИОТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ, ЦЕННЫХ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

Одним из ключевых пунктов новой парадигмы в работе с рисками биобезопасности аквакультуры является усиление профилактики заболеваний за счет ответственного рыбоводства, включая снижение устойчивости к противомикробным препаратам в аквакультуре и применение подходящих альтернатив противомикробным препаратам, в том числе пробиотиков. В связи с этим, актуальными становятся исследования, направленные на разработку и внедрение в практику новых эффективных пробиотиков для аквакультуры на основе безопасных микроорганизмов, способных предотвращать и лечить заболевания рыб. Целью данного научного исследования являлся поиск и исследование *in vitro* свойств новых активных штаммов молочнокислых бактерий для разработки отечественного пробиотического препарата, повышающего резистентность и продуктивность ценных видов рыб в аквакультуре. Научная и практическая значимость работы связана с получением новых знаний о толерантности различных видов и штаммов молочнокислых бактерий к неблагоприятным факторам среды, моделирующим некоторые условия желудочно-кишечного тракта ценных видов рыб. В результате данного исследования создана коллекция новых активных штаммов молочнокислых бактерий, резистентных к желчи, фенолу, соли, низким значениям pH и способных выживать в условиях желудочно-кишечного тракта рыб, а также сильных антагонистов, способных сдерживать рост патогенов, вызывающих заболевания рыб. Данная коллекция послужит основой для разработки нового эффективного отечественного пробиотика для аквакультуры.

**Ключевые слова:** молочнокислые бактерии, резистентность, антагонист, пробиотик, аквакультура.

A.V. Chizhayeva \*, A.A. Amangeldi, A.Z. Alybaeva, Ye.A. Oleinikova,  
M.G. Saubenova, J.N. Ermekbay, A.A. Aitzhanova

LLP «Scientific and Production Center for Microbiology and Virology,» Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: [anna\\_chizhaeva@mail.ru](mailto:anna_chizhaeva@mail.ru)

### ***In vitro* investigation of probiotic properties new strains of lactic acid bacteria valuable for aquaculture**

One of the key points of new paradigm in addressing aquaculture biosafety risks is to enhance disease prevention through responsible fish farming, including reducing antimicrobial resistance in aquaculture and the use of suitable alternatives to antimicrobials, such as probiotics. In this regard, research aimed at the development and implementation of new, effective probiotics for aquaculture based on safe microorganisms capable of preventing and treating fish diseases becomes relevant. The purpose of this scientific investigation was to search and study *in vitro* the properties of new active strains of lactic acid bacteria for the development of domestic probiotic preparation that increases the resistance and productivity of valuable fish species in aquaculture. The scientific and practical significance of the work is associated with obtaining new knowledge about the tolerance of various species and strains of lactic acid bacteria to adverse environmental factors that model some conditions of the gastrointestinal tract of valuable fish species. In result of this study, a collection of new active strains of lactic acid bacteria resistant to bile, phenol, salt, low pH values and capable of surviving in the gastrointestinal tract of fish, as well as strong antagonists capable of restraining the growth of pathogens causing fish diseases was created. This collection will serve as the basis for the development of a new effective domestic probiotic for aquaculture.

**Key words:** lactic acid bacteria, resistance, antagonist, probiotic, aquaculture.



А.В. Чижаева\*, А.А. Амангелді, А.Ж. Алыбаева, Е.А. Олейникова,  
М.Г. Саубенова, Ж.Н. Еремекбай, А.А. Айтжанова

«Микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: anna\_chizhaeva@mail.ru

### Аквакультураға бағалы сүтқышқылды бактериялардың жаңа штамдарының пробиотикалық қасиеттерін *in vitro* зерттеу

Аквакультураның биоқауіпсіздік қауіпімен күресуде жаңа парадигманың негізгі нүктелерінің бірі – аквакультурада микробқа қарсы төзімділікті төмендету және пробиотиктермен қоса микробқа қарсы қолайлы баламаларды қолдану арқылы жауапты балық өсіру арқылы аурудың алдын алуды күшейту. Осыған байланысты балық ауруларының алдын алатын және емдей алатын қауіпсіз микроорганизмдерге негізделген аквакультураға арналған жаңа, тиімді пробиотиктерді әзірлеуге және енгізуге бағытталған зерттеулер өзекті бола бастады. Бұл зерттеудің мақсаты – аквакультурадағы бағалы балық түрлерінің төзімділігі мен өнімділігін арттыратын отандық пробиотикалық препаратты әзірлеуге арналған сүтқышқылды бактериялардың жаңа белсенді штамдарының қасиеттерін іздеу және *in vitro* зерттеу. Жұмыстың ғылыми-практикалық маңыздылығы бағалы балық түрлерінің асқазан-ішек жолдарының белгілі бір жағдайларын имитациялайтын қолайсыз экологиялық факторларға әр түрлі түрлер мен сүтқышқылды бактериялардың төзімділігі туралы жаңа білім алумен байланысты. Зерттеу нәтижесінде өт қышқылына, фенолға, тұзға төзімді және балықтың асқазан-ішек жолдары жағдайында өмір сүруге қабілетті сүтқышқылды бактериялардың жаңа белсенді штамдарының жиынтығы, сондай-ақ күшті антагонистер балық ауруларын тудыратын қоздырғыштардың өсуін тежеу құрылды. Бұл жинақ аквакультураға арналған жаңа тиімді отандық пробиотикті әзірлеуге негіз болады.

**Түйін сөздер:** сүтқышқылды бактериялар, төзімділік, антагонист, пробиотик, аквакультура.

#### Сокращения и обозначения

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения, FAO – Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций, США – Соединенные Штаты Америки, МКБ – молочнокислые бактерии, GRAS – обычно считаются безопасными, FDA – Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов, QPS – квалифицированная презумпция безопасности, EFSA – Европейское управление по безопасности пищевых продуктов, ATCC – Американская коллекция типовых культур, MAR – множественная антибиотикоустойчивость, КОЕ – колониеобразующие единицы, рРНК – рибосомная рибонуклеиновая кислота, ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота, АТФ – аденозинтрифосфат.

#### Введение

Рыба и рыбные продукты признаны не только одними из самых здоровых продуктов на планете, но также одними из менее вредных для окружающей среды. ВОЗ рекомендует употреблять не менее 16 кг рыбной продукции в год на человека. Помимо этого, большая часть населения в мире зависит от рыбы как основного источника белка. Аквакультура является одним

из секторов рыбного промысла, занимающегося разведением и выращиванием водных организмов (рыб, ракообразных, моллюсков, водорослей) в естественных и искусственных водоёмах, а также на специально созданных морских плантациях. В 2018 году этот сектор рыбного хозяйства являлся значимым источником рыбы, употребляемой в пищу, его продукция составила 52 процента от общего объема [1-3]. Это динамично развивающаяся отрасль рыбоводства, которая основывается на интенсивных технологиях. Однако, болезни водных животных, вызываемые вирусными, бактериальными, паразитическими и грибковыми инфекциями, служат причиной экономических потерь во многих странах (например, в США – до 6 млрд. долл. в год) и являются одним из основных ограничивающих факторов для расширения отрасли аквакультуры [4-7].

Обычно, для профилактики, лечения или борьбы с инфекционными заболеваниями у культивируемых рыб используются вакцины, химические препараты, включая антибиотики. [8-10]. Однако, использование химиотерапевтических средств в аквакультуре может вызвать несколько проблем, включая повышение бактериальной резистентности и появление устойчивых к лекарственным средствам бактерий, которые могут передаваться через пищевую цепь

от рыбы к человеку [11]; а также, остаточное действие антибиотиков в съедобных тканях, что может вызвать проблемы со здоровьем у человека и нанести ущерб водным экосистемам [12-16].

В качестве многообещающего средства для уменьшения зависимости от антибиотиков, вакцин и других лекарственных препаратов, улучшения здоровья рыб в аквакультуре могут служить пробиотики, что подтверждено различными исследованиями [17-26]. Пробиотики определяются как микробные клетки или соединения, которые оказывают благотворное влияние на здоровье их хозяина [27,28]. Применение пробиотиков как профилактического средства или в качестве защитного соединения позволяет предотвратить распространение заболеваний, улучшить состав желудочно-кишечной микробной флоры, увеличить эффективность конверсии корма, улучшить состояние воды в водоеме, повысить врожденный иммунитет, снизить стрессовое состояние и повысить сопротивляемость болезням [29-37].

Микроорганизмы, которые обычно используются в аквакультуре как пробиотики включают дрожжи, бактерии и водоросли [38]. Ко всем пробиотическим штаммам для аквакультуры предъявляются определенные требования: они не должны обладать патогенностью в отношении рыб [39]; не должны содержать генов устойчивости к антибиотикам, кодируемых плазмидой [40]; должны быть устойчивыми к высоким и низким значениям pH среды и высоким концентрациям желчи; должны обладать высокой адгезионной способностью; иметь высокую антагонистическую активность в отношении возбудителей болезней рыб; иметь высокую ферментативную активность; иметь местное происхождение [20]. Молочнокислые бактерии (МКБ), отвечают этим требованиям и могут быть весьма успешными микроорганизмами для создания пробиотиков для рыб на их основе. МКБ являются представителями микробиоты рыб [41], они обладают антагонистической активностью к условно-патогенным бактериям, дрожжам и плесневым грибам (*B. subtilis*, *S. aureus*, *Pseudomonas sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Mucor sp.*, *Fusarium sp.* и др.), возбуждающим инфекции рыб, микробиологическую порчу кормов, загрязняющим водоемы. Лактобактерии являются безопасными микроорганизмами, т.к. имеют статус GRAS (FDA) и статус QPS (EFSA) [42]. Они продуцируют антагонистически активные метаболиты – органические кислоты, CO<sub>2</sub>,

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, жирные кислоты, антибиотики (Реутерин) и бактериоцины (Низин, Лейкоцин, Сакацин, Педиоцин PAI/AcH, Энтероцины AS-48, A and B, другие) [43-45]. Применение пробиотиков на основе молочнокислых бактерий в аквакультуре повышает устойчивость к инфекциям и стрессовым факторам, выживаемость и продуктивность рыб [26, 46-47]. Для того, чтобы пробиотические клетки оказывали максимально положительный эффект, попав в организм водного животного, они должны обладать высокой выживаемостью при прохождении агрессивной среды желудочно-кишечного тракта хозяина [48]. Таким образом, высокая устойчивость штаммов к неблагоприятным условиям ЖКТ в сочетании с высокой антимикробной активностью против патогенов могут служить основанием для создания на их основе эффективного пробиотика.

Цель данной работы: выделение и исследование *in vitro* свойств новых активных штаммов молочнокислых бактерий для разработки отечественного пробиотического препарата, повышающего резистентность и продуктивность ценных видов рыб в аквакультуре.

#### Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись изоляты молочнокислых бактерий, выделенные из сырьевых компонентов (зерно и мука кукурузы, пшеницы, ячменя ржи, пшеничная клейковина и зародыш, кукурузный глютен и др.), входящих в рецептуры кормов для рыб. Тестами для определения антагонистической активности служили штаммы из коллекции Научно-производственного центра микробиологии и вирусологии (г.Алматы): мицелиальные грибы *Penicillium sp.*, *Aspergillus niger*, *Fusarium sporotrichioides*, бактерии *Escherichia coli*, *Mycobacterium citreum*, *Staphylococcus aureus*, *Sarsina flava*, *Bacillus subtilis*. Бактерии культивировали на среде Meat Infusion Agar (TM Media, Индия), мицелиальные грибы – на среде Czapek Dox Agar (TM Media, Индия).

Изоляты молочнокислых бактерий получали методом посева определенного количества сырья и его разведений на селективные питательные среды MRS Agar (TM Media, Индия) и Lactic Streak Agar (TM Media, Индия). Отдельные колонии пересеивали в стерильное обезжиренное молоко; изоляты, образующие сгусток, использовали для получения чистой культуры и дальнейших исследований их пробиотических свойств. Для культивирования чистых культур

использовали жидкую питательную среду MRS Broth (TM Media, Индия).

Исследование фенотипических признаков чистой культуры штамма: культуральные свойства колоний, морфология клеток в микроскопических препаратах (в живом и зафиксированном виде), отношение к окраске по Граму, способность к спорообразованию, а также каталазная и нитратредуцирующая активность, тест на индол, проводили общепринятыми в микробиологии методами анализа [49].

Биохимическое исследование фенотипических признаков выделенных изолятов (сахаролитический профиль) проводили с использованием бульона с бромкрезоловым пурпурным (HiMedia, Индия) и стандартных дисков, пропитанных углеводами или многоатомными спиртами.

Кислотообразующие свойства выделенных изолятов оценивали по активной (рН) и титруемой кислотности при культивировании в стерильном обезжиренном молоке, соответственно потенциметрическим или титрометрическим методами [49].

Протеолитическую активность исследовали на питательной среде следующего состава (% мас./об.): пептон -0,5; говяжий экстракт - 0,3; обезжиренное молоко -1; агар -1,8; вода -100. Молоко стерилизовали отдельно, добавляли перед использованием в стерильную расплавленную среду, тщательно перемешивали. Теплую питательную среду разливали по чашкам и давали остыть, далее агаровую среду перфорировали стерилизованной пробкой Бора и заливали в лунки суточную культуру МКБ, предварительно выращенную на MRS при соответствующей оптимальной температуре. Чашки выдерживали при 30, 37 °С в течение 48 ч инкубации и наблюдали за протеазой по зоне просветления молочной среды вокруг лунки, измеряя диаметр зоны [50].

Исследование устойчивости выделенных штаммов к антибиотикам проводили диско-диффузионным методом с наложением стандартных бумажных дисков, пропитанных антимикробными препаратами на поверхность агаризованной среды MRS Agar (TM Media, Индия). Чашки Петри с питательной средой засеивали однородным газонем суточных культур лактобактерий (по 0,1 мл суспензии на одну чашку), затем на поверхность питательной среды укладывали диски, содержащие антимикробные препараты. Культивирование вели в течение 3 суток при 30° и 37°С. Чувствительность исследуемых штаммов к антибиотикам определяли по диаметру

зоны подавления роста. Индекс MAR рассчитывали согласно Krumperman [51]: количество неэффективных антибиотиков/количество использованных антибиотиков. При определении степени чувствительности штаммов к антибиотикам использовали критерии интерпретации результатов для оценки чувствительности лактобактерий, изложенные в МУ 2.3.2.2789—10 [49].

Исследование пробиотического потенциала штаммов проводили тестированием *in vitro* антагонистической активности и толерантности к неблагоприятным факторам среды – определение оптимальных и предельных температур роста и рН среды; рост в присутствии NaCl, желчи, фенола, моделирующим некоторые условия желудочно-кишечного тракта ценных видов рыб (*Salmo sp.*, *Oncorhynchus sp.* и др.).

Антагонистические свойства изолятов молочнокислых бактерий в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов различных групп (тест-культур) первично устанавливали методом диффузии в агар из лунок [52].

Определение устойчивости к кислой (рН 3; 4) и щелочной реакции среды (рН 8,3; 9,2; 9,6) проводили засеиванием 0,1 мл суточной исследуемой культуры в 10 мл жидкой питательной среды MRS Broth (TM Media, Индия) с различным значением рН (контроль – рН7,0). Посевы выдерживали при 30, 37°С в течение 48 часов, проверяя рН. Жизнеспособность клеток определяли методом подсчета колоний на чашках с MRS Agar [49].

Для определения устойчивости к желчи исследуемые культуры культивировали в MRS Broth (TM Media, Индия), содержащем 20, 30 и 40 % желчи (рН 6,8-7,0) при 30, 37°С в течение 24 ч. Количество выживших клеток определяли по количеству жизнеспособных клеток бактерий в 1 см<sup>3</sup> культуральной жидкости [49].

Устойчивость выделенных изолятов лактобактерий к различным концентрациям бактерий NaCl (от 2 до 6,5 %) определяли в MRS Broth (TM Media, Индия) с добавлением соли. Посевы культивировали 24 ч при 30, 37°С. Жизнеспособность клеток определяли по числу КОЕ [49].

Чувствительность штаммов молочнокислых бактерий к фенолу исследовали в MRS Broth (TM Media, Индия) с добавлением 0,4% фенола. Инокуляты культивировали в течение 24 ч при 30, 37°С. Жизнеспособность клеток определяли по числу КОЕ [50].

Молекулярно-генетическую идентификацию проводили путем секвенирования по Сэнгеру [53].

Все результаты были средними из трех независимых экспериментов с тремя параллельными повторениями (n=9). Для оценки результатов использовались стандартные статистические методы в Excel (Microsoft® Office 2010) с использованием критерия Стьюдента [54]. Различия считались достоверными при  $p \leq 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

С целью выделения новых антагонистически активных штаммов молочнокислых бактерий

нами проводилось микробиологическое исследование сырьевых компонентов растительного (кукуруза, пшеница, рожь, ячмень, шрот и жмых подсолнечный, шрот и жмых соевый, пшеничные клейковина и зародыш, кукурузный глютен и др.) и животного (рыбная, мясокостная, крилевая мука, сухое молоко и др.) происхождения, входящих в рецептуры кормов для рыб. Из вышеуказанных объектов, в основном растительного происхождения, нам удалось выделить 15 изолятов, предположительно молочнокислых бактерий (рисунок 1).

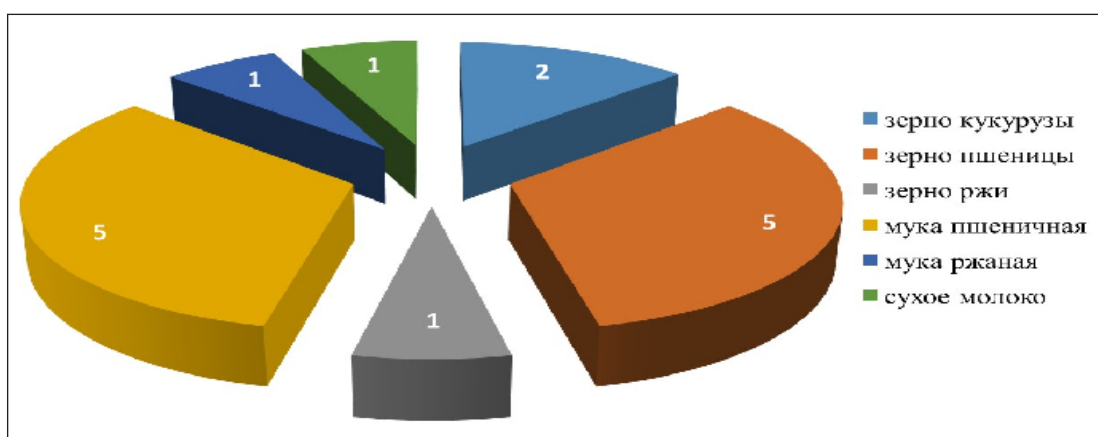


Рисунок 1 – Локализация молочнокислых бактерий в сырьевых компонентах, входящих в рецептуры кормов для рыб

Все штаммы–кандидаты, а также производственные штаммы пробиотиков при использовании в обязательном порядке должны проверяться по культуральным, тинкториальным, морфологическим, биохимическим свойствам и безопасности (*in vitro* и *in vivo*).

В ходе микробиологического изучения фенотипических признаков вновь выделенных бактерий нами было показано, что клетки 15 исследуемых изолятов были неподвижны, не содержали спор и капсул, окрашивались положительно по Граму, были каталазонегативны, не восстанавливали нитраты, имели отрицательный тест на индол. По этим признакам они являлись типичными представителями группы молочнокислых бактерий. При культивировании на твердых и питательных средах все выделенные штаммы не проявляли признаков диссоциации, обладали однородными морфологическими и тинкториальными свойствами. На основании формы клеток – мелкие палочки, изогнутые палочки или кокки; их агрегации – одиночные, парные, тетракок-

ки или цепочки различной длины, 15 выделенных изолятов были предварительно отнесены к лактобациллам, педиококкам и лейконостокам. Молекулярно-генетическая идентификация выделенных изолятов позволила выявить принадлежность 1 штамма, выделенного из пшеничной муки, к еще одному роду молочнокислых бактерий – р. *Enterococcus*. В приводимых ниже результатах исследований будет указана видовая принадлежность выделенных изолятов, в соответствии с новой таксономической классификацией, предложенной Jinshui Zheng с соавторами [55].

Результаты исследования кислотообразующей и протеолитической активности у выделенных штаммов молочнокислых бактерий, представленные в таблице 1, свидетельствуют о наличии среди них как штаммов с высокой энергией кислотообразования и средней протеолитической активностью (*Wg-35*, *Wf-2*, *Wf-6*, *Wf-20*, *Kc-1*), так и штаммов с низкой способностью к продукции кислот и пептизации белка (*Mg-1*,

*Mg-2, Rg-9*). При тестировании культур молочнокислых бактерий на протеолитическую активность выявлено, что при добавлении в молочный агар небольших количеств пептона и мясного экстракта наблюдается активация ферментных протеолитических систем у всех штаммов молочнокислых бактерий. Среди всех выделенных культур следует отметить новый выделенный штамм *Lacticaseibacillus paracasei Wf-20*, обладающий наиболее высокой протеиназно-пептидазной активностью, сравнимой с активностью известных производственных пробиотических штаммов лактобацилл [50]. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования активных штаммов в составе пробиотического препарата для рыб, поскольку продукция органических кислот, а также внеклеточных и клеточносвязанных протеиназ и пептидаз обуславливает лечебно-профилактические свойства культур, играет существенную роль в нормализации белкового обмена в организме, а также способствует лучшей конверсии и усвоению корма [56].

Исследование способности микроорганизмов сбраживать различные углеводы и многоатомные спирты необходимо для их первичной идентификации по классической системе. Кроме этого, знание профиля ферментации культуры позволяет направленно регулировать продукцию штаммом различных метаболитов: молочной кислоты и др. В связи с этим, у выделенных нами 15 изолятов бактерий был исследован их сахаролитический профиль (таблица 1). Моносахариды – самый быстрый и качественный источник энергии для процессов, происходящих в клетке. Как видно из таблицы 1, почти все 15 изолятов, обладают способностью сбраживать гексозы (глюкозу, фруктозу, галактозу, маннозу) и олигосахариды, включающие остатки гексоз (галактозу, сахарозу, мальтозу и трегалозу). Дисахариды мальтоза и трегалоза, состоящие из двух остатков глюкозы, расщепляются и утилизируются почти всеми новыми изолятами бактерий, кроме трех. Дисахариды сахароза и лактоза, содержащие в своем составе кроме глюкозы, остатки фруктозы и галактозы соответственно, оказались недоступны всего трем изолятам. Отсутствие ферментов, расщепляющих эти дисахариды на сбраживаемые мономеры, не позволяют штамму *Pediococcus lolii Wg-4* использовать в своем энергетическом обмене сахарозу и лакто-

зу, штамму *Lacticaseibacillus casei Wf-10* – сахарозу, а *Leuconostoc mesenteroides Mg-2* – лактозу. Тест на способность ферментировать полисахарид рамнозу показал, что ни один из новых изолятов не имеет ферментов, расщепляющих эту гексозу. Многие растительные компоненты кормов для рыб содержат в своем составе низкий уровень легкодоступных углеводов. Для лучшей конверсии этих растительных субстратов предпочтительно включать в состав пробиотических препаратов для рыб пентозосбраживающие штаммы молочнокислых бактерий. Среди выделенных нами изолятов, способность к сбраживанию пентоз, в частности арабинозы, проявили всего 5 исследованных штаммов. Три из них слабо сбраживали также ксилозу. Раффинозу утилизировали 3 штамма – *Leuconostoc mesenteroides Mg-1, Mg-2* и *Lactiplantibacillus plantarum Wg-1*, что свидетельствует о наличии у них специфических гликозилгидролаз.

Необходимо отметить, что тест на сахаролитические ферменты, помимо определения таксономической идентификации изолятов, позволил выявить индивидуальные особенности штаммов. Однако, из-за сходности биохимических свойств возникли сложности с видовой дифференциацией по сахаролитическому профилю и по молекулярно-генетическому исследованию 16S рРНК среди штаммов, отнесенных к *Lacticaseibacillus casei* и *Lacticaseibacillus paracasei*, а также к *Enterococcus sp.* Для более точной идентификации новых изолятов молочнокислых бактерий в дальнейшем будут проведены дополнительные молекулярно-генетические исследования с использованием специфических видовых праймеров.

Исследование чувствительности к антибиотикам – один из важных этапов оценки безопасности пробиотического штамма. В опытах *in vitro* показано, что при определенных условиях (расположение генов антибиотикорезистентности на плазмидной ДНК, большой размер плазмид и их способность к самостоятельному переносу, наличие половых ворсинок у клеток и др.) есть риск передачи гена антибиотикостойчивости пробиотических культур к патогенным микроорганизмам [40]. К тому же индекс множественной устойчивости к антибиотикам (MAR) позволяет судить о степени загрязнения источника происхождения штамма и рисках его дальнейшего использования [57,58].



Определение *in vitro* фенотипического профиля чувствительности/резистентности к антимикробным препаратам у выделенных нами штаммов молочнокислых бактерий (таблица 2) показало, что все они в разной степени чувствительны к рифампицину, олеандомицину, ампицилину, линкомицину, эритромицину. Большинство изолятов проявляло также чувствительность к тетрациклину, канамицину и бензилпенициллину. Устойчивость к антибиотикам, зависела от таксономической принадлежности лактобактерий. Так, штаммы *Leuconostoc mesenteroides* Mg-1, Mg-1 были устойчивы к пefлоксацину и ванкомицину, *Lactiplantibacillus plantarum* Wg-1 проявил резистентность к ванкомицину и фуразолидону, а *Latilactobacillus curvatus* Wg-3 – к бензилпенициллину. Педиококки (*Pediococcus lolii* Wg-4) были устойчивы к канамицину и фуразолидону. Все изоляты, относящиеся к *Lacticaseibacillus paracasei* и *Limosilactobacillus pontis*, кроме *Lacticaseibacillus paracasei* Wg-8, были чувствительны ко всем тестируемым антибиотикам. Штамм *Lacticaseibacillus paracasei* Wg-8 обладал резистентностью к тетрациклину и гентамицину.

Энтерококки (*Enterococcus durans* Wf-71) были устойчивы к гентамицину и бензилпенициллину. *Limosilactobacillus fermentum* Rf-3 был резистентен к ванкомицину и тетрациклину. А вот среди *Lacticaseibacillus casei*, изолят Wf-10 (выделенный из пшеничной муки) был чувствительным ко всем антибиотикам, тогда как *Lacticaseibacillus casei* Kc-1 (выделенный из сухого молока) был самым антибиотикорезистентным среди всех выделенных штаммов, он был устойчив к четырем из двенадцати тестируемых антибиотиков – к тетрациклину, канамицину, гентамицину и фуразолидону.

Определение индекса MAR показало, что источники выделения всех штаммов, кроме *Lacticaseibacillus casei* Kc-1, являются естественной средой, где не были использованы антибиотики и выделенные штаммы молочнокислых бактерий, имеющие индексы  $MAR < 0,2$  [57] могут быть использованы как пробиотические штаммы, не относящиеся к категории антибиотикоустойчивых. Тогда как, сухое молоко, из которого был выделен изолят Kc-1, вероятно содержало следы антибиотиков, о чем свидетельствует индекс  $MAR = 0,33$ .

Далее было проведено исследование выживаемости выделенных лактобактерий при стрессовых значениях pH (рисунок 2) и в присутствии 20, 30, 40 % желчи (рисунок 3), являющихся максимальными концентрациями, с которыми встречаются клетки бактерий в желудке и различных отделах кишечника.

Установлено, что для большинства исследуемых штаммов молочнокислых бактерий значение pH 3,0 является стрессовым фактором, выживаемость клеток в этих условиях составляет от 0 – 15%. Наиболее кислотоустойчивыми являются штаммы *Limosilactobacillus pontis* Wf-6 – 15%, *Lacticaseibacillus paracasei* Wf-20 – 12% и *Latilactobacillus curvatus* Wg-3 – 86%.

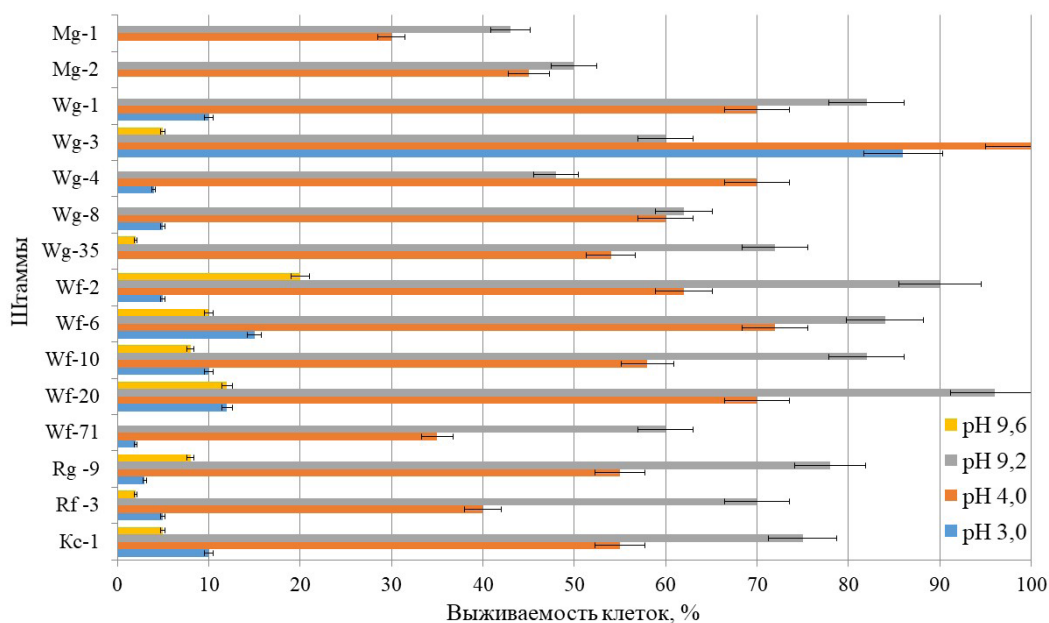
Следует отметить, что штаммы Wf-6 и Wf-20 сами являются сильными кислотообразователями и, соответственно, это объясняет их резистентность к низким pH. А штамм *Lb. curvatus* Wg-3, обладающий средней энергией кислотообразования, тем не менее, проявляет среди всех выделенных штаммов наиболее высокую жизнеспособность в кислой среде при pH 3,0. Высокую выживаемость штамма *Lb. curvatus* PA40 отмечал и Hong с соавторами [59], выделенный ими штамм показывал высокую выживаемость 97,8% в среде с 1% пепсина при pH 2,5. Zommiti и др. [60] получили подобный результат с *Lb. curvatus* DN317, который остается жизнеспособным при pH 2,5. Это указывает на то, что желудок с низкой pH может служить средой обитания *Lb. curvatus*. В своем обзоре Ying Chen с соавторами [61] пытаются разобраться в механизме этой толерантности. Возможно, *Lb. curvatus* может препятствовать проникновению  $H^+$ , изменяя структуру и проницаемость клеточной мембраны. Продуцируемые экзополисахариды также могут обеспечить ему способность переносить кислую среду. *Lb. curvatus* также может производить аммиак для изменения pH окружающей среды. Тем не менее, это всего лишь гипотеза, для подтверждения которой требуются дальнейшие исследования.

Повышение pH среды до 9,2 не является значительным ингибирующим фактором для тестируемых штаммов молочнокислых бактерий, так как выживаемость культур в этих условиях довольно высокая – 43-96% в зависимости от штамма. Неблагоприятной для жизнеспособности молочнокислых бактерий является более щелочная среда при pH 9,6; в таких условиях выживают только 67% исследуемых культур, однако их жизнеспособность колеблется в пределах 2-20%. Наибольшую устойчивость к сильнощелочной среде проявляют штаммы *Lb. paracasei* Wf-2 и *Lb. paracasei* Wf-20, соответственно 20% и 12%, тогда как штамм *Lb. paracasei* Wg-8 демонстрирует чувствительность к щелочным условиям среды. Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о том, что устойчивость молочнокислых бактерий к различным значениям pH среды является не только видовым, но и штаммоспецифичным признаком.

Таблица 2 – Чувствительность молочнокислых бактерий к антибиотикам (R-резистентный)

Штамм	Индекс MAR	Зона задержки роста (мм)											
		Тетрациклин	Рифампицин	Канамидин	Олеандомицин	Ампициллин	Гентамицин	Пефлоксацин	Ванкомицин	Линколин	Фуразолидон	Бензилпенициллин	Эритромицин
<i>Leuconostoc mesenteroides Mg-1</i>	0,17	20	26	11	21	17	16	R	R	20	20	14	20
<i>Leuconostoc mesenteroides Mg-2</i>	0,17	17	31	12	14	30	15	R	R	36	28	28	23
<i>Lactiplantibacillus plantarum Wg-1</i>	0,17	14	29	11	16	30	11	R	R	36	R	31	29
<i>Lactilactobacillus curvatus Wg-3</i>	0,08	39	37	20	12	19	30	41	28	43	35	R	12
<i>Pediococcus lolii Wg-4</i>	0,17	17	24	R	21	17	17	11	11	23	R	14	21
<i>Lacticaseibacillus paracasei Wg-8</i>	0,17	R	29	11	30	32	R	24	17	34	19	33	22
<i>Lacticaseibacillus paracasei Wg-35</i>	0	33	32	14	35	26	29	21	18	21	27	26	38
<i>Lacticaseibacillus paracasei Wf-2</i>	0	32	39	21	26	29	15	19	18	35	16	33	33
<i>Limosilactobacillus pontis Wf-6</i>	0	24	38	15	32	28	18	23	18	27	16	27	35
<i>Lacticaseibacillus casei Wf-10</i>	0	30	39	14	32	28	16	23	14	35	12	32	27
<i>Lacticaseibacillus paracasei Wf-20</i>	0	22	36	12	27	34	21	19	24	29	20	34	35
<i>Enterococcus durans Wf-71</i>	0,17	19	11	13	18	13	R	13	16	20	18	R	25
<i>Limosilactobacillus pontis Rg-9</i>	0	28	32	14	33	31	26	20	19	37	28	33	30
<i>Limosilactobacillus fermentum Rf-3</i>	0,17	R	26	10	20	35	18	15	R	39	20	15	28
<i>Lacticaseibacillus casei Kc-1</i>	0,33	R	34	R	19	28	R	29	18	33	R	27	24

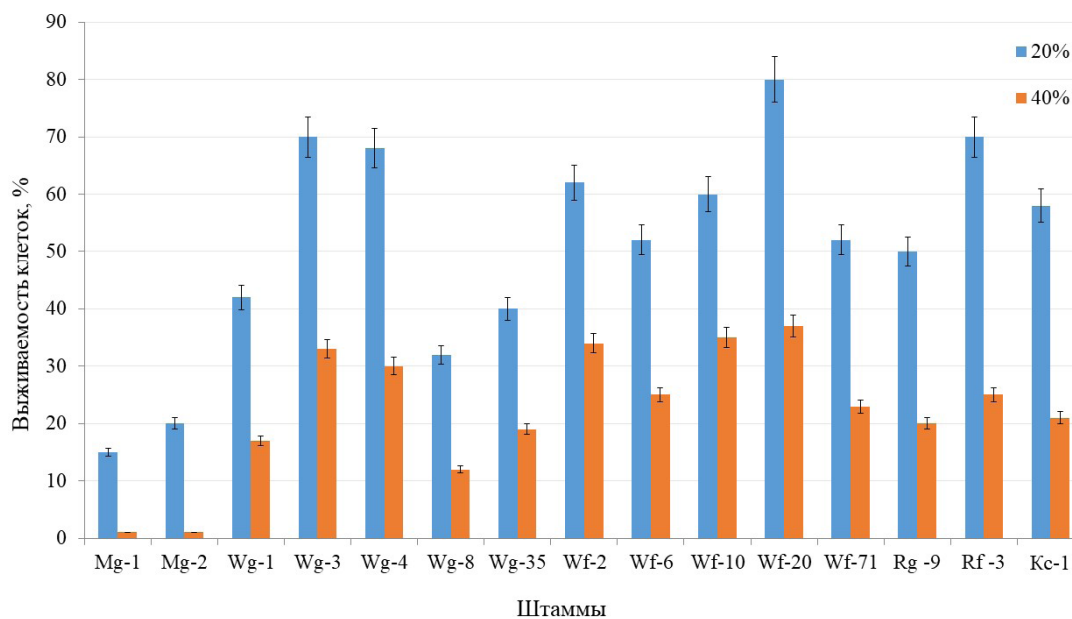




**Рисунок 2** – Степень выживаемости молочнокислых бактерий при различных значениях pH

На рисунке 3 представлены результаты исследования степени выживаемости выделенных лактобактерий при росте в присутствии 20 и 40 % желчи. Все изоляты молочнокислых бактерий проявляли снижение показателей роста в присутствии желчи с концентрацией 20% и выше, что объясня-

ется тем, что желчные соли способны дезорганизовывать структуру клеточной мембраны, состоящую из липидов и жирных кислот; вызывать индукцию окислительного стресса, изменения метаболизма сахаров и неправильную укладку белков, а также вызывать повреждение ДНК [62].



**Рисунок 3** – Влияние различных концентраций желчи на выживаемость клеток лактобактерий

При этом, все штаммы лактобактерий вели себя в этом тесте совершенно по-разному, степень выживаемости при концентрации желчи 20% составляла 15-80%, а в присутствии 40% желчи – 5-37%. Наименьшей устойчивостью к желчным солям обладали штаммы *Leuconostoc mesenteroides* Mg-1, Mg-1. Штамм *Lb. paracasei* Wf-20 продемонстрировал наибольшую резистентность к высоким концентрациям желчи, что особенно важно для пробиотических бактерий, поскольку их полезные эффекты должны проявляться в присутствии этой биологической жидкости.

Понимание механизмов, с помощью которых пробиотические бактерии способны пережить стресс, вызванный солями желчных кислот, долгое время было противоречивым, но современные – omics технологии для анализа характеристик штаммов *in vivo* раскрыли белковые и генные сети, участвующие в этом процессе, и определили специфические реакции, направленные на преодоление стресса

желчи. Так, обычным ответом лактобактерий на стресс желчи являются: активация молекулярных механизмов для противодействия окислительному и кислотному стрессу; использование систем оттока желчи, а также модификация желчи с помощью гидролаз солей желчных кислот [62].

Исследование резистентности молочнокислых бактерий к фенолу показало, что все выделенные культуры молочнокислых бактерий способны выживать в присутствии фенола с концентрацией 0,4%, при этом степень выживаемости клеток у 10 из 15 тестируемых штаммов была выше 30% (рисунок 4). К высокотолерантным в отношении фенола можно отнести 4 штамма – *Lactiplantibacillus plantarum* Wg-1, *Lacticaseibacillus paracasei* Wf-2, *Lacticaseibacillus casei* Wf-10 и *Lacticaseibacillus paracasei* Wf-20 (более 40% выживших клеток). Наибольшей устойчивостью к фенолу обладал штамм *Lb. casei* Wf-10 – 58%, наименьшей – *Leuconostoc mesenteroides* Mg-1 -10%.

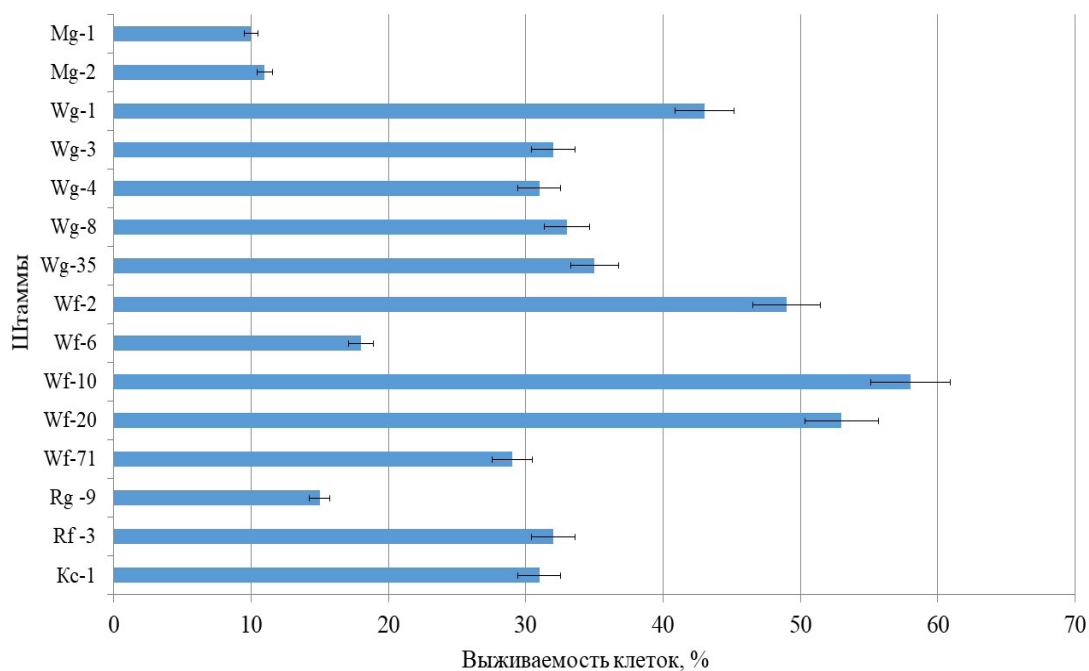


Рисунок 4 – Резистентность молочнокислых бактерий к фенолу

Известно, что высокая концентрация соли провоцирует в организме потерю тургора, когда вода движется из клетки наружу, что приводит к нарушению физиологии бактерий, активности определенных ферментов и обмена

веществ. Молочнокислые бактерии с высокой толерантностью к осмотическому давлению являются отличными кандидатами в пробиотики как для пресноводной, так и морской аквакультуры, а также могут быть использованы в

пищевых производствах. Результаты исследования осмотической устойчивости выделенных культур молочнокислых бактерий представлены на рисунке 5.

Тестирование на солеустойчивость выделенных культур молочнокислых бактерий показало, что все они способны расти в присутствии 6,5% NaCl, однако степень их выживаемости различна и зависит от штамма. Наименее осмотолерантными оказались штаммы *Limosilactobacillus*

*pontis* Rg-9 и *Enterococcus durans* Wf-71, процент выживаемости их клеток 8-9%. Максимальную резистентность к высокой концентрации хлорида натрия проявляли *Lb. casei* Wf-10 и *Lb. paracasei* Wf-20 – 60% и 56% выживших клеток соответственно. Различия в осмотической толерантности у бактериальных штаммов обусловлены различным составом их мембранных фосфолипидов, а также действием АТФ-зависимого глицинбетаина транспортера QacT [63].

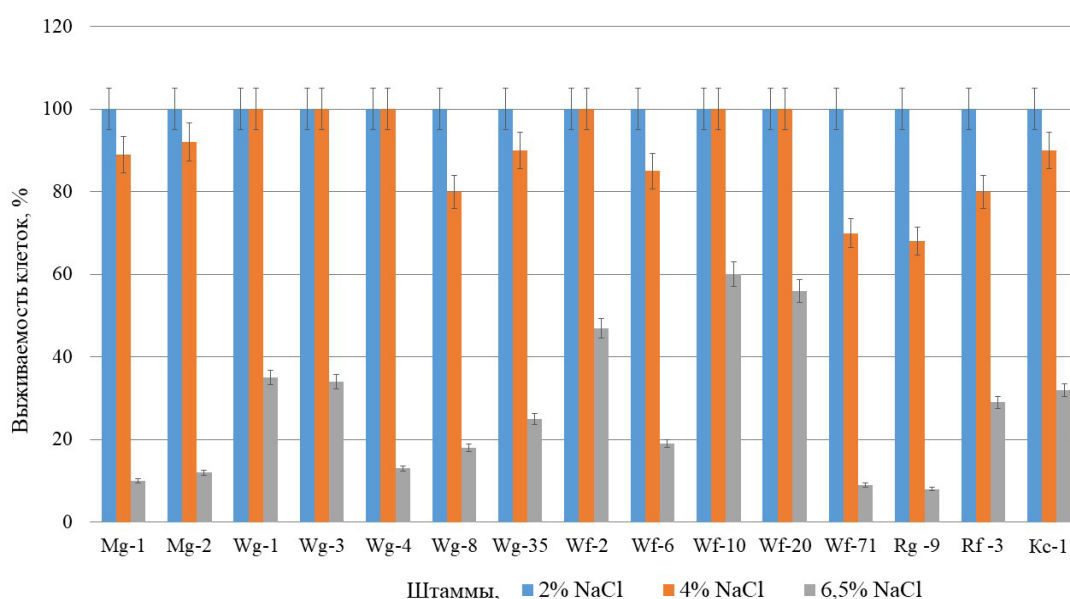


Рисунок 5 – Осмотолерантность молочнокислых бактерий

С целью поиска новых антагонистов, у выделенных штаммов молочнокислых бактерий была исследована *in vitro* антагонистическая активность в отношении оппортунистических и патогенных бактерий, а также микотоксигенных грибов, вызывающих заболевания рыб, загрязняющих кормовое сырье и воду в условиях аквакультуры (таблица 3). Согласно данным, полученным в ходе исследования и представленным в таблице 3, среди выделенных штаммов есть активные антагонисты как в отношении грамположительных, так и грамотрицательных бактерий. Пять новых штаммов молочнокислых бактерий *Pediococcus lolii* Wg-4, *Lb. paracasei* Wf-2, *Lb. pontis* Wf-6, *Lb. casei* Wf-10 и *Lb. paracasei* Wf-20 проявляли довольно высокую противогрибковую активность в отношении плесневых грибов

*Penicillium* sp., *Aspergillus niger*, *Fusarium sporotrichioides*.

Следует отметить, что некоторые исследуемые штаммы, например, *Lactocaseibacillus casei* Wf-10, имея высокую ингибирующую способность в отношении тест-культур, обладали низкой кислотообразующей активностью. Можно предположить, что антагонизм этих штаммов, возможно, обусловлен не только действием органических кислот, образуемых ими, но и продукцией других антимикробных метаболитов или бактериоцинов. Исследование молекулярно – биохимической природы антагонистической активности, наличие генов, кодирующих синтез бактериоцинов у новых штаммов станет предметом дальнейших исследований в рамках данного проекта.

Таблица 3 – Характеристика антагонистической активности выделенных штаммов молочнокислых бактерий

Штамм	Антагонистическая активность к тест-культурам, диаметр зоны, мм							
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Sarsina flava</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Mycobacterium citreum</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Fusarium sporotrichoides</i>
<i>L. mesenteroides</i> Mg-1	10±0,12	11±0,23	-	12±0,13	16±0,64	-	-	-
<i>L. mesenteroides</i> Mg-2	12±0,18	13±0,20	-	13±0,24	17±0,70	-	-	-
<i>Lb. plantarum</i> Wg-1	17±0,91	18±0,67	17±0,52	19±0,86	11±0,11	15±0,05	11±0,03	10±0,21
<i>Lb. curvatus</i> Wg-3	16±0,90	18±0,52	14±0,13	21±0,79	15±0,62	13±0,02	11±0,01	12±0,37
<i>P. acidilactici</i> Wg-4	11±0,32	16±0,12	8±0,08	20±0,67	24±1,07	15±0,31	14±0,42	13±0,01
<i>Lb. paracasei</i> Wg-8	12±0,34	14±0,28	13±0,12	18±0,32	24±0,99	12±0,80	10±0,01	11±0,03
<i>Lb. paracasei</i> Wg-35	13±0,29	15±0,64	15±0,60	19±0,48	23±1,09	15±0,54	11±0,44	12±0,04
<i>Lb. paracasei</i> Wf-2	19±1,00	19±0,35	19±0,26	25±1,07	26±0,89	18±0,52	11±0,21	14±0,60
<i>Lb. pontis</i> Wf-6	17±0,63	24±1,09	18±0,19	24±0,98	21±1,10	17±0,63	11±0,37	15±0,35
<i>Lb. casei</i> Wf-10	19±0,54	31±1,11	22±1,01	27±1,09	25±0,92	18±0,28	10±0,36	14±0,27
<i>Lb. paracasei</i> Wf-20	20±1,03	29±1,03	22±0,89	27±1,13	25±1,09	19±0,97	11±0,24	17±0,31
<i>E. durans</i> Wf-71	17±0,51	19±0,69	17±0,23	21±0,44	22±1,08	-	-	10±0,45
<i>Lb. pontis</i> Rg-9	15±0,27	20±0,99	14±0,48	22±0,76	16±1,05	10±0,03	10±0,02	12±0,18
<i>Lb. fermentum</i> Rf-3	16±0,39	18±0,47	15±0,87	19±0,21	17±0,21	11±0,08	10±0,01	15±0,13
<i>Lb. casei</i> Kc-1	18±0,17	24±1,08	18±0,98	23±1,03	20±0,77	17±0,35	11±0,45	13±0,21

## Заключение

Основой успеха в создании пробиотика является правильный выбор эффективного и безопасного штамма-кандидата. Нами из сырьевых компонентов кормов для рыб были выделены 15 новых штаммов молочнокислых бактерий, которые в результате исследований были идентифицированы и отнесены к 9-ти видам: *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactilactobacillus curvatus*, *Pediococcus lolii*, *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lacticaseibacillus casei*, *Limosilactobacillus pontis*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Enterococcus durans*, большая часть которых является представителями нормальной микрофлоры рыб.

Многие из вновь выделенных культур молочнокислых бактерий характеризуются штаммовыми отличиями от типовых представителей их видов по способности ферментировать углеводные субстраты, устойчивости к антибиотикам, по степени выживаемости в неблагоприятных условиях среды. При изучении спектра ферментации углеводов нами выявлены штаммы лактобацилл, ферментирующие углеводы, наиболее распространенные в сырьевых компонентах кормов для рыб, а также пентозосбраживающие штаммы, способные использовать труднодоступные углеводы растительного сырья. Выявлен штамм *Lb. paracasei Wf-20*, обладающий высокой протеолитической активностью, не характерной для молочнокислых бактерий. Эти штаммы-кандидаты при условии их включения в состав пробиотика будут способствовать лучшей конверсии и усвояемости кормов для рыб.

Анализ результатов проведенных исследований показывает, что выделенные штаммы молочнокислых бактерий *Lb. curvatus Wg-3*, *Lb. paracasei Wf-2*, *Lb. pontis Wf-6*, *Lb. casei Wf-10* и *Lb. paracasei Wf-20* характеризуются как высокоустойчивые к стрессовым значениям pH, к максимальным концентрациям желчи и фенола, встречающимся в условиях желудочно-кишечного

тракта рыб, а также как сильные антагонисты к патогенным бактериям и плесневым грибам.

Полученные данные будут служить основой для прогнозирования способности новых штаммов лактобактерий к сохранению ими метаболической активности по мере прохождения через желудочно-кишечный тракт и приживаемости в кишечнике рыб, выживаемости в водоеме, в том числе с морской водой. Штаммы с меньшей устойчивостью к различным концентрациям солей желчных кислот и pH, однако, обладающие высокой антагонистической активностью, могут служить хорошими кандидатами для быстрого лизиса и целевого высвобождения необходимых метаболитов в условиях желудочно-кишечного тракта.

Таким образом, поиск и исследование степени устойчивости новых штаммов молочнокислых бактерий к неблагоприятным факторам окружающей среды, воспроизводящим «*in vitro*» некоторые условия желудочно-кишечного тракта рыб, а также определение их антагонистической активности, позволило выявить перспективные штаммы-кандидаты для создания на их основе пробиотического препарата для ценных видов рыб в аквакультуре.

## Конфликт интересов

Все авторы прочитали и ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

## Финансирование

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант № AP09258412) в рамках бюджетной программы 217 «Развитие науки» и подпрограммы 102 «Грантовое финансирование научных исследований» по приоритету «Рациональное использование водных ресурсов, животного и растительного мира, экология», договор №148/36-21-23 от 07.04.2021г.

## References

- 1 Amal M.N.A., Saad M.Z. (2013) Streptococcosis in tilapia (*Oreochromis niloticus*): a review. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, vol. 34, no 2, pp. 195-206.
- 2 Assefa A., Abunna F. (2018) Maintenance of fish health in aquaculture: review of epidemiological approaches for prevention and control of infectious disease of fish. *Vet. Med. Int.*, e 5432497.
- 3 Ayandele A.A., Oladipo E.K., Oyebisi O., Kaka M.O. (2020) Prevalence of Multi-Antibiotic Resistant *Escherichia coli* and *Klebsiella* species obtained from a Tertiary Medical Institution in Oyo State, Nigeria. *Qatar medical journal*, vol.1, is. 9, pp.1-6.

- 4 Balcazar J.L., Blas I., Ruiz-Zarzuola I., Cunningham D., Vendrell D., Muzquiz J.L. (2006) The role of probiotics in aquaculture. *Vet. Microbiol.*, vol.114, pp.173-186.
- 5 Bhatnagar A., Dhillon O. (2019) Characterization, screening, and application of bacteria with probiotic properties isolated from the gut of *Labeo calbasu* (Hamilton). *Fish. Aquatic Life.*, vol. 27, pp. 178-189. <https://doi.org/10.2478/aopf-2019-0020>.
- 6 Buchinger T.J., Li W., Johnson N.S. (2014) Bile salts as semiochemicals in fish. *Chem.Senses.*, vol.39, is. 8, pp.647-654.
- 7 Cabello F.C. (2006) Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environ. Microbiol.*, vol.68, no7, pp.1137-1144.
- 8 14 Cabello F.C., Godfrey H.P., Buschmann A.H., Dölz H.J. (2016) Aquaculture as yet another environmental gateway to the development and globalisation of antimicrobial resistance. *Lancet Infect. Dis.*, vol. 16, pp.127–133.
- 9 Carlson J.M., Leonard A.B., Hyde E.R., Petrosino J.F., Primm T.P. (2017) Microbiome disruption and recovery in the fish *Gambusia affinis* following exposure to broadspectrum antibiotic. *Infect. Drug Resist.*, vol.10, pp. 143.
- 10 Chirom Aarti, Ameer Khusro, Rakesh Varghese, Mariadhas Valan Arasu, Paul Agastian, Naif Abdullah Al-Dhabi, Soundharrajan Ilavenil, Ki Choon Choi. (2017) In vitro studies on probiotic and antioxidant properties of *Lactobacillus brevis* strain LAP2 isolated from Hentak, a fermented fish product of North-East India. *LWT – Food Science and Technology*, vol.86, pp.438-446.
- 11 Dawood M.A., Koshio S. (2018) Vitamin C supplementation to optimize growth, health and stress resistance in aquatic animals. *Rev. Aquac.*, vol.10, pp. 334-350.
- 12 Dawood M.A.O., Koshio S. (2016) Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: a review. *Aquaculture*, vol. 454, pp. 243-251.
- 13 Di J., Chub Z., Zhang Z., Huang J., Du H., Wei Q. (2019) Evaluation of the potential probiotic *Bacillus subtilis* isolated from two ancient sturgeons on growth performance, serum immunity and disease resistance of *Acipenser dabryanus*. *Fish & Shellfish Immunol.*, vol. 93, pp.711-719. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.08.020>.
- 14 Doan H.V., Soltani M., Ring E. (2021) In vitro antagonistic effect and in vivo protective efficacy of Gram-positive probiotics versus Gram-negative bacterial pathogens in finfish and shellfish. *Aquaculture.*, vol.540, pp.736581. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736581>
- 15 EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), Kostas Koutsoumanis, Ana Allende et al. (2021) Update of the list of QPS-recommended biological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 13: suitability of taxonomic units notified to EFSA until September 2020. *EFSA Journal.*, vol.19, is.1,pp.6377. doi: 10.2903/j.efsa.2021.6377
- 16 Egorov N.S. (1995) *Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii* [Guide to Practical Microbiology Exercises].M.: Izd-vo MGU, 186 p.
- 17 FAO. (2020) *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome, 224 p. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- 18 Garc'és M.E., Olivera N.L., Fern'andez M., Rossi C.R., Sequeiros C. (2020) Antimicrobial activity of bacteriocin-producing *Carnobacterium* spp. isolated from healthy Patagonian trout and their potential for use in aquaculture. *Aquac. Res.* <https://doi.org/10.1111/are.14806>.
- 19 Gasser M., Zingg W., Cassini A., Kronenberg A. (2019) Attributable deaths and disability adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in Switzerland. *Lancet Infect. Dis.*, vol. 19, pp.17-18.
- 20 Ghosh K., Banerjee S., Moon U.M., Khan H.A., Dutta D. (2017) Evaluation of gut associated extracellular enzyme-producing and pathogen inhibitory microbial community as potential probiotics in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Int. J. Aquac.*, vol.7, pp.143-158. <https://doi.org/10.5376/ija.2017.07.0023>.
- 21 Glanc S. (1998) *Mediko-biologicheskaya statistika* [Medical and biological statistics]. Per. s angl., M.: Praktika, 459 p.
- 22 Gong L., He H., Li D., Cao L., Ali Khan T., L, Y., Pan L., Yan,L., Ding X., Sun Y., Zhang Y., Yi G., Hu S., Xia L. (2019) A new isolate of *Pediococcus pentosaceus* (SL001) with antibacterial activity against fish pathogens and potency in facilitating the immunity and growth performance of grass carps. *Front. Microbiol.*, vol. 10, pp. 1384. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01384>.
- 23 Goutam Banerjee, Arun Kumar Ray (2017) The advancement of probiotics research and its application in fish farming industries. *Research in Veterinary Science*, vol. 115, pp.66-77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.01.016>
- 24 Grayfer L., Kerimoglu B., Yaparla A., Hodgkinson J.W., Xie J., Belosevic M. (2018) Mechanisms of fish macrophage antimicrobial immunity. *Front. Immunol.*, vol. 9, pp. 1105. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01105>.
- 25 Gueimonde M., Sánchez B., Reyes-Gavilán C.G.D.L., Margolles A. (2013) Antibiotic resistance in probiotic bacteria. *Front. Microbiol.*, vol.4, pp. 202.
- 26 Hai N.V. (2015) The use of probiotics in aquaculture. *J. Appl. Microbiol.*, vol. 119, is.4, pp.917-935, <https://doi.org/10.1111/jam.12886>.
- 27 Havenaar R., Huis I. (1992) *The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease*/ In: Wood B.J.B. (Ed.) 1. Elsevier, New York, NY, USA. 199p.
- 28 Hong S.W., Kim J.H., Bae H.J., Ham J.S., Yoo J.G., Chung K.S., Oh M.H. (2018) Selection and characterization of broad-spectrum antibacterial substance-producing *Lactobacillus curvatus* PA40 as a potential probiotic for feed additives. *Anim. Sci. J.*, vol.89, pp.1459-1467.
- 29 Hoseinifar S.H., Ringø E., Shenavar Masouleh A., Esteban M.A. (2014) Probiotic, Prebiotic and synbiotic supplements in sturgeon aquaculture: a review. *Rev. Aquacult.*, vol. 6, pp.1-14.
- 30 Hoseinifar S.H., Sun Y.-Z., Wang A., Zhou Z. (2018) Probiotics as means of diseases control in aquaculture, a review of current knowledge and future perspectives. *Front. Microbiol.*, vol. 9, pp.2429, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02429>.

- 31 Kaktcham P.M., Temgoua J.B., Zambou M.N., Diaz-Ruiz G., Wachter C., P'erez- Chabela M.L. (2018) In Vitro evaluation of the probiotic and safety properties of bacteriocinogenic and non-bacteriocinogenic lactic acid bacteria from the intestines of Nile Tilapia and common carp for their use as probiotics in aquaculture. *Probiotics Antimicrob. Prot.*, vol.10, no1, pp.98-109. <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9312-8>.
- 32 Krumperman Paul H. (1983) Multiple Antibiotic Resistance Indexing of *Escherichia coli* to Identify High-Risk Sources of Fecal Contamination of Foods. *Applied and environmental microbiology*, vol.46, no. 1, pp.165-170.
- 33 Kuebutornye F.K.A., Abarike E.D., Lu Y., Hlordzi V., Sakyi M.E., Afriyie G., Wang Z., Yuan Li Y., Xie C.X.(2019) Mechanisms and the role of probiotic *Bacillus* in mitigating fish pathogens in aquaculture. *Fish Physiol. Biochem.*, vol. 46, pp. 819-841. <https://doi.org/10.1007/s10695-019-00754-y>
- 34 Le B., Yang S.H. (2018) Probiotic potential of novel *Lactobacillus* strains isolated from salted-fermented shrimp as antagonists for *Vibrio parahaemolyticus*. *J. Microbiol.*, vol.56, pp. 138-144. <https://doi.org/10.1007/s12275-018-7407-x>.
- 35 Merrifield D.L., Dimitroglou A., Bradley G., Baker R.T.M., Davies S.J. (2010) Probiotic applications for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) I. Effects on growth performance, feed utilization, intestinal microbiota and related health criteria. *Aquacult. Nutr.*, vol. 16, is.5, pp.504-510, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00689.x>.
- 36 Metodicheskie ukazaniya po sanitarno-epidemiologicheskoy ocenke bezopasnosti i funkcional'nogo potenciala probioticheskikh mikroorganizmov, ispol'zuemykh dlya proizvodstva pishchevyykh produktov: Metodicheskie ukazaniya. [Methodological guidelines on sanitary and epidemiological assessment of safety and functional potential of probiotic microorganisms used for food production] (2011) M.: Federal'nyy centr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 104 p.
- 37 Musharrafieh R., Tacchi L., Trujeque J., et al. (2014) *Staphylococcus warneri*, a resident skin commensal of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with pathobiont characteristics. *Vet. Microbiol.*, vol.169, no 1-2, pp. 80-88.
- 38 Nandi A., Banerjee G., Dan S.K., Ghosh K., Ray A.K. (2018) Evaluation of in vivo probiotic efficiency of *Bacillus amyloliquefaciens* in *Labeo rohita* challenged by pathogenic strain of *Aeromonas hydrophila* MTCC 1739. *Probiotics Antimicrob. Proteins.*, vol. 10, is.2, pp. 391-398, <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9310-x>.
- 39 Narayanan Gobi, Baskaralingam Vaseeharan, Jiann-Chu Chen, Ravichandran Rekha, Sekar Vijayakumar, Mahalingam Anjugam, Arokiadhas Iswarya. (2018) Dietary supplementation of probiotic *Bacillus licheniformis* Dab1 improves growth performance, mucus and serum immune parameters, antioxidant enzyme activity as well as resistance against *Aeromonas hydrophila* in tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Fish and Shellfish Immunology*, vol. 74, pp. 501-508.
- 40 Nayak S.K. (2010) Probiotics and immunity: a fish perspective. *Fish Shellfish Immunol.*, vol. 29, pp. 2-14.
- 41 Novik G.I. i dr. (2006) Biologicheskaya aktivnost' mikroorganizmov-probiontov [Biological activity of probiont microorganisms]. *Prikl. biohim. i mikrobiol.*, vol.42, no2, pp. 187-194.
- 42 Okocha R.C., Olatoye I.O., Adedeji O.B. (2018) Food safety impacts of antimicrobial use and their residues in aquaculture. *Public Health Rev.*, vol.39, pp. 21.
- 43 Rico A., Phu T.M., Satapornvanit K., Min J., Shahabuddin A., Henriksson P.J. et al. (2013) Use of veterinary medicines, feed additives and probiotics in four major internationally traded aquaculture species farmed in Asia. *Aquaculture*, vol. 412, pp.231-243.
- 44 Ringø E., Doan H.V., Lee S.O., Soltani M., Hoseinifar S.H., Harikrishnan R., Song S. K. (2020) Probiotics, lactic acid bacteria and bacilli: interesting supplementation for aquaculture. *J. Appl. Microbiol.*, vol.129, is.1, pp. 116-136. <https://doi.org/10.1111/jam.14628>.
- 45 Rotchell D, Paul D. (2016) Multiple Antibiotic Resistance Index. Fitness and Virulence Potential in Respiratory *Pseudomonas aeruginosa* from Jamaica. *Journal of Medical Microbiology*. vol.65, pp.251-271.
- 46 Ruiz L, Margolles A and Sánchez B. (2013) Bile resistance mechanisms in *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*. *Front. Microbiol.*, vol.4, pp.396. doi: 10.3389/fmicb.2013.00396
- 47 Sanger F., Niclein S., Coulson A.R. (1977) DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol.74, pp.5463-5467.
- 48 Sergaliev N.H., Andronov E.E., Pinaev A.G.(2019) Izuchenie mikroflory osetrovyykh vidov ryb, razvodimyykh v UZV s primeneniem metodov metagenomiki [Study of microflora of sturgeon fish species bred in UCV using metagenomics methods] *Sbornik nauchnykh trudov KNCZV*. vol. 8, no1, pp.63–68.
- 49 Soltani M., Ghosh K., Hoseinifar S.H., Kumar V., Lymbery A.L., Roy S., Ringø E. (2019) Genus *Bacillus*, promising probiotics in aquaculture: Aquatic animal origin, bio-active components, bioremediation and efficacy in fish and shellfish. *Rev. Fish. Sci. Aquac.*, vol.27, is.3, pp.331-379. <https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1597010>.
- 50 Soltani M., Lymbery A., Song S.K., Hossein-Shrkarabi P. (2019) Adjuvant effects of medicinal herbs and probiotics for fish vaccines. *Rev. Aquac.*, vol.11, pp.1325-1341. <https://doi.org/10.1111/raq.12295>.
- 51 Steenbergen L., Sellaro R., van Hemert S., Bosch J.A., Colzato L.S. (2015) A randomized controlled trial to test the effect of multispecies probiotics on cognitive reactivity to sad mood. *Brain Behav. Immun.*, vol. 48, pp. 258-264.
- 52 Stentiford G., Neil D., Peeler E., Shields J., Small H., Flegel T. et al. (2012) Disease will limit future food supply from the global crustacean fishery and aquaculture sectors. *J. Invertebr. Pathol.*, vol.110, pp. 141-157.
- 53 Stentiford G.D., Sritunyaluksana K., Flegel T.W., Williams B.A., Withyachumnarnkul B., Itsathitphaisarn O., Bass D. (2017) New paradigms to help solve the global aquaculture disease crisis. *PLoS Pathog.*, no 3. – e1006160.
- 54 Stoyanova L.G., Ustyugova E.A., Netrusov A.I.(2012) Antimikrobnyye metabolity molochnokislykh bakterij: raznoobrazie i svoystva [Antimicrobial metabolites of lactic acid bacteria: diversity and properties] *Prikladnaya biohimiya i mikrobiologiya*, vol. 48, no3, pp.259-275

- 55 Tanwar J., Das S., Fatima Z., Hameed S. (2014) Multidrug resistance: an emerging crisis. *Interdiscip. Perspect. Infect. Dis.* e 541340. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/541340>
- 56 Thilsted S.H., Thorne-Lyman A., Webb P., Bogard J.R., Subasinghe R., Phillips M.J., et al. (2016) Sustaining healthy diets: the role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2015 year. *Food Policy*, vol. 61, pp.126-131.
- 57 Wang Y.B., Li J.R., Lin J. (2008) Probiotics in aquaculture: challenges and outlook. *Aquaculture*, vol. 281, pp.1-4.
- 58 Wasko A., Polak-Berecka M., Gustaw W. (2013) Increased viability of probiotic *Lactobacillus rhamnosus* after osmotic stress. *Acta Aliment.*, vol.42, is.4, pp.520-528.
- 59 World Bank (2013) Fish to 2030: prospects for fisheries and aquaculture. In *Agriculture and Environmental Services Discussion Paper*, no 3.
- 60 Ying Chen, Leilei Yu, Nanzhen Qiao, Yue Xiao, Fengwei Tian, Jianxin Zhao, Hao Zhang, Wei Chen and Qixiao Zhai. (2020) *Lactobacillus curvatus*: A Candidate Probiotic with Excellent Fermentation Properties and Health Benefits. *Foods*, vol.9, pp.1366. doi:10.3390/foods9101366
- 61 Zheng J., Wittouck S., Salvetti E., Franz C.M.A.P. et al. (2020) A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, vol.70, pp. 2782–2858. doi:10.1099/ijsem.0.004107
- 62 39 Zokaeifar H., Balcázar J.L., Kamarudin M.S., Sijam K., Arshad A., Saad C.R. (2012) Selection and identification of non-pathogenic bacteria isolated from fermented pickles with antagonistic properties against two shrimp pathogens. *J. Antibiot. (Tokyo)*, vol.65, is.6, pp.289-294.
- 63 60 Zommiti M., Connil N., Hamida J.B., Ferchichi M. (2017) Probiotic Characteristics of *Lactobacillus curvatus* DN317, a Strain Isolated from Chicken Ceca. *Probiotics Antimicrob. Proteins*, vol.9, pp.415-424.



4-бөлім  
**ЗООЛОГИЯ**

---

Section 4  
**ZOOLOGY**

---

Раздел 4  
**ЗООЛОГИЯ**

П.А. Есенбекова<sup>1\*</sup> , Ж.Н. Маткерім<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>ҚР БҒМ ҒК Зоология институты, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: esenbekova\_periz@mail.ru

## «АЛТЫНЕМЕЛ» МҰТП ТЕРРИТОРИЯСЫНДАҒЫ ПАЙДАЛЫ ЖАРТЫЛАЙ ҚАТТЫҚАНАТТЫЛАРДЫҢ (HETEROPTERA) ТАКСОНДЫҚ ҚҰРАМЫ

Мақалада «Алтынемел» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің территориясындағы 2020-2021 жылдардағы зерттеу нәтижелері бойынша пайдалы жартылай қаттықанаттыларына фаунистикалық-экологиялық шолу жасалған. Зиянды насекомдар мен кенелердің санын табиғи реттеуде маңызы бар зоофагтар мен зоофитофагтар фаунасы берілген. Зерттеу нәтижесінде құрлық жартылай қаттықанаттыларының 4 тұқымдасының 67 түрі анықталды. Зерттеу нәтижелері бойынша Аңшы қандалалар тұқымдасы (Nabidae: 3 туыс – Prostemma (1 түр), Nabis (12 түр), Himacerus (1 түр) мен Ұсақ жыртқыштар тұқымдасынан (Anthocoridae: 3 туыс – Anthocoris (6 түр), Temnostethus (1 түр), Orius (7 түр) – 14 түрден, Жыртқыштар тұқымдасынан (Reduviidae: 7 туыс – Empicoris (1 түр), Holotricius (1 түр), Reduvius (1 түр), Oncocephalus (1 түр), Coranus (3 түр), Rhynocoris (2 түр), Vachiria (1 түр) – 10 түр, Жай көзшесіздер тұқымдасынан (Miridae: 11 туыс – Deraeocoris (5 түр), Malacocoris (1 түр), Pilophorus (2 түр), Atractotomus (1 түр), Campylomma (2 түр), Myrmecoris (1 түр), Phytocoris (5 түр), Globiceps (2 түр), Psallus (7 түр), Cyllecoridea (1 түр), Blepharidopterus (2 түр) – 29 түр белгілі болды. Бұлардың ішінде қоректік байланысы жағынан 38 түр – зоофагтар (Nabidae, Anthocoridae, Reduviidae тұқымдас өкілдері), ал 29 түр – зоофитофагтар (Miridae тұқымдас өкілдері) болып табылады. Жыртқыш қандалалар жаз бойы барлық жерлерде кездеседі, олар табиғаттағы әртүрлі буынақтылардың жұмыртқалары, дернәсілдері және ересек дараларымен қоректенеді. Демек, зиянды жәндіктермен және кенелермен қоректеніп, олардың санын биологиялық жолмен реттейді, сөйтіп табиғатқа көп пайда келтіреді.

**Түйін сөздер:** Алтынемел МҰТП, пайдалы жартылай қаттықанаттылар, Heteroptera, жыртқыштар, таксондық құрамы.

P.A. Esenbekova<sup>1\*</sup>, J.N. Matkerim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Zoology KN MES RK, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: esenbekova\_periz@mail.ru

### Taxonomic composition of useful Hemiptera (Heteroptera) State National Natural Park «Altyn-Emel»

The article presents a faunistic and ecological review of useful hemipteran insects on the territory of the State National Natural Park “Altyn-Emel” in 2020-2021. The fauna of zoophages and zoophytophages, which is important in the natural regulation of the number of harmful insects and ticks, is presented. As a result of the study, 67 species from 4 families of terrestrial hemipteran insects were identified. According to the results of research, species from the family Nabidae are known: 3 genera – Prostemma (1 species), Nabis (12 species), Himacerus (1 species) and the family Anthocoridae: 3 genera – Anthocoris (6 species), Temnostethus (1 species), Orius (7 species) – 14 species each, from the family Reduviidae: 7 genera – Empicoris (1 species), Holotricius (1 species), Reduvius (1 species), Oncocephalus (1 species), Coranus (3 species), Rhynocoris (2 species), Vachiria (1 species) – 10 species, from the family Miridae: 11 genera – Deraeocoris (5 species), Malacocoris (1 species), Pilophorus (2 species), Atractotomus (1 species), Campylomma (2 species), Myrmecoris (1 species), Phytocoris (5 species), Globiceps (2 species), Psallus (7 species), Cyllecoridea (1 species), Blepharidopterus (2 species) – 29 species. Of these, 38 species are zoophages (species of the family Nabidae, Anthocoridae, Reduviidae), and 29 species are zoophytophages (species of the family Miridae). Predatory bedbugs are found everywhere throughout the summer, they feed on eggs, larvae and adults of various arthropods in nature. Therefore, feeding on harmful insects and ticks, they regulate their number biologically, thereby bringing great benefits to nature.

**Key words:** SNNP “Altyn-Emel», useful hemiptera, Heteroptera, zoophages, taxonomic composition.

П.А. Есенбекова<sup>1\*</sup>, Ж.Н. Маткерім<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Институт зоологии КН МОН РК, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: esenbekova\_periz@mail.ru

### Таксономический состав полезных полужесткокрылых (Heteroptera) Государственного национального природного парка «Алтын-Эмель»

В статье представлен фаунистическо-экологический обзор полезных полужесткокрылых насекомых на территории государственного национального природного парка «Алтын-Эмель» в 2020-2021 годах. Представлена фауна зоофагов и зоофитофагов, имеющая значение в естественной регуляции численности вредных насекомых и клещей. В результате исследования выявлено 67 видов из 4 семейств наземных полужесткокрылых насекомых. По результатам исследований известны виды из семейства охотничьих клопов (Nabidae: 3 рода – Prostemma (1 вид), Nabis (12 видов), Himacerus (1 вид) и семейства мелких хищников (Anthocoridae: 3 рода – Anthocoris (6 видов), Temnostethus (1 вид), Orius (7 видов) – по 14 видов, из семейства хищных (Reduviidae: 7 родов – Empicoris (1 вид), Holotricius (1 вид), Reduvius (1 вид), Oncosephalus (1 вид), Coranus (3 вида), Rhynocoris (2 вида), Vachiria (1 вид) – 10 видов, из семейства слепняков (Miridae: 11 родов – Deraeocoris (5 видов), Malacocoris (1 вид), Pilophorus (2 вида), Atractotomus (1 вид), Campylomma (2 вида), Myrmecoris (1 вид), Phytocoris (5 видов), Globiceps (2 вида), Psallus (7 видов), Cyllecoridea (1 вид), Vlepharidopterus (2 вида) – 29 видов. Из них по трофической специализации 38 видов – зоофаги (представители семейства Nabidae, Anthocoridae, Reduviidae), а 29 видов – зоофитофаги (представители семейства Miridae). Хищные клопы встречаются повсюду в течение всего лета, они питаются яйцами, личинками и взрослыми особями различных членистоногих в природе. Следовательно, питаясь вредными насекомыми и клещами, они регулируют их численность биологическим путем, принося тем самым большую пользу природе.

**Ключевые слова:** ГНПП «Алтын-Эмель», полезные полужесткокрылые, Heteroptera, зоофаги, таксономический состав.

#### Қысқартулар

МҰТП – мемлекеттік ұлттық табиғи парк, ҚР БҒМ ҒК – Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігі Ғылым комитеті

#### Кіріспе

Жұмыста Алтынемел ұлттық табиғи паркі территориясындағы құрлықтағы пайдалы жартылай қанаттықанаттарға экологиялық және фаунистік шолу жасалған. Жартылай қаттықанаттылар – насекомдар отрядындағы ең үлкен отрядтардың бірі. Олар түрлі биотоптарда тіршілік етіп, биогеоценоздағы биологиялық процестерде маңызды рөл атқарады. Фаунаға зиянды жәндіктер мен кенелердің санын шектеу үшін маңызы бар зоофитофагтар мен зоофагтар жатады. Жыртқыш жартылай қаттықанаттылар әртүрлі жәндіктермен қоректенеді. Олар топырақ бетінде, ағашты және шөпті өсімдіктерде тіршілік етеді. Ересек даралары немесе жұмыртқалары қыстайды. Аналықтары жұмыртқаларын өсімдіктердің әртүрлі бөліктеріне орналастырады. Дернәсілдері 5, сирек 4 даму сатыларынан өтеді. Әлемде кең таралған. Зерттеу нәтижесінде біз зиянды жәндіктер

мен кенелердің санын биологиялық жолмен реттейтін пайдалы жыртқыш жартылай қаттықанаттыларды анықтадық, оларды зиянды жәндіктермен күресудің биологиялық әдісінде қолдануға болады. Олар әртүрлі мәдени және табиғи биоценоздарды мекендейді және жәндіктердің жұмыртқалары, дернәсілдері және ересек дараларымен қоректенеді. Жыртқыштар жаз бойы барлық жерлерде кездеседі, олардың саны антропогенді биоценоздарға қарағанда табиғи биоценоздарда көп [1-9].

Жартылай қаттықанаттылар отряды жайлы соңғы жылдардағы шетелдік әдебиеттерге шолу жасасақ, жартылай қаттықанаттылардың систематикасы, биологиясы, экологиясы мен эволюциясының соңғы жылдардағы жетістіктері [10-15] жарияланған.

Авторлар Алтынемел МҰТП территориясының жартылай қаттықанаттыларының басқа тұқымдас түрлерін зерттеп, мақалалар жариялаған [16-18], ал парктің пайдалы жартылай қаттықанаттылары зерттелмеген, сондықтан бұл жұмыс өзекті болып табылады.

Зерттеу мақсаты – Алтынемел МҰТП территориясының пайдалы жартылай қаттықанаттыларының түр құрамын, биологиясы, экологиясын және таралуын зерттеу.

## Материалдар мен зерттеу әдістері

Зерттеу жұмыстары Алтынемел мемлекеттік ұлттық табиғи парк территориясында 2020-2021 жылдары жүргізілді. Насекомдар көктемде күн жылынғаннан кейін қыстау кезеңінен ояна бастайды, сөйтіп барлық жартылай қаттықанаттылардың белсенді тіршілігі басталады. Құрлық жартылай қаттықанаттыларын жинау үшін шөптесін өсімдіктерді, бұталы және ағаш өсімдіктерді энтомологиялық сүзгімен ору арқылы, ағаштар мен бұталарды жерге төсеген маталарға сілкі арқылы, сондай-ақ өсімдіктер жабынын және тамыр бөлігін тексеру арқылы ұсталды [3, 19].

## Зерттеу нәтижелері мен талдау

Мақалада Алтынемел табиғи паркі территориясында жиналған Жартылай қаттықанаттыларға экологиялық-фаунистикалық шолу келтірілген. Зерттеу нәтижесінде 4 тұқымдастың 67 түрі анықталды. Төменде анықталған түрлердің аннотациялық тізімі берілген.

### Аңшы қандалалар тұқымдасы – *Nabidae*

Тұқымдасқа кең таралған 400 түр кіреді. Бұл дене мөлшері шағын қоңыздар, әдетте 3-тен 12 мм-ге дейін жетеді. Шалғындар мен бақтарда биік шөпті таулы жерлерде жиі кездеседі. Дернәсілдері мен ересек даралары – жыртқыштар; жұмсақ денелі жәндіктермен қоректенеді [1-2, 20-21].

*Prostemma kibortii* Jakovlev, 1889. Қызылауыз кордоны, Қызылауыз шатқалы. 14.06.2020. 1♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 2♂, 2♀; 20.06.2021. 1♂, 1♀. Ол жақсы жылитын жерлерде тіршілік етеді: жартасты беткейлерде, құрғақ шалғындарда. Ол тастардың астында және өсімдіктер жабыны астында кездеседі. Ол қандалалармен қоректенеді [1-2].

*Nabis sareptanus* Dohrn, 1862. Кіші және Үлкен Қалқан таулары. 10.08.2020. 1♂, 2♀; 20.06.2021. 1♂, 1♀. Топырақ бетінде сораң шөптердің астында тіршілік етеді. Жыртқыш [1].

*Nabis flavomarginata* Scholtz, 1847. Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 1♂, 1♀; Мыңбұлақ кордоны, 09.08.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀. Ол астық тұқымдастарында, жоңышқа, эспарцетте кездеседі. Жыртқыш, ұсақ жәндіктермен қоректенеді [1].

*Nabis brevis brevis* Scholtz, 1847. Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 2♂, 1♀. Мезофиттік түрлер, мезофиттік учаскелерде

(сайлар, бұлақтарға жақын шалғындар және т.б.) тіршілік етеді. Көпқоректі жыртқыш [1].

*Nabis ferus* (Linnaeus, 1758). Қызылауыз кордоны, Қызылауыз шатқалы. 24.06.2020. 3♂, 2♀; 10.07.2020. 2♂, 1♀, Тайғақ шатқалы, 20.06.2021. 1♂, 1♀; Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 3♂, 4♀; Кіші және Үлкен Қалқан таулары, Іле өзенінің орта ағысы, 19.06.2021. 2♂, 1♀, Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 2♂, 3♀ + III-IV даму сатысындағы дернәсілдер. Жыртқыш. Шыбындар, өсімдік биттері, цикадалар, қандалалар және олардың дернәсілдерімен қоректенеді [1-2].

*Nabis palifer* Seidenstucker, 1954. Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 2♂, 2♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Жыртқыш. Ол дәнді өсімдіктер шалғындарында кездеседі [1].

*Nabis punctatus punctatus* A.Costa, 1847. Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 1♂, 1♀; Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 1♂, 2♀; Шолақ таулары, қыратты дала. 20.06.2021. 2♂, 1♀. Дәнді, бұршақты (жоңышқа, беде) және бақша дақылдарда кездеседі. Жыртқыш [1-2].

*Nabis rugosus* (Linnaeus, 1758). Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 2♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 1♀ + IV даму сатысындағы 4 дернәсіл. Әртүрлі биотоптардағы шөптесін өсімдіктерде тіршілік етеді. Жыртқыш. Ол өсімдік биттері, цикадалар мен жай көзшесіз қандалалардың дернәсілдерімен және басқа жәндіктермен қоректенеді [1].

*Nabis siniferus siniferus* Hsiao, 1964. Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 1♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 2♂, 2♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀. Ол негізінен цикадалардың, қандалалардың жұмыртқалары және дернәсілдерімен қоректенеді [1].

*Nabis christophi* Dohrn, 1862. Қалқан таулары, Іле өзенінің орта ағысы, 10.07. 2020. 1♂, 2♀; Жантоғай кордоны. 09.07.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 1♀. Жыртқыш. Ол шөлді және шөлейтті жерлердегі өзен аңғарларының шетінде өсетін бұталардың астында (*Atraphaxis*, *Clematis* және т.б.) тіршілік етеді. Шөптер мен өсімдік жабынының астында кездеседі [1].

*Himacerus maracandicus* (Reuter, 1890). Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 2♂, 1♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай, 18.08.2020. 2♂, 3♀. Ол биік шөптесінді өсімдіктерде, әсіресе шатыргүлділерде, топырақ бетінде, кейде бұталарда тіршілік етеді. Жыртқыш. Ұсақ насекомдармен қоректенеді [1].

*Nabis brevis ferghanensis* Remane, 1964. Шолақ таулары, қыратты дала, 13.04.2020. 1♂, 1♀; Қызылауыз шатқалы. 14.04.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Тауда кең таралған. Мезофитті биотоптарда тіршілік етеді. Жыртқыш [1].

*Nabis sareptanus* Dohrn, 1862. Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 1♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 1♂, 1♀. Ол сортаң жерлерде, оның ішінде едәуір ылғалданған жерлерде тіршілік етеді, топырақ бетінде әртүрлі соран шөптердің астында кездеседі [1].

*Nabis nigrovittatus tianshanicus* (Kerzhner, 1981). Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 1♂, 2♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀; Қызылауыз кордоны, Қызылауыз шатқалы. 09.08.2020. 1♂, 2♀. Мезофильді биотоптарда тіршілік етеді. Жыртқыш [1].

*Ұсақ жыртқыштар тұқымдасы – Anthocoridae*

Олар Антарктикадан басқа барлық континенттерде кездеседі. Дене мөлшері кішілеу, ұзындығы небары 1,5-5 мм жетеді. Олар негізінен ұсақ жәндіктермен: кенелермен, трипстермен, өсімдік биттерімен қоректенеді. Көптеген түрлері «пайдалы жәндіктер» санатына жатады. Өсімдіктерге салынған жұмыртқалардың саны 130-ға жуық. 3-5 күннен кейін олардан дернәсілдер шығады, олардың өсу кезеңі кем дегенде 20 күнге созылады, осы уақыт ішінде олар дамуының бес кезеңінен өтеді. Ересек дараларының тіршілік ұзақтығы шамамен 35 күн [21-29].

*Anthocoris angularis* Reuter, 1884. Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 1♂, 2♀; 20.06.2021. 2♂, 2♀. Талдарда дамиды. Ол түрлі жапырақ бүргелерімен және басқа түрлі насекомдар дернәсілдерімен қоректенеді [6, 22].

*Anthocoris limbatus* Fieber, 1836. Іле өзені жағалауы. 10.07.2020. 2♂, 1♀; 20.06.2021. 2♂, 2♀. Жыртқыш. Талда тіршілік етеді [6, 22].

*Anthocoris nemorum* (Linnaeus, 1761). Қызылауыз шатқалы. 09.07.2020. 2♂, 2♀; Тайғақ шатқалы, 21.07.2020. 2♂, 1♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 19.08.2020. 2♂, 2♀; 20.06.2021. 1♂, 2♀. Шөптесін, бұта және ағаш өсімдіктерінде тіршілік етеді. Кең зоофаг [6, 22, 30-32].

*Anthocoris pilosus* (Jakovlev, 1877). Қызылауыз кордоны, Қызылауыз шатқалы. 14.06.2020. 1♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 3♂, 2♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀. Тау етектерінде шөптесінді өсімдіктерде, бұталарда және ағаштарда көп кездеседі. Жыртқыш, өсімдік биттерімен, трипстермен қоректенеді [6, 28].

*Anthocoris nemoralis* (Fabricius, 1794). Қызылауыз кордоны, Қызылауыз шатқалы. 14.06.2020. 2♂, 3♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 3♂, 2♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Жыртқыш. Ол шөптесін өсімдіктерде, бұталарда және ағаштарда көп мөлшерде кездеседі [6, 33].

*Temnostethus reduvinus mesasiaticus* Elov & Kerzhner, 1977. Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 1♂, 2♀; Қызылауыз кордоны, Қызылауыз шатқалы. 09.07.2020. 1♂, 1♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 2♂, 2♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Тал (*Salix*) мен теректе (*Populus*) қабық асты мен қабығында кездеседі, өсімдік биттері, сымырлармен қоректенеді [6, 28].

*Anthocoris sibiricus* Reuter, 1875. Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 1♂, 1♀; Іле өзені жағалауы. Талдан табылды. 10.07.2020. 2♂, 1♀; Қызылауыз кордоны, Қызылауыз шатқалы. 09.07.2020. 1♂, 2♀; 20.06.2021. 2♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 2♂, 2♀. Бұл ағаш және бұталардағы әртүрлі өсімдік биттерінің негізгі жауларының бірі болып табылады [6, 28].

*Orius agilis* (Flor, 1860). Іле өзені жағалауы. 12.07.2020. 1♂, 1♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 1♂, 2♀; 20.06.2021. 2♂, 2♀. Дала және шөлді (сортаң) жерлерде, негізінен өсімдіктер жабыны астында. Жыртқыш, өсімдік биттерімен, трипстермен қоректенеді [6, 34].

*Orius sibiricus* Wagner, 1952. Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 1♂, 2♀; Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 2♂, 2♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 1♂, 2♀; 19.06.2021. 2♂, 3♀. *Artemisia*, *Spiraea*, *Caragana* және т.б. өсімдіктерде, сонымен қатар олардың жабыны астында тіршілік етеді [6, 35].

*Orius horvathi* (Reuter, 1884). Қызылауыз шатқалы. 09.07.2020. 2♂, 2♀; Іле өзені жағалауы. 10.07.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀. Ағаш және шөптесін өсімдіктерде тіршілік етеді. Жыртқыш [6, 28].

*Orius laticollis laticollis* (Reuter, 1884). Қызылауыз шатқалы. 09.07.2020. 1♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 2♂, 2♀; 19.06.2021. 2♂, 1♀. Ылғалды жерлерде, негізінен талда (*Salix*), сондай-ақ теректе (*Populus*), жусанда (*Artemisia*) тіршілік етеді. Жыртқыш [6, 28].

*Orius majusculus* (Reuter, 1879). Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 1♂, 1♀; Қызылауыз шатқалы. 09.07.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Жыртқыш. Ылғалды жерлерде тіршілік етеді [6, 36].

*Orius minutus* (Linnaeus, 1758). Іле өзені жағалауы. 12.07.2020. 2♂, 2♀; Шыған кордоны,

08.07.2020. 3♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 2♂, 3♀; 20.06.2021. 2♂, 2♀. Көпқоректі жыртқыш. Шөптесін өсімдіктерде, бұталарда және ағаштарда тіршілік етеді [6, 37].

*Orius niger* (Wolff, 1811). Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 2♂, 1♀; Қызылауыз шатқалы. 09.07.2020. 2♂, 2♀; Іле өзені жағалауы. 10.07.2020. 1♂, 2♀; Шыған кордоны, 18.08.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀. Ағаш және шөптесін өсімдіктерде тіршілік етеді. Жыртқыш [6, 38-39].

*Жыртқыштар тұқымдасы – Reduviidae*

Жыртқыштар – түрлер саны бойынша ең үлкен жартылай қаттықанаттылар тұқымдасы, олардың өкілдері бүкіл әлемде кең таралған. Дене мөлшері үлкен, сирек орташа қандалалар. Түсі негізінен қара, қоңыр, бірқатар тропикалық түрлерде сары, қызғылт сары, жасыл және қызыл ашық түсті болады. Бүкіл әлемде кең таралған. 7000-ға жуық түрі белгілі. Бұрынғы КСРО елдерінің аумағында 90-ға жуық түрі бар. Олар ағаштар мен бұталарда, шөптесін өсімдіктерде, жерде, тастардың астында, сүтқоректілердің індерінде, құстардың ұяларында, үйлерде және басқа да ғимараттарда кездеседі. Көбінесе түнде белсенді. Күндіз олар шөптерде, ағаштарда, баспаналарда жасырылады. Белсенді жыртқыштар, негізінен жәндіктермен қоректенеді [40-43].

*Empicoris vagabunda* (Linnaeus, 1758). Шыған кордоны, 08.07.2020. 1♂, 1♀. Ағаштарда кездеседі. Жыртқыш. Ол әртүрлі жәндіктермен қоректенеді [40, 43].

*Holotricius bergrothi* Reuter, 1891. Кіші және Үлкен Қалқан таулары. 10.04.2020. 1♂, 1♀. Жартасты-шөлді биотоптарда кездеседі. Ол тастардың астында тіршілік етіп, ұсақ омыртқасыздармен қоректенеді [40, 44].

*Reduvius testaceus* (Herrich-Schaffer, 1845). Шыған кордоны, 08.07.2020. 1♂, 1♀; Ұзынбұлақ кордоны, 17.08.2020. 2♂, 1♀. Жыртқыш. Түнгі жарық көзіне ұшып келеді [40].

*Oncosephalus plumicornis* (Germer, 1822). Ұзынбұлақ кордоны, 17.08.2020. 1♂, 1♀; Іле өзені жағалауы. 19.06.2021. 1♂, 2♀. Ол өсімдік қалдықтарының астындағы салыстырмалы құрғақ жерлерде тіршілік етеді. Жыртқыш. Түнгі жасанды жарық көзіне ұшып келеді [40].

*Coranus contrarius* Reuter, 1881. Шыған кордоны, 08.07.2020. 1♂, 1♀; Ұзынбұлақ кордоны, 17.08.2020. 1♂, 2♀; 19.06.2021. 1♂, 1♀. Жыртқыш, түрлі насекомдармен қоректенеді. Ол ағаштарда және шөптесінді өсімдіктерде тіршілік етеді, топырақ бетінде тас астында кездеседі. Түнгі жарық көзіне ұшып келеді [40].

*Coranus subapterus* (Deg. 1773). Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 2♂, 1♀; Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 1♂, 1♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 2♂, 1♀. Топырақ бетінде өсімдіктер астында кездеседі. Көбінесе құрғақ, тасты немесе құмды жерлерде мекендейді. Жыртқыш [40, 45]. Алматы облысының Қызыл кітабына енгізілген [46].

*Coranus tuberculifer* Reuter, 1881. Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 1♂, 1♀. Топырақ 40бетінде тоғай жабынындағы ашық жерлерде кездеседі. Жыртқыш [40].

*Rhynocoris annulatus* (Linnaeus, 1758). Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 1♂, 2♀; Серіктас пен Шолақ арасындағы далалы қырат. 07.07.2020. 2♂, 2♀; Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 3♂, 2♀; Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 1♂, 2♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 2♂, 3♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀. Ағаштарда, бұталарда және шөптесінді өсімдіктерде тіршілік етеді, күндіз белсенді. Жыртқыш. Ұсақ жәндіктермен қоректенеді (жапырақ жегіш қоңыздар, аралар, көбелек жұлдызкұрттары және т.б.) [40].

*Rhynocoris iracundus* (Poda, 1761). Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 1♂, 2♀; Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 2♂, 2♀; Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 2♂, 1♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 2♂, 2♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀; Айғайқұм. 21.06.2020. 1♂. Ол ағаштарда, бұталарда және шөптесінді өсімдіктерде тіршілік етеді. Жыртқыш. Ұсақ жәндіктермен қоректенеді [40, 47].

*Vachiria deserta* (Becker, 1867). Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 17.08.2020. 1♂, 1♀. Алаботаларда (*Atriplex*, *Halocnemum*) және әртүрлі өсімдіктердің астында тіршілік етеді. Жыртқыш. Ол әртүрлі жәндіктермен қоректенеді [40].

*Жай көзшесіздер тұқымдасы – Miridae*

Олар барлық зоогеографиялық аймақтарда кездеседі [48]. Орташа немесе кішкентай мөлшердегі қандалалар; денесінің ұзындығы 2-ден 11 мм-ге дейін жетеді. Салыстырмалы түрде жұмсақ жамылғысы бар дене дөңгелек немесе дерлік ұзартылған, көбінесе орташа ұзартылған. Аналығы өсімдік тініне жұмыртқа салады. Жұмыртқалары қыстайды, сирек ересектері. Түрлердің басым көпшілігі жылына бір рет ұрпақ береді. Олар өсімдіктерде тіршілік етеді, өкілдердің көпшілігі өсімдікқоректі, кейбірі зоофитофагтар немесе жыртқыштар. Өсімдікқоректілер мен зоофитофагтардың көпшілігі жабық тұқымды өсімдіктермен қоректенеді (шөптесінді, бұталы және ағашты) [49].

*Deraeocoris* (C.) *punctulatus* (Fallen, 1807). Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 2♂, 2♀; Іле өзені

жағалауы. 10.07.2020. 1♂, 2♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀; Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 2♂, 1♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 2♂, 3♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 2♂, 1♀; 19.08.2020. 6♂, 5♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Шолақ таулары, Қызылауыз шатқалы. 15.06.2020. 4♂, 3♀. Далалы аймақтардағы шөптесінді өсімдіктерде тіршілік етеді. Зоофитофаг. Ересектер даралары қыстайды. Ол өсімдік биттері, жапырақ бүргелері, өрмек кенелері және темекі трипсімен қоректенеді [49].

*Deraeocoris serenus* (Douglas & Scott, 1868). Қояндытау етегі, Қайыңды шатқалы. 22.08.2020. 1♂, 2♀; 20.06.2021. 1♂, 1♀. Шөптесін өсімдіктерде тіршілік етеді. Зоофитофаг. Ол өсімдік биттері, жапырақ бүргелері, өрмек кенелері және темекі трипсімен қоректенеді.

*Deraeocoris ater* (Jakovlev, 1889). Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 19.08.2020. 6♂, 5♀. Қонақбайсай шатқалы, 19.08.2020. 2♂, 1♀; Шыған кордоны, интразональды биотоп, 08.07.2020. 1♂, 2♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀. Ағаштарда, бұталарда және шөптесін өсімдіктерде тіршілік етеді. Зоофитофаг, түрлі ұсақ жәндіктермен қоректенеді [49].

*Deraeocoris ventralis* Reuter, 1904. Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 1♂, 2♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 3♂, 2♀. Іле өзені жағалауы. 02.06.2020. 3♂, 3♀. Іле өзені жағалауы. 21.06.2020. 2♂, 3♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Дала телімдеріндегі астық, жусан мен селеу өсетін жерлерде тіршілік етеді. Зоофитофаг. Ол өсімдік биттері, жапырақ бүргелері, өрмек кенелері және темекі трипсімен қоректенеді [49].

*Deraeocoris (Camptobrochis) lutescens* (Schilling, 1830). Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 2♂, 3♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 3♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 1♂, 2♀. Шолақ, Тайғақ шатқалдары 23.05.2020. 1♂, 1♀; 20.06.2021. 3♂, 2♀. Түрлі жеміс, жапырақты ағаштарда кездеседі. Ересек даралары өсімдік қалдықтарының астында қыстайды. Зоофитофаг. Ересектері мен дернәсілдері әртүрлі өсімдік биттері, сымырлар, ұсақ жұлдызқұрттар, жәндіктер мен кенелердің жұмыртқаларымен қоректенеді [49].

*Malacocoris chlorizans* (Panzer, 1794). Шолақ тауы етегі, Қызылауыз шатқалы. 18.07.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Зоофитофаг. Жапырақты ағаштар мен бұталарда тіршілік етеді. Ол жапырақтарды сорады, сонымен қатар әртүрлі ұсақ жәндіктермен, әсіресе өсімдік биттерімен, кенелермен қоректенеді [49].

*Pilophorus confusus* Kirschbaum, 1856). Шыған кордоны, 21.06.2020. 1♂, 2♀; 10.07.2020. 2♂, 3♀. Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 3♂, 4♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Жапырақты ағаштарда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Pilophorus sinuaticollis* Reuter, 1879. Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 2♂, 3♀; 19.06.2021. 1♂, 1♀; Шыған кордоны. 10.07.2020. 3♂, 2♀. Ағаштар мен бұталарда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Atractotomus mali* (Meyer et Rey, 1843). Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 1♂, 2♀; Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 3♂, 3♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Ағаштар мен бұталарда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Campylomma annulicornis* (Signoret, 1865). Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 1♂, 2♀. Шөптесін өсімдіктерде тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Campylomma verbasci* (Meyer-Dur, 1843). Шыған кордоны, 09.07.2020. 2♂, 1♀; Ұзынбұлақ кордоны, 18.08.2020. 1♂, 1♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀. Түрлі жеміс ағаштары мен шөптесін өсімдіктер арасында тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Myrmecoris gracilis* (R.F.Sahlberg, 1848). Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 17.08.2020. 1♂, 1♀. Шолақ тауы етегі, Тайғақ шатқалы. 20.07.2020. 1♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, 18.08.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 1♀. Ол таулы жерлердегі шалғынды шөптердің астында кездеседі (тауда теңіз деңгейінен 2500 м биіктікте). Зоофитофаг [49].

*Phytocoris haloxyli* Putshkov, 1976. Айғайқұм, 20.05.2020. 1♂, 1♀; 20.06.2021. 1♂, 2♀. Сексеуілде тіршілік етеді. Зоофитофаг [49, 50].

*Phytocoris incanus* Fieber, 1864. Кіші және Үлкен Қалқан таулары. 21.06.2020. 1♂, 1♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Ол әр түрлі шөлдерде кездеседі. Жусанда *Artemisia sp.* тіршілік етеді. Зоофитофаг [49, 50].

*Phytocoris insignis* Reuter, 1876. Серіктас пен Шолақ арасындағы далалы қырат. 07.07.2020. 1♂, 1♀; Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 1♂, 2♀. Зоофитофаг. Құрғақ жерлерде, дәнді және қияқ өсімдіктерде тіршілік етеді [49, 50].

*Phytocoris arenarius* Muminov, 1989. Серіктас пен Шолақ арасындағы далалы қырат. 07.07.2020. 1♂, 1♀; Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 1♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Жусанда *Artemisia terrae-albae* тіршілік етеді. Зоофитофаг [49, 50].

*Phytocoris varipes* Boheman, 1852. Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 1♂, 1♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 1♂, 2♀; Ұзынбұлақ кордоны, Қонақбайсай шатқалы, 18.08.2020. 1♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 1♀. Зоофитофаг. Түрлі шөптесін өсімдіктер арасында тіршілік етеді [49, 50].

*Globiceps fulvicollis* Jakovlev, 1877. Серіктас пен Шолақ арасындағы далалы қырат. 07.07.2020. 1♂, 1♀; Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 1♂, 2♀; 19.06.2021. 2♂, 2♀. Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 2♂, 1♀. Түрлі шөптесін өсімдіктер арасында тіршілік етеді. Жыртқыш [49].

*Globiceps sordidus albipennis* Jakovlev, 1877. Шыған кордоны, 21.06.2020. 1♂, 1♀; 08.07.2020. 3♂, 2♀; 19.06.2021. 1♂, 1♀; Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 1♂, 1♀; Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 1♂, 2♀; 28.07.2020. 2♂, 2♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Шалғындарда түрлі шөптесін өсімдіктер арасында тіршілік етеді. Жыртқыш [49].

*Psallus ambiguus* (Fallen, 1807). Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 1♂, 2♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 1♂, 1♀; 20.06.2021. 1♂, 2♀. Түрлі шөптесін өсімдіктер арасында тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Psallus cognatus* Jakovlev, 1877. Қызылауыз шатқалы. 22.05.2020. 1♂, 1♀; 10.07.2020. 2♂, 1♀. Тобылғыда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Psallus variabilis* (Fallen, 1807). Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 3♂, 2♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Түрлі шөптесін өсімдіктер арасында тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Psallus betuleti betuleti* (Fallen, 1826). Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 1♂, 2♀; Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 2♂, 1♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 1♂, 2♀; 19.06.2021. 1♂, 1♀. Түрлі жапырақты ағаштарда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Psallus haematodes* (Gmelin, 1790). Іле өзені жағалау тоғайлары. 10.07.2020. 1♂, 2♀; Шыған кордоны, 08.07.2020. 2♂, 2♀; 20.06.2021. 1♂, 2♀. Ағаштарда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Psallus graminicola* (Zetterstedt, 1828). Шыған кордоны, 08.07.2020. 1♂, 1♀; Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 1♂, 2♀; 19.06.2021. 1♂, 1♀. Ағаштарда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Psallus falleni* Reuter, 1883. Шыған кордоны, 21.06.2020. 1♂, 1♀; Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 2♂, 1♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Ағаштарда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Cyllecoridea decorata* (Kiritshenko, 1931). Тайғақ шатқалы, 21.06.2020. 2♂, 3♀; Іле өзені жағалауы. 09.07.2020. 4♂, 5♀; 19.06.2021. 3♂, 2♀. Қызылауыз шатқалы. 10.07.2020. 4♂, 4♀. Ағаштарда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Blepharidopterus angulatus* (Fallen, 1807). Тайғақ шатқалы, 22.05.2020. 1♂, 1♀; Қызылауыз шатқалы. 11.07.2020. 1♂, 2♀; 19.06.2021. 1♂, 2♀. Түрлі жапырақты ағаштарда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

*Blepharidopterus diaphanus* (Kirschbaum, 1856). Тайғақ шатқалы, 22.05.2020. 1♂, 2♀; Қызылауыз шатқалы. 11.07.2020. 2♂, 3♀, 19.06.2021. 1♂, 2♀, талдан жиналды. Түрлі жапырақты ағаштарда тіршілік етеді. Зоофитофаг [49].

Төменде 1-кестеде зерттеу нәтижесінде табылған түрлердің таксондық құрамы беріліп отыр.

1-кесте – «Алтынемел» МҰТП территориясындағы пайдалы жартылай қаттықанаттылардың түр құрамы

Тұқымдас	Түр	Түр саны	%
Nabidae	<i>Prostemma kiborti</i> Jakovlev, 1889	14	21
	<i>Nabis sareptanus</i> Dohrn, 1862		
	<i>Nabis flavomarginata</i> Scholtz, 1847		
	<i>Nabis brevis brevis</i> Scholtz, 1847		
	<i>Nabis ferus</i> (Linnaeus, 1758)		
	<i>Nabis palifer</i> Seidenstucker, 1954		
	<i>Nabis punctatus punctatus</i> A.Costa, 1847		
	<i>Nabis rugosus</i> (Linnaeus, 1758)		
	<i>Nabis siniferus siniferus</i> Hsiao, 1964		
	<i>Nabis christophi</i> Dohrn, 1862		
	<i>Himacerus maracandicus</i> (Reuter, 1890)		
	<i>Nabis brevis ferghanensis</i> Remane, 1964		
	<i>Nabis sareptanus</i> Dohrn, 1862		
	<i>Nabis nigrovittatus tianshanicus</i> (Kerzhner, 1981)		



Тұқымдас	Түр	Түр саны	%
Anthocoridae	<i>Anthocoris angularis</i> Reuter, 1884	14	21
	<i>Anthocoris limbatus</i> Fieber, 1836		
	<i>Anthocoris nemorum</i> (Linnaeus, 1761)		
	<i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev, 1877)		
	<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius, 1794)		
	<i>Temnostethus reduvinus mesasiaticus</i> Elov & Kerzhner, 1977		
	<i>Anthocoris sibiricus</i> Reuter, 1875		
	<i>Orius agilis</i> (Flor, 1860)		
	<i>Orius sibiricus</i> Wagner, 1952		
	<i>Orius horvathi</i> (Reuter, 1884)		
	<i>Orius laticollis laticollis</i> (Reuter, 1884)		
	<i>Orius majusculus</i> (Reuter, 1879)		
	<i>Orius minutus</i> (Linnaeus, 1758)		
	<i>Orius niger</i> (Wolff, 1811)		
Reduviidae	<i>Empicoris vagabunda</i> (Linnaeus, 1758)	10	15
	<i>Holotricius bergrothi</i> Reuter, 1891		
	<i>Reduvius testaceus</i> (Herrich-Schaffer, 1845)		
	<i>Oncocephalus plumicornis</i> (Germer, 1822)		
	<i>Coranus contrarius</i> Reuter, 1881		
	<i>Coranus subapterus</i> (Deg. 1773)		
	<i>Coranus tuberculifer</i> Reuter, 1881		
	<i>Rhinocoris annulatus</i> (Linnaeus, 1758)		
	<i>Rhinocoris iracundus</i> (Poda, 1761)		
	<i>Vachiria deserta</i> (Becker, 1867)		
Miridae	<i>Deraeocoris (C.) punctulatus</i> (Fallen, 1807)	29	43
	<i>Deraeocoris serenus</i> (Douglas & Scott, 1868)		
	<i>Deraeocoris ater</i> (Jakovlev, 1889)		
	<i>Deraeocoris ventralis</i> Reuter, 1904		
	<i>Deraeocoris (Camptobrochis) lutescens</i> (Schilling, 1830)		
	<i>Malacocoris chlorizans</i> (Panzer, 1794)		
	<i>Pilophorus confusus</i> Kirschbaum, 1856		
	<i>Pilophorus sinuaticollis</i> Reuter, 1879		
	<i>Atractotomus mali</i> (Meyer et Rey, 1843)		
	<i>Campylomma annulicornis</i> (Signoret, 1865)		
	<i>Campylomma verbasci</i> (Meyer-Dur, 1843)		
	<i>Myrmecoris gracilis</i> (R.F.Sahlberg, 1848)		
	<i>Phytocoris haloxylis</i> Putshkov, 1976		
	<i>Phytocoris incanus</i> Fieber, 1864		
	<i>Phytocoris insignis</i> Reuter, 1876		
	<i>Phytocoris arenarius</i> Muminov, 1989		
	<i>Phytocoris varipes</i> Boheman, 1852		
	<i>Globiceps fulvicollis</i> Jakovlev, 1877		
	<i>Globiceps sordidus albipennis</i> Jakovlev, 1877		
	<i>Psallus ambiguus</i> (Fallen, 1807)		
	<i>Psallus cognatus</i> Jakovlev, 1877		
	<i>Psallus variabilis</i> (Fallen, 1807)		
	<i>Psallus betuleti betuleti</i> (Fallen, 1826)		
	<i>Psallus haematodes</i> (Gmelin, 1790)		
	<i>Psallus graminicola</i> (Zetterstedt, 1828)		
	<i>Psallus falleni</i> Reuter, 1883		
	<i>Cyllecoridea decorata</i> (Kiritshenko, 1931)		
	<i>Blepharidopterus angulatus</i> (Fallen, 1807)		
	<i>Blepharidopterus diaphanus</i> (Kirschbaum, 1856)		
	4		

## Қорытынды

«Алтынемел» МҮТП территориясындағы 2020-2021 жылдардағы зерттеу нәтижелері бойынша Аңшы қандалалар тұқымдасы (Nabidae: 3 туыс – *Prostemma* (1 түр), *Nabis* (12 түр), *Himacerus* (1 түр) мен Ұсақ жыртқыштар тұқымдасынан (Anthocoridae: 3 туыс – *Anthocoris* (6 түр), *Temnostethus* (1 түр), *Orius* (7 түр) – 14 түрден (21%), Жыртқыштар тұқымдасынан (Reduviidae: 7 туыс – *Empicoris* (1 түр), *Holotricius* (1 түр), *Reduvius* (1 түр), *Oncosephalus* (1 түр), *Coranus* (3 түр), *Rhynocoris* (2 түр), *Vachiria* (1 түр) – 10 түр (15%), Жай көзшесіздер тұқымдасынан (Miridae: 11 туыс – *Empicoris* (1 түр), *Holotricius* (1 түр), *Reduvius* (1 түр), *Oncosephalus* (1 түр), *Coranus* (3 түр), *Rhynocoris* (2 түр), *Vachiria* (1 түр) – 29 түр (43%) белгілі бодды. *Coranus subapterus* (Deg. 1773) Алматы облысының Қызыл кітабына енгізілген. Бұлардың ішінде қоректік байланысы жағынан 38 түр – зоофагтар (Nabidae, Anthocoridae,

Reduviidae тұқымдас өкілдері), ал 29 түр – зоофитофагтар (Miridae тұқымдас өкілдері) болып табылады. Жыртқыш қандалалар жаз бойы барлық жерлерде кездеседі, олар табиғаттағы әртүрлі буынаяқтылардың жұмыртқалары, дернәсілдері және ересек дараларымен қоректенеді. Демек, зиянды жәндіктермен және кенелермен қоректеніп, олардың санын биологиялық жолмен реттейді, сөйтіп табиғатқа көп пайда келтіреді.

## Мүдделер қақтығысы

Барлық авторлар мақаланың мазмұнын оқып, танысқан және мүдделер қақтығысы жоқ.

**Жұмыстың қаржылық қолдау көзі** ТТН OR11465437 «Қазақстан Республикасының ғылыми зоологиялық коллекциясы бойынша ұлттық электрондық деректер банкі құру, оларды ғылым мен білім беруде тиімді пайдалануды қамтамасыз ету» тақырыбы бойынша мақсатты қаржыландыру бағдарламасы.

## Әдебиеттер

- 1 Кержнер И.М. Полужесткокрылые семейства Nabidae. Насекомые хоботные. Фауна СССР. – Т. 13. – Вып. 2. – Л.: Наука, 1981. – 327 с.
- 2 Кержнер И.М. Полужесткокрылые семейства Nabidae (Heteroptera) мировой фауны. – Л.: Изд. «Наука», 1990. – 326 с.
- 3 Кержнер И.М., Ячевский Т.Л. Отряд Hemiptera (Heteroptera) – Полужесткокрылые, или клопы. Определитель насекомых европейской части СССР (под ред. Г.Я. Бей-Биенко). – Т. 1. – М.-Л.: Наука, 1964. – С. 655–845.
- 4 Кириченко А.Н., Кержнер И.М. Наземные полужесткокрылые (Heteroptera) Монгольской Народной Республики. Dipsosoridae, Nabidae, Reduviidae. Насекомые Монголии. – Вып. 2. – Л.: Наука, 1974. – С. 80-92.
- 5 Пучков В.Г. Полужесткокрылые. Хищные. Фауна Украины. Наукова думка. – Киев. 1987. – Т. 21. – Вып. 5. – 248 с.
- 6 Элов Э.С. Полужесткокрылые сем. Anthocoridae (Heteroptera) Средней Азии и Казахстана. Энтомолог. обзор. – 1976. – Т. 55. – Вып. 2. – С. 369-380.
- 7 Pericart J. Hemipteres Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l, Ouest-Paléarctique. Faune de l Europe et du bassin méditerranéen. – Paris, 1972. – Т. 7. – 402 p.
- 8 Кержнер И.М. Сем. Reduviidae – хищные. Определитель насекомых Европейской части СССР. – М.; Л.: Наука, 1964. – Т.1. – С. 774-778.
- 9 Pericart J. Hemipteres Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'ouest paléarctique. – Paris, 1972. – 402 p. – (Coll. Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen; T. 7).
- 10 Forero, D., Berniker, L., and Weirauch, C. 2013. Phylogeny and character evolution in the bee-assassins (Insecta: Heteroptera: Reduviidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 66: 283-302
- 11 Novak M., Achtziger R. Influence of heteropteran predators (Het., Anthocoridae, Miridae) on larval populations of hawthorn psyllids (Hom., Psyllidae) // *J. Apl. Entomol.* -1995. Vol. 199, №7. – P.479-486.
- 12 Hejzlar P., Kabicek J. Einfluß der Nahrung die postembryonale Entwicklung und Reproduktion der Raubwanze Orius majusculus Reut. (Heteroptera, Anthocoridae) // *Jesunde Pflanz.* 1998. – Bd.50, Hf.8. – S.273-277.
- 13 Linnavuori, R. E. 2000. On the genus *Phytocoris* Fallen (Heteroptera: Miridae, Mirinae) in Iran with remarks on species of the adjacent countries. Part III. *Acta Universitatis Carolinae Biologica* 44(3–4): 163–188. [22.xii.2000]
- 14 Weirauch, C. 2008. Cladistic analysis of Reduviidae (Heteroptera: Cimicomorpha) based on morphological characters. *Systematic Entomology*, 33: 229-274.
- 15 Weirauch, C. and Munro, J.B. 2009. Molecular phylogeny of the assassin bugs (Hemiptera: Reduviidae), based on mitochondrial and nuclear ribosomal genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 53: 287-299.
- 16 Есенбекова П.А. Водные полужесткокрылые (Heteroptera) Государственного национального природного парка «Алтын-Эмель» // *Изв. НАН РК. Сер. биологическая и медицинская.* – 2006в. – №6. – С. 9-11.

- 17 Есенбекова П.А. Весенние виды полужесткокрылых (Heteroptera) горы Шолак // Вестн. КазНУ. Сер. биологическая. – 2007. – № 3 (33). – С.76-78.
- 18 Есенбекова П.А. К фауне наземных полужесткокрылых (Heteroptera) ГНПП «Алтын-Эмель». Исследования, результаты. – 2008. – №1. – С. 180-182.
- 19 Кириченко А.Н. Методы сбора настоящих полужесткокрылых и изучения местных фаун. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – 124 с.
- 20 Кириченко А.Н., Кержнер И.М. Наземные полужесткокрылые (Heteroptera) Монгольской Народной Республики. Dipsosoridae, Nabidae, Reduviidae. Насекомые Монголии. – Вып. 2. – Л.: Наука, 1974. – С. 80-92.
- 21 Пучков В.Г. Полужесткокрылые. Хищные клопы – антокориды, набида и редувииды. Защита растений. – 1976. – № 4. – С. 38-40.
- 22 Элов Э.С. Полужесткокрылые сем. Anthocoridae (Heteroptera) Средней Азии и Казахстана. Энтомолог. обозр. – 1976. – Т. 55. – Вып. 2. – С. 369-380.
- 23 Pericart J. Hemipteres Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l, Ouest-Palearctique. Faune de l Europe et du basin mediterraneen. – Paris, 1972. – Т. 7. – 402 p.
- 24 Гидаятв Д.А. К изучению хищных полужесткокрылых (Nabidae, Anthocoridae, Reduviidae) Большого Кавказа. Изв. АН АзССР. Сер. Биол. науки. – 1967. – № 5. – С. 44-48.
- 25 Зайцева И.Ф. Хищные виды полужесткокрылых насекомых (Hemiptera-Heteroptera) в Грузии. Материалы к фауне Грузии. – 1974. – Вып. 4. – С. 73-88.
- 26 Пучков В.Г. Полужесткокрылые. Хищные клопы – антокориды, набида и редувииды. Защита растений. – 1976. – № 4. – С. 38-40.
- 27 Pericart J. Hemipteres Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'ouest palearctique. – Paris, 1972. – 402 p. – (Coll. Faune de l'Europe et du Bassin Mediterranee; T. 7).
- 28 Сидляревич В.И. Хищные клопы семейства Anthocoridae и Miridae, их биология и полезная деятельность в садах Белоруссии. Тр. ВИЗР. Л.: Колос, 1968. – Вып.3 1. – С. 256-266.
- 29 Novak M., Achtziger R. Influence of heteropteran predators (Het., Anthocoridae, Miridae) on larval populations of hawthorn psyllids (Horn., Psyllidae). J. Apl. Entomol. -1995. Vol. 199, №7. – P. 479-486.
- 30 Hill A.R. The biology of Anthocoris nemorum (L.) (Hemiptera: Anthocoridae) in Scotland. Trans. R. ent. Soc. bond. 1957. – Vol. 109, pt. 13. – P. 379-394.
- 31 Parker N.J.B. A method for mass rearing the aphid predator Anthocoris nemorum (L.). Ann. of appl. biol. 1981. – Vol. 99, №3. – P.217-223.
- 32 Anderson N.H. Studies of the overwintering of Anthocoris nemorum // Ent. mon. Mag. -1962. Vol. 98. – P. 1-3.
- 33 Хризанова В.Б., Хризанов А.Ф. Популяционная динамика на Psylla pyri и Anthocoris nemoralis в крушово насаждение. II национ. научн. конф. по энтомолог. София, 1993. – С. 170-177.
- 34 Миронова М.К., Ижевский С.С., Ахатов А.К. Клопы ориусы хищники трипсов. Защита и карантин растений. – 1999. – №5. – С. 40-41.
- 35 Kelton L.A. Synopsis of the genus Orius Wolff in America north of Mexico (Heteroptera: Anthocoridae). The Canadian Entomologist. – 1963. – Vol. 95. – № 7. – P. 631-636.
- 36 Hejzlar P., Kabicek J. Einfluß der Nahrung der postembrionale Entwicklung und Reproduktion der Raubwanze Orius majusculus Reut. (Heteroptera, Anthocoridae). Jesunde Plantz. 1998. – Bd. 50, Hf. 8. – S. 273-277.
- 37 Niemczyk E. The role of Orius minutus (L.) in controlling the European mite -Panonychus ulmi Koch, on young apple trees. Pol. Pismo Entomol. 1978. – Т. 48, №2. – S. 211-229.
- 38 Челнокова Т.А. Биология хищного клопа Orius niger W. в Среднем Поволжье. Тр. Куйбышев, гос. пед. ин-та. 1977. – С.81-87.
- 39 Элов Э.С. Биология хищного клопа Orius niger W. и его роль в агроценозе хлопчатника. Изв. АН Тадж. отд. биол. наук. 1976 а. – №2. – С.37-44.
- 40 Пучков В.Г. Полужесткокрылые. Хищные. Фауна Украины. Наукова думка. – Киев. 1987. – Т. 21. – Вып. 5. – 248 с.
- 41 Кержнер И.М. Сем. Reduviidae – хищные. Определитель насекомых Европейской части СССР. – М.; Л.: Наука, 1964. – Т.1. – С. 774-778.
- 42 Матикашвили Н.В. Хищные полужесткокрылые – Reduviidae как естественные враги клещей. Тр. Груз. н.-и. вет. ин-та. – 1955. – 11. – С. 229-230.
- 43 Ambrose, D.P. 2002. Assassin bugs (Heteroptera: Reduviidae) in integrated pest management programmes: success and strategies. In Strategies in Integrated Pest Management. Edited by S. Ignacimuthu and A. Sen. Phoenix Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi, India. Pp. 73-85.
- 44 Власов Я.П. К биологии хищного клопа Holotrichius bergrothi (Reduviidae). Паразиты, переносчики и ядовитые животные. – М.; Л., 1935. – С. 282-284.
- 45 Wallace H.R. Notes on the biology of Coranus subapterus De Geer (Hem. Reduviidae). Proc. Entomol. Soc. London (A). – 1953. – 28. – P. 100-110.
- 46 Красная книга Алматинской области (Животные). – Алматы, 2006. – С. 48-49. – 520 с. – ISBN 9965-25-973-9
- 47 Muller G. Zur biology von Rhinocoris iracundus Poda (Harpactor iracundus L.). Entomol. Z., Frankf. a. Main. – 1937. – 51. – S. 162-164,172-174.

48 Adler P. H. Biodiversity of Blood-sucking Flies: Implications for Humanity. Insect Biodiversity: Science and Society, (англ.) / Editors: Footitt R. G., Adler P. H. – 2nd Edition. – Oxford: Wiley-Blackwell, 2017. – Volume 1. – P. 282-293. – 867 p. – ISBN 978-1-118-94553-7.

49 Асанова Р.Б., Исаков Б.В. Вредные и полезные полужесткокрылые (Heteroptera) Казахстана. Определитель. – Алма-Ата: Изд-во «Кайнар», 1977. – 204 с.

50 Пучков В.Г. Слепняки рода *Phytocoris* Fieb. (Heteroptera, Miridae) фауны Кавказа. Вестник зоологии. – 1978. – № 5. – С. 50-57.

## References

1 Adler P.H. (2017). Biodiversity of Blood-sucking Flies: Implications for Humanity. Insect Biodiversity: Science and Society, (English) / Editors: Footitt R. G., Adler P. H. 2nd Edition. Oxford: Wiley-Blackwell. Volume 1, pp. 282-293. – 867 p. ISBN 978-1-118-94553-7.

2 Ambrose, D. P. (2002). Assassin bugs (Heteroptera: Reduviidae) in integrated pest management programmes: success and strategies. In Strategies in Integrated Pest Management. Edited by S. Ignacimuthu and A. Sen. Phoenix Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi, India, pp. 73-85.

3 Anderson N.H. (1962). Studies of the overwintering of *Anthocoris nemorum* // Ent. mon. Mag. Vol. 98, pp. 1-3.

4 Asanova R.B., Isakov B.V. (1977). Harmful and useful hemiptera (Heteroptera) Kazakhstan. The determinant. Alma-Ata: Kainar Publishing House, 204 p.

5 Chelnokova T.A. (1977). Biology of the predatory bug *Orius niger* W. in the Middle Volga region // Tr. Kuibyshev, State Pedagogical Institute, pp. 81-87.

6 Elov E.S. (1976). Biology of the predatory bug *Orius niger* W. and its role in the agrocenosis of cotton // Izv. AN Taj. otd. biol. nauk. No. 2, pp. 37-44.

7 Elov E.S. (1976). Poluzhestkokrylye sem. Anthocoridae (Heteroptera) Central Asia and Kazakhstan. Entomol. obozr. Vol. 55. Issue 2, pp. 369-380.

8 Elov E.S. (1976). Poluzhestkokrylye sem. Anthocoridae (Heteroptera) Central Asia and Kazakhstan. Entomol. obozr. Vol. 55. Issue 2, pp. 369-380.

9 Esenbekova P.A. (2006). Aquatic hemiptera (Heteroptera) State National Natural Park "Altyn-Emel" // Izv. NAS RK. Ser. biological and medical. No. 6, pp. 9-11.

10 Esenbekova P.A. (2007). Spring species of hemiptera (Heteroptera) of Mount Sholak. Vestn. KazNU. Ser. biological. 3 (33), pp. 76-78.

11 Esenbekova P.A. (2008). To the fauna of terrestrial Hemiptera (Heteroptera) of the Altyn-Emel GNPP. Research, results. No 1. pp. 180-182.

12 Forero, D., Berniker, L., and Weirauch, C. (2013). Phylogeny and character evolution in the bee-assassins (Insecta: Heteroptera: Reduviidae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 66: 283-302

13 Gidayatov D.A. (1967). On the study of predatory hemiptera (Nabidae, Anthocoridae, Reduviidae) of the Greater Caucasus. AN AzSSR.Ser. Biol. nauki. No. 5, pp. 44-48.

14 Hejzlar P., Kabicek J. (1998). EintluB der Nahzung die postembrionale Entwikhmg und Reproduction der Raubvanze *Orius majusculus* Reut. (Heteroptera, Anthocoridae). Jesunde Plantz. Bd.50, Hf.8. S.273-277.

15 Hejzlar P., Kubicek J. (1998). EintluB der Nahzung die postembrionale Entwikhmg Reproduction und der Raubvanze *Orius majusculus* Reut. (Heteroptera, Anthocoridae). Jesunde Plantz. Bd. 50, Hf. 8, pp. 273-277.

16 Hill A.R. (1957). The biology of *Anthocoris nemorum* (L.) (Hemiptera: Anthocoridae) in Scotland. Trans. R. ent. Soc. bond. Vol. 109, pt. 13, pp. 379-394.

17 Kelton, L.A. (1963). Synopsis of the genus *Orius* Wolff in America North of Mexico (Heteroptera: Anthocoridae) // Canadian entomologist. Vol. 95. No. 7, pp. 631-636.

18 Kerzhner I.M. (1964). Family Reduviidae – predatory birds. Determinant of insects of the European part of the USSR. M.; L.: Nauka, Vol. 1, pp. 774-778.

19 Kerzhner I.M. (1964). Family Reduviidae-predatory birds. Determinant of insects of the European part of the USSR. M.; L.: Nauka,. Vol. 1, pp. 774-778.

20 Kerzhner I.M. (1981). Hemiptera of the family Nabidae. Proboscis insects. // Fauna of the USSR. Vol. 13. Issue 2. L. Nauka., 327 p.

21 Kerzhner I.M. (1990). Poluzhestkokrylye family Nabidae (Heteroptera) of the world fauna. L.: Nauka. 326 p.

22 Kerzhner I.M., Yachevsky T.L. (1964). The order Hemiptera (Heteroptera) – Hemiptera, or bedbugs. Determinant of insects of the European part of the USSR (ed. by G. Ya. Bey-Bienko). Vol. 1. M.-L.: Nauka,. pp. 655-845.

23 Khrizanova V.B., Khrizanov A.F. (1993). Populatsionna dinamyka na *Psylla pyri* i *Anthocoris nemoralis* v krushovo nasazhenie [Population dynamics on *Psylla pyri* and *Anthocoris nemoralis* in krushovo nasazhenie]. scientific conf. on entomol. Sofia, pp. 170-177.









24 Kirichenko A.N. (1957). Methods of collecting real hemiptera and studying local faunae. M.-L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. 124 p.

25 Kirichenko A.N., Kerzhner I.M. (1974). Terrestrial hemiptera (Heteroptera) Of the Mongolian People's Republic. Dipso-coridae, Nabidae, Reduviidae. Insects of Mongolia. Issue 2. L.: Nauka, pp. 80-92.

- 26 Kirichenko A.N., Kerzhner I.M. (1974). Terrestrial hemiptera (Heteroptera) Of the Mongolian People's Republic. Dipso-  
coridae, Nabidae, Reduviidae. Insects of Mongolia. Issue 2. L.: Nauka, pp. 80-92.
- 27 Linnavuori, R. E. (2000). On the genus *Phytocoris* Fallen (Heteroptera: Miridae, Mirinae) in Iran with remarks on species  
of the adjacent countries. Part III. Acta Universitatis Carolinae Biologica 44(3-4): 163-188. [22.xii.2000]
- 28 Matikashvili N.V. (1955). Predatory hemiptera – Reduviidae as natural enemies of ticks. Tr. Gruz. n. I. vet. in-ta. 11,  
pp. 229-230.
- 29 Mironova M.K., Izhevsky S.S., Akhatov A.K. (1999). Bedbugs orius predators of thrips. Protection and quarantine of  
plants. No. 5, pp. 40-41.
- 30 Muller G. (1937). Zur biology von *Rhinocoris iracundus* Poda (*Harpactor iracundus* L.). Entomol. Z., Frankf. a. Main. 51,  
pp. 162-164,172-174.
- 31 Nemchik E. (1978). The role of *Orius minutus* (L.) in the fight against the European tick-*Panonychus ulmi* Koch on young  
apple trees // Gender. Pismo Entomol. Vol. 48. No. 2, pp. 211-229.
- 32 Novak M., Achtziger R. (1995). Influence of heteropteran predators (Het., Anthocoridae, Miridae) on larval populations of  
hawthorn psyllids (Horn., Psyllidae). J. Apl. Entomol. Vol. 199, №7, pp.479-486.
- 33 Novak M., Achtziger R. (1995). Influence of heteropteran predators (Het., Anthocoridae, Miridae) on larval populations of  
hawthorn psyllids (Horn., Psyllidae). J. Apl. Entomol. Vol. 199, №7, pp. 479-486.
- 34 Parker N.J.B. (1981). A method for mass rearing the aphid predator *Anthocoris nemorum* (L.) // Ann. of appl. biol. Vol. 99,  
№3, pp.217-223.
- 35 Pericart J. (1972). Hemipteres Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l, Ouest-Palearctique. Faune de l Europe et du  
basin mediterraneen. Paris. T. 7, 402 p.
- 36 Pericart J. (1972). Hemipteres Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'ouest palearctique. Paris. 402 p. (Coll. Faune  
de l'Europe et du Bassin Mediterranee; T. 7).
- 37 Pericart J. (1972). Hemipteres Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l, Ouest-Palearctique. Faune de l Europe et du  
basin mediterraneen. Paris. T. 7. 402 p.
- 38 Pericart J. (1972). Hemipteres Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'ouest palearctique. Paris. 402 p. (Coll. Faune  
de l'Europe et du Bassin Mediterranee; T. 7).
- 39 Puchkov V.G. (1976). Poluzhestkokrylye. Predatory bugs-anthocorids, nabids and reduviids // Plant protection. No. 4,  
pp. 38-40.
- 40 Puchkov V.G. (1976). Poluzhestkokrylye. Predatory bugs-anthocorids, nabids and reduviids. Plant Protection. No. 4,  
pp. 38-40.
- 41 Puchkov V.G. (1978). Horseflies of the genus *Phytocoris* Fieb. (Heteroptera, Miridae) fauna of the Caucasus // Bulletin of  
Zoology. No. 5, pp. 50-57.
- 42 Puchkov V.G. (1987). Poluzhestkokrylye. Carnivores. Fauna of Ukraine. Naukova dumka. Kiev. Vol. 21. Issue 5. 248 p.
- 43 Puchkov V.G. (1987). Poluzhestkokrylye. Carnivores. Fauna of Ukraine. Naukova dumka. Kiev. Vol. 21. Issue 5. 248 p.
- 44 Red Book of the Almaty region (Animals). (2006). Almaty, pp. 48-49. 520 p. ISBN 9965-25-973-9
- 45 Sidlyarevich V.I. (1968). Predatory bugs of the family Anthocoridae and Miridae, their biology and useful activity in the  
gardens of Belarus. L.: Kolos. Issue 31, pp. 256-266.
- 46 Vlasov Ya.P. (1935). On the biology of the predatory bug *Holotrichius bergrothi* (Reduviidae). Parasites, vectors and poi-  
sonous animals. M.; L., pp. 282-284.
- 47 Wallace H.R. (1953). Notes on the biology of *Coranus subapterus* De Geer (Hem. Reduviidae). Proc. Entomol. Soc. London  
(A). 28, pp. 100-110.
- 48 Weirauch, C. (2008). Cladistic analysis of Reduviidae (Heteroptera: Cimicomorpha) based on morphological characters.  
Systematic Entomology, 33: 229-274.
- 49 Weirauch, C. and Munro, J.B. (2009). Molecular phylogeny of the assassin bugs (Hemiptera: Reduviidae), based on mito-  
chondrial and nuclear ribosomal genes. Molecular Phylogenetics and Evolution, 53: 287-299.
- 50 Zaitseva I.F. (1974). Predatory species of Hemiptera (Hemiptera-Heteroptera) insects in Georgia. Materials for the fauna of  
Georgia. Issue 4, pp. 73-88.

МРНТИ 34.33.33

<https://doi.org/10.26577/eb.2021.v89.i4.14>

Г.К. Сатыбалдиева<sup>1</sup> , С.Е. Шарахметов<sup>2\*</sup> , Н.С. Сапаргалиева<sup>2</sup> ,  
А.О. Жанабергенов<sup>1</sup> , К.К. Шупшибаев<sup>1</sup> , Г.А. Аубакирова<sup>1</sup> ,  
А.Ш. Утарбаева<sup>1</sup> , Ж.Б. Бекпергенова<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Казахстан, г. Нур-Султан

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: sharakhmetov@gmail.com

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЫБ ИЗ ОЗ. СОЛОНЦЫ (СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В статье представлены гидрохимические и ихтиологические данные по изучению озера Солонцы Северо-Казахстанской области. Озеро Солонцы является мелководным водоемом местного рыбохозяйственного значения с зеркальной площадью 236 га. По гидрохимическому режиму озеро слабощелочное, с минерализацией воды 1,32 г/л. Ихтиофауна водоема представлена тремя видами рыб, это серебряный карась, золотой карась и ротан-головешка. Цель ихтиологического отбора проб, сбор данных о видовом составе, структуре популяции, размерно-возрастном составе, весовом классе, половой структуре и других биологических морфометрических показателей фоновых рыб. Доминирующим видом в озере Солонцы является серебряный карась – 84,4% от общего улова. Улов на усилие серебряного карася в научно-исследовательских сетях составил от 0,2 до 15 кг/сеть (средняя 5,23 кг/сеть). Серебряный карась *Carassius gibelio* представлен особями от 2 до 7 лет. В уловах серебряного карася доминировали особи в возрасте 5 лет. Золотой карась *Carassius carassius* представлен особями от 3 до 5 лет, соотношение полов составило 1:3 с преобладанием самок. Проведен полный морфометрический анализ серебряного и золотого карасей по общепринятым ихтиологическим методикам, результаты которого позволяют говорить о том, что в озере Солонцы отсутствуют гибридные формы карасей.

**Ключевые слова:** озеро Солонцы, гидрохимия, серебряный карась, золотой карась, популяция, морфология.

G. K. Satybaldiyeva<sup>1</sup>, S. E. Sharakhmetov<sup>2\*</sup>, N. S. Sapargaliyeva<sup>2</sup>,  
A. O. Zhanabergenov<sup>1</sup>, K.K. Shupshibayev<sup>1</sup>, G.A. Aubakirova<sup>1</sup>,  
A.Sh. Utarbayeva<sup>1</sup>, Zh.B. Bekpergenova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Kazakhstan, Nur-Sultan,

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: sharakhmetov@gmail.com

### Species composition and morpho-biological data of fish from the Solontsy lake (North Kazakhstan region)

The article presents hydrochemical and ichthyological data on the study of Lake Solontsy in the North Kazakhstan region. Lake Solontsy is a shallow reservoir of local fisheries significance with a mirror area of 236 hectares. According to the hydrochemical regime, the lake is slightly alkaline, with water mineralization of 1.32 g/l. The ichthyofauna of the reservoir is represented by three species of fish, these are silver crucian carp, golden crucian carp, and Chinese sleeper. The purpose of ichthyological selection is to collect data on the species composition, population structure, size and age composition, sexual structure, and other biological morphometric indicators of background fish. The dominant species in Solontsy Lake is the silver carp –84.4% of the total catch. The catch per effort of silver carp in research nets ranged from 0.2 to 15 kg/net (average 5.23 kg/net). The silver carp *Carassius gibelio* is represented by individuals from 2 to 7 years old. The catches of silver carp were dominated by individuals at the age of 5 years. The golden crucian carp *Carassius carassius* is represented by individuals from 3 to 5 years old, the sex ratio was 1:3 with a predominance of females. A complete morphometric analysis of silver

and gold carp was carried out according to generally accepted ichthyological methods, the results of which allow us to say that there are no hybrid forms of carp in the Solontsy lake.

**Key words:** Solontsy Lake, hydrochemistry, silver carp, golden carp, population, morphology.

Г.К. Сатыбалдиева<sup>1</sup>, С.Е. Шарахметов<sup>2\*</sup>, Н.С. Сапарғалиева<sup>2</sup>,  
А.О. Жанаберген<sup>1</sup>, К.К. Шупшибаев<sup>1</sup>, Г.А. Аубакирова<sup>1</sup>,  
А.Ш. Утарбаева<sup>1</sup>, Ж.Б. Бекпергенова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: sharakhmetov@gmail.com

### **Солонцы көлі (Солтүстік Қазақстан облысы) балықтарының түрлік құрамы мен морфо-биологиялық мәліметтері**

Мақалада Солтүстік Қазақстан облысында орналасқан Солонцы көлінің гидрохимиялық және ихтиологиялық зерттеу нәтижелері көрсетілген. Солонцы көлінің көлемі 236 га, аз сулы, жергілікті балық шаруашылық маңызы бар суқоймаға жатады. Гидрохимиялық режимі бойынша көлдің суы әлсіз сілтілі, судың минерализациясы – 1,32 г/л. Суқойманың ихтиофаунасы үш балық түрімен келтірілген, олар: күміс мөңке, алтын мөңке және ротан бұзаубас балығы. Ихтиологиялық зерттеу балықтардың түрлік құрамын анықтау, фондық түрлердің популяциялық құрамын, өлшемдік-жастық құрамын, жыныстық құрылымын, биологиялық және морфометриялық талдау жүргізу үшін жасалды. Солонцы көліндегі доминантты түр күміс түстес мөңкеге *Carassius gibelio* тиесілі болды – жалпы ауланымның 84,4%-ын құрады. Ғылыми-зерттеу торларында күміс түстес мөңкенің ауланымы 0,2 кг-нан 15 кг – торға құрады (орташа 5,23 кг/торға). Даралары 2-7 жас араларында болды, 5 жастық балықтардың саны басымдылық көрсетті. Алтын түстес мөңке *Carassius carassius* 3-тен 5 жас аралығындағы даралармен келтірілді. Аталық және аналықтарының жыныстық сандық қатынасы 1:3 құрады. Жалпы қабылданған ихтиологиялық әдістер бойынша күміс түстес және алтын түстес мөңке балықтарына морфометриялық талдау жүргізілді. Зерттеу нәтижелері Солонцы көлінде мөңке балықтарының гибриділік формаларының жоқтығын көрсетті.

**Түйін сөздер:** Солонцы көлі, гидрохимия, күміс түстес және алтын түстес мөңке, популяция, морфология.

### **Введение**

На обширных пространствах Казахстана расположено большое количество озер. Довольно многочисленны озера в замкнутых понижениях северной части Казахстана. Водно-солевой баланс озер в основном связан с зональными условиями. Изменчивость климатических условий и водного баланса по годам и сезонам, а также форма котловин определяет непостоянство площади и режима озер, общей минерализации и солевого состава их вод [1, 2]. В результате нарастания засушливости с севера на юг доля бессточных озер и минерализация озерных вод к югу увеличивается. Большинство озер имеют небольшие по площади зеркала, размещены в лесостепи и северной части степной зоны, также в поймах крупных рек и дельтовых участках бессточных рек, теряющихся в песках [2, 3]. Пресные озера преобладают в степной полосе, в горах и по долинам крупных рек, а в полупустынях, пустынях и межгорных впадинах – соленые. По литературным данным суммарная площадь поверхности озер Северного Казахстана более 19 тыс. км<sup>2</sup>. Здесь насчитывается 11195 пресных

озер и 2513 соленых с площадью зеркала от 0,01 до 50 км<sup>2</sup> и больше [4].

В Северном Казахстане преобладают типично карасевые озера, основными представителями ихтиофауны в которых являются два вида карасей – серебряный (*Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1870)) и золотой (*Carassius carassius* (L., 1758)) [5-11].

Озеро Солонцы расположено вблизи села Желяково, в Кызылжарском районе, Северо-Казахстанской области и является водным объектом местного значения.

Целью исследования являлось изучение гидрохимического режима, ихтиофауны, проведение морфобиологического анализа фоновых видов озера Солонцы, как водоема местного назначения.

### **Материалы и методы исследования**

Материалом для настоящей работы послужили пробы воды и рыбы озера Солонцы Северо-Казахстанской области.

Отбор проб производили из поверхностного и придонного слоев воды по общепринятым ме-

тодикам, то есть вода отбиралась с глубин 30-40 см и собирались в пластиковую посуду объемом 1 л. Вся посуда была предварительно подготовлена по правилам подготовки емкостей перед отбором проб для предотвращения загрязнения [12, 13].

Изучение гидрохимического режима воды проводилось с помощью полевой лаборатории анализа качества воды.

Определение растворенного кислорода проводилось термооксиметром. Изучение кислородного режима проводилось как с поверхности водоема, так и с глубины озера, для подсчета величины баланса кислорода рН воды измерялся рН-метром Testo 206 – Testo AG Germany. Цветность определяли в двух вариантах: визуальнометрическим и фотоколориметрическим.

В период сбора материала средняя температура воды в оз. Солонцы составила 24,6°C.

Целью ихтиологического отбора проб являлся сбор данных о видовом составе, структуре популяции, включая размерно-возрастной состав, весовой класс, половую структуру и другие биологические показатели.

Для биологического анализа всего было отобрано 3 вида рыб в количестве 109 экз. Биологический анализ рыб проводился на свежешелловленных рыбах. Полный морфометрический анализ проводился на фиксированном материале по общепринятым методикам [14-16]. Рыбы фиксировались 4% формалином.

Вылов рыб производился набором стандартных орудий лова. Характеристики стандартных орудий лова следующие: ставные сети, каждая длиной 25 м, высотой 2–3 м. Порядок ставных сетей состоит из 5 сетей с различным размером ячеи – 20, 30, 40, 50, 60 мм. Для отлова активной молодежи и некоторых мелких рыб использовался мальковый сачок длиной 2 м, размером ячеи 3 мм. Порядок сетей на участке устанавливался в темное время суток, время отлова составляло не менее 12 часов.

Статистическая обработка проводилась по методике Лакина (1990) [17]. Статистическая обработка полученных данных производилась с применением программы MS Excel (создание базы данных рыб, расчет упитанности и других параметров). Вычислялись: среднее (M), стандартная ошибка среднего (m), стандартное отклонение ( $\sigma$ ), размах, минимум (min), максимум (max), коэффициент вариации (CV).

### Результаты исследований и их обсуждение

Озеро Солонцы расположено северо-западнее 4,3 км села Желяково, в Кызылжарском районе, Северо-Казахстанской области (рис. 1). Постановлением акимата Северо-Казахстанской области от 4 апреля 2019 года № 76 данное озеро было включено в перечень водоемов местного значения. По данным акимата, площадь озера составляет 200 га, также есть информация о промысловом рыболовстве [18].

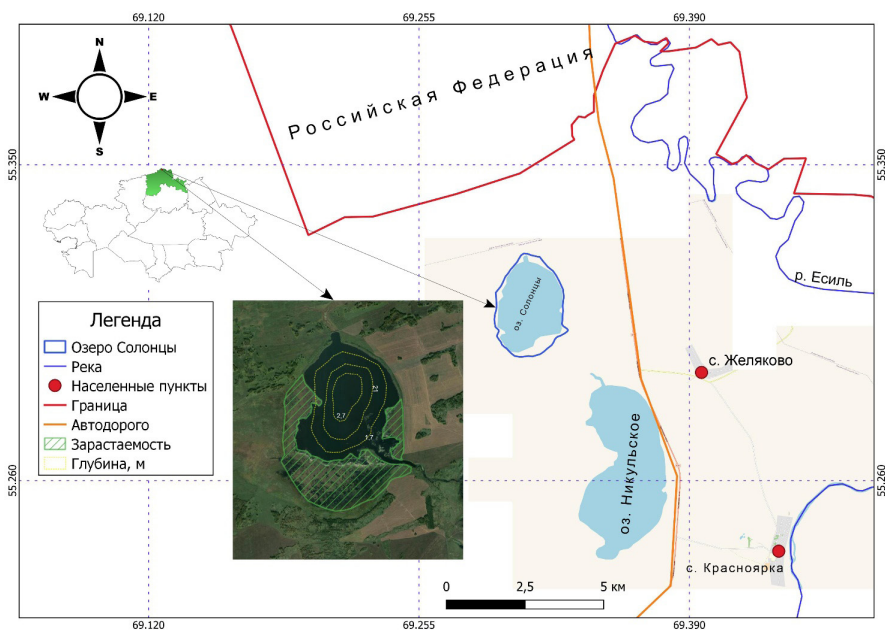


Рисунок 1 – Место расположения оз. Солонцы (карта составлена авторами с помощью QGIS)



На спутниковых снимках видно, что озеро находится в северной стороне примерно в 2,5 км ближе к границе с Российской Федерацией. На юго-восточной стороне 4,5 км расположено озеро Никульское. При высоких паводках эти озера соединяются через проток. Также, само оз. Солонцы изолировано от р. Есиль (Ишим), так как в период половодья оно с северной стороны в виде временного русла попадает в реку.

Озеро имеет овальную форму. Длина с севера на юг составляет около 3,20 км, ширина с запада на восток 2,04 км. По спутниковым данным

береговая линия озера составила 8,5 км, общая площадь 440 га, а зеркальная площадь 236 га. Озеро мелководное, максимальная глубина достигает 2,7 м, средняя – 1,5 м.

Зарастаемость озера средняя (до 60%), особенно она наблюдается в южной и западной части (рис. 2). Прибрежная растительность представлена тростником, рогозом и камышом.

Дно озера глинистое с черным илом, сверху прикрыто небольшим слоем мелкозернистого песка. Питание в основном дождевое, снеговое и возможно есть грунтовая подпитка.



Рисунок 2 – Оз. Солонцы вид с южного берега, июнь 2021 г.

Озеро пресное, минерализация воды в 3-х точках была отмечена в 1,32 г/л. Прозрачность – до 0,3 м.

Вода имеет мутно-зеленый или буроватый цвет. Как мы знаем, цветность природных вод обусловлена главным образом присутствием гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. В период проведения исследований цвет-

ность воды соответствовала предельно-допустимым концентрациям и составила 30 градусов, по характеристике вод по цветности отнесена к водам с малой цветностью. Мутность воды вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения (табл. 1).

Таблица 1 – Физические свойства воды оз. Солонцы

Мутность		Физические свойства воды	
по формазину, ЕМ/л	по каолину, мг/л	цветность, градусы	запах воды, баллы
1,0	0,5	30± 0,93	1,1±0,42

Показателем качества воды в озёрах и прудах является её трофность, понимаемая как количество органических веществ, накопленных в

процессе фотосинтеза в условиях наличия биогенных элементов (азот, фосфор, калий), исходя из результатов исследований оз. Солонцы явля-

ется мезотрофным водоёмом со слабощелочной реакцией среды (рН 8,42). Исследования запаха воды показали, что в оз. Солонцы запах воды равен 1 баллу (то есть запах обнаруживается в лаборатории опытным путем).

Перманганатная окисляемость в изученном водоеме низкая. В период наших наблюдений амплитуда колебаний перманганатной окисляемости была 3,88 мг/л (табл. 2).

Таблица 2 – Окисляемость и кислородный режим оз. Солонцы, мг/л

Перманганатная окисляемость, мг/л	Содержание O <sub>2</sub> в воде, мг/л:		
	у поверхности	у дна	баланс O <sub>2</sub>
3,88±0,31	2,44	1,46	0,98

Ихтиофауна оз. Солонцы представлена тремя видами рыб, такими как серебряный карась, золотой карась семейства *Cyprinidae* – карповые, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) – серебряный карась, *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) – золотой карась и ротан-головешка семейства *Odontobutidae* – Одонтобутовые, *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877). Фоновыми видами являются серебряный карась и золотой карась.

В исследуемом водоеме доминирующее положение занимал серебряный карась, на его долю пришлось 84,4% от общего улова. Доля золотого карася была равна к 14,7%, доля головешки-ротана не превышала 1%. В сетных

Концентрация кислорода в воде определяет направление и скорость процессов химического и биохимического окисления органических и неорганических соединений. Понижение содержания кислорода до 2 мг/л неблагоприятно сказывается на состоянии водных объектов. В период экспедиционных выездов (17.06. 2021 – 18.06. 2021) отмечено низкое содержание кислородного режима с балансом кислорода 0,98 мг/л.

уловах вероятность попадания охватывает сети с размером ячеей от 20-40 мм. Улов на усилие серебряного карася в научно-исследовательских сетях достиг от 0,2 до 15 кг/сеть (средняя 5,23 кг/сеть).

#### Биологическая характеристика рыб

**Ротан – головешка** – *Perccottus glenii*. Как и в большинство водоемов Северного Казахстана не исключено, что этот вид был завезен в оз. Солонцы рыбаками-любителями.

В июне 2020 года в оз. Солонцы выловлен только 1 экземпляр на 20 мм сеть (рис. 3).



Рисунок 3 – Головешка-ротан из оз. Солонцы, июнь 2021 г.

Биологические параметры головешки-ротана были следующими: L – 145 мм, l – 122 мм, Q – 45 г, q – 32 г. Этот экземпляр был самкой на IV стадии зрелости, в возрасте 5 лет. Коэффициент упитанности по Фультону показал – 2,48, по Кларку – 1,76. Вес гонады был равен 2,13 г.

Абсолютная индивидуальная плодовитость составила 1950 икринок. Данный вид не имеет промыслового значения.

**Серебряный карась** – *Carassius gibelio*. В исследуемый период серебряный карась в уловах был представлен особями от 2 до 7 лет. По-

казатели длины и веса варьировали от 106 до 285 мм по абсолютной длине, от 86 до 230 мм по длине без хвостового плавника и от 19 до 357 г

по массе. Упитанность по Фультону варьировала от 2,20 до 3,70 в среднем составила 2,91 (таблица 3).

**Таблица 3** – Основные биологические показатели серебряного карася из оз. Солонцы

Возрастной ряд	Длина (l), мм		Вес, г		Упитанность по Фультону	N	Доля рыб в %
	мин-макс	средняя	мин-макс	средняя			
2	86-92	90	19-25	22	3,01	5	5,43
3	95-101	97,5	23-29	26,3	2,83	4	4,35
4	166-175	170,7	140-162	150,6	3,03	12	13,04
5	171-202	186,6	147-237	187,2	3,22	51	55,43
6	180-220	193	164-281	206,9	3,07	18	19,57
7	200-230	215	296-357	326,5	3,32	2	2,17
Итого	86-230	177,3	19-357	147,5	2,91	92	100

Как показывают данные биологического анализа, в уловах доминирует серебряный карась в возрасте 5 лет, в процентном соотношении – 55,43%. В половой структуре доминируют самки в соотношении 30:1, причем преобладание самок наблюдается во всех возрастных группах. Почти 70% выловленных рыб были отнерестившимися особями и со стадией гонад VI-II, у остальных особей гонады были текучими на V стадии зрелости.

В проведенных исследованиях полный морфометрический анализ осуществлен на 9 экземплярах серебряного карася. Фиксированные выборки были половозрелыми длиной тела от 98 мм до 124 мм и весом от 20,5 г до 30 г. Результаты величины пластических (качественных) признаков представлены в таблице 4.

Меристические признаки серебряного карася: лучей в D I-II 16-19, лучей в A I-II 6-9, лучей в P I 11-13, лучей в V I 7-9. Количество позвонков колебалось от 32 до 34, из них 20-21 туловищные, 12-13 каудальные. Количество жаберных тычинок на первой жаберной дуге 22-25.

По данным ряда авторов установлено, что у серебряного карася различия между самками и самцами выражено слабо, и поэтому у карасей разных водоемов эти различия зачастую варьируют, а иногда отсутствуют [19-22].

В проведенных исследованиях из более чем 40 морфометрических признаков половой диморфизм выражен только в хвостовом плавнике, то есть нижняя лопасть у самцов составляла  $16,01 \pm 0,31$ , а у самок была равна  $18,50 \pm 0,21$  и оказалась длиннее, значение  $M_{diff}$  показало 6,61.

Серебряный карась *Carassius gibelio* является одним из наиболее распространенных представителей пресноводной ихтиофауны Евразийского континента [23]. Он способен длительное время переживать полное отсутствие кислорода (apoxia-tolerant) в воде [24], поэтому наиболее распространен в заморных озерах, где большинство других представителей ихтиофауны не выживает. Одновременно этот представитель ихтиофауны живет в глубоких незаморных или проточных озерах. Такие различные условия отражаются на эколого-морфологических характеристиках вида.

**Золотой карась *Carassius carassius*.** В научно-исследовательских уловах в оз. Солонцы для биологического анализа было выловлено 16 экземпляров золотого карася. Возрастной ряд золотого карася представлен особями от 3 до 5 летнего возраста, при абсолютной длине тела от 116 до 200 мм, при стандартной длине тела (без хвоста) от 93 до 116 мм, массе от 24 до 122 г. Размерно-возрастные показатели представлены в таблице 5.

Соотношение полов составило почти 1:3 с преобладанием самок. Упитанность по Фультону варьировало от 2,40 до 2,98 в среднем 2,72. Основу уловов золотого карася в период исследований составили особи 3 летнего возраста. Рыба, в основном выловленная на сеть с ячейей 20-30 мм, в более крупных ячейках рыба отсутствовала. Состояние гонад золотого карася в период проведенных исследований находились на V и VI-II зрелости, в основном были текучие формы.

Таблица 4 – Морфометрия пластических признаков серебряного карася оз. Солонцы (n=9)

Признаки	min	max	M	m	δ	CV
L, мм	98	124	115,78	2,43	7,29	6,30
l, мм	81	104	94,11	2,00	5,99	6,36
Q, г	20,5	30	26,89	0,93	2,79	10,36
q, г	14,5	27	22,76	1,28	3,85	16,92
<i>соотношение к длине тела (l), %</i>						
lc	28,42	31,72	30,26	0,40	1,19	3,92
aD	49,47	54,21	52,02	0,60	1,79	3,45
pD	18,95	24,21	21,57	0,60	1,80	8,35
aP	26,44	30,11	28,89	0,37	1,11	3,84
aV	50,53	54,84	52,47	0,58	1,75	3,34
aA	74,21	82,72	77,36	0,76	2,27	2,93
P-V	22,11	27,16	24,19	0,52	1,57	6,49
V-A	25,26	33,33	27,48	0,79	2,38	8,66
lca	13,68	20,43	17,48	0,67	2,00	11,46
H	35,58	40,74	37,85	0,52	1,57	4,15
hca	15,38	19,26	17,88	0,45	1,34	7,52
h	13,17	15,05	14,13	0,20	0,61	4,32
ID	29,47	34,95	32,60	0,67	2,02	6,20
hD	12,50	18,95	15,90	0,83	2,48	15,62
lA	9,38	11,83	10,40	0,35	1,05	10,06
hA	17,20	19,35	18,26	0,26	0,79	4,34
IP	16,05	20,43	18,08	0,41	1,22	6,77
IV	18,33	20,43	19,28	0,22	0,67	3,47
lcs	22,58	24,73	23,65	0,26	0,79	3,34
lcm	21,51	25,81	23,32	0,48	1,44	6,18
lci	14,90	18,82	17,12	0,48	1,43	8,35
<i>соотношение к длине головы (lc), %</i>						
ao	27,12	33,33	29,01	0,63	1,90	6,53
o	18,64	22,22	20,17	0,35	1,04	5,17
op	50,00	56,14	52,33	0,72	2,17	4,16
io	35,09	39,26	36,40	0,42	1,27	3,48
hc	82,76	96,30	87,79	1,54	4,61	5,25
hco	58,33	68,52	63,15	1,06	3,18	5,03

**Примечание:** L – длина тела, l – длина тела без хвостового плавника; Q – масса, q – масса тела без внутренностей, aD – антедорсальное расстояние; pD – постдорсальное расстояние; aA, aV, aP – расстояние до основания анального, брюшных и грудных плавников соответственно; P-V – расстояние между основаниями грудного и брюшного плавников; V-A – размер промежутка между брюшным и анальным плавником; lca – длина хвостового стебля; lc – длина головы; ao – длина рыла; o – диаметр глаза; op – заглазничный отдел головы; hc – высота головы у затылка; hco – высота головы у глаз; io – ширина лба; H – наибольшая высота тела; h – наименьшая высота тела; ID, lA – длина основания спинного и анального плавника; hD, hA – высота спинного и анального плавника; IP, IV – длина грудных и брюшных плавников; lCs – длина верхней лопасти хвостового плавника; lCm – длина средней лопасти хвостового плавника; lCi – длина нижней лопасти хвостового плавника.

Таблица 5 – Основные биологические показатели золотого карася из оз. Солонцы

Возрастной ряд	Длина (l), мм		Вес, г		Упитанность по Фультону	N	Доля рыб в %
	мин-макс	средняя	мин-макс	средняя			
3	93-111	102,1	24-39	28,9	2,70	15	93,75
5	116	116	122	122	2,92	1	6,25
Итого	93-116	105,8	24-122	34,75	2,72	16	100

Полный морфометрический анализ золотого карася проведен на 10 особях в лабораторных условиях. Результаты исследования показали следующее: золотой карась в оз. Солонцы представлен длиной тела от 106 мм до 123 мм, вес от 21 г до 32 г половозрелых особей. Полные данные представлены в таблице 6.

Меристические признаки золотого карася: лучей в D I П 16-22, лучей в A I П 6-8, лучей в P I 10-13, лучей в V I 6-9. Количество позвонков колебалось от 32 до 35, из них 20-22 туловищные позвонки, 11-14 каудальные. Количество жаберных тычинок на первой жаберной дуге 22-27.

Половое различие обнаружено только в наименьшей высоте тела, сравнительно у самцов оно оказалось выше, значение  $M_{diff}$  составило 5,33.

В большинстве водоемов внешний вид серебряного и золотого карася сильно похожи. Часто они обитают в одном водоеме, однако по своей устойчивости серебряный карась постепенно вытесняет золотого. Визуально главная особенность различия – цвет, то есть серебряный карась имеет серебристый и зеленовато-серый тон, а золотой карась окрашен в золотисто-бронзовый цвет (рис. 4).

Таблица 6 – Морфометрия пластических признаков золотого карася оз. Солонцы (n=10)

Признаки	min	max	M	m	$\delta$	CV
L, мм	106	123	115,2	1,46	4,61	4,01
l, мм	85	100	92,6	1,28	4,06	4,39
Q, г	21	32	26,4	0,85	2,70	10,22
q, г	19	26	21,74	0,60	1,89	8,68
<i>соотношение к длине тела (l), %</i>						
lc	28,00	32,26	30,98	0,42	1,32	4,27
aD	50,00	54,17	52,16	0,50	1,58	3,04
pD	21,54	25,00	23,18	0,34	1,09	4,69
aP	27,96	31,18	29,70	0,32	1,01	3,39
aV	47,92	54,84	51,95	0,64	2,01	3,88
aA	71,88	80,00	76,78	0,78	2,48	3,23
P-V	19,58	24,60	22,54	0,46	1,45	6,45
V-A	23,60	28,42	25,98	0,53	1,69	6,51
lca	15,00	18,70	16,63	0,36	1,15	6,91
H	35,48	39,56	37,44	0,41	1,30	3,47
hca	16,84	20,43	18,40	0,39	1,23	6,70
h	14,00	15,29	14,75	0,13	0,41	2,77
ID	31,25	36,47	33,52	0,52	1,65	4,92
hD	13,98	17,58	16,04	0,38	1,19	7,44
lA	8,60	12,94	10,96	0,41	1,31	11,91
hA	13,85	20,00	17,65	0,51	1,61	9,14

Продолжение таблицы

Признаки	min	max	M	m	$\delta$	CV
IP	16,48	20,00	18,08	0,36	1,15	6,36
IV	17,58	20,22	19,19	0,26	0,82	4,29
lcs	23,00	29,41	25,00	0,70	2,20	8,81
lcm	22,00	29,41	25,06	0,78	2,48	9,88
lci	16,13	20,43	18,23	0,48	1,51	8,28
<i>соотношение к длине головы (lс), %</i>						
ao	26,67	31,67	28,49	0,47	1,50	5,25
o	18,00	21,43	19,72	0,33	1,06	5,36
op	50,00	53,57	51,95	0,43	1,36	2,61
io	36,67	41,35	37,69	0,45	1,42	3,76
hc	81,48	92,86	85,13	1,18	3,73	4,38
hco	59,26	67,86	63,03	0,94	2,99	4,74

**Примечание:** L – длина тела, l – длина тела без хвостового плавника; Q – масса, q – масса тела без внутренностей, aD – антедорсальное расстояние; pD – постдорсальное расстояние; aA, aV, aP – расстояние до основания анального, брюшных и грудных плавников соответственно; P-V – расстояние между основаниями грудного и брюшного плавников; V-A – размер промежутка между брюшным и анальным плавником; lca – длина хвостового стебля; lс – длина головы; ao – длина рыла; o – диаметр глаза; op – заглазничный отдел головы; hc – высота головы у затылка; hco – высота головы у глаз; io – ширина лба; H – наибольшая высота тела; h – наименьшая высота тела; lD, lA – длина основания спинного и анального плавника; hD, hA – высота спинного и анального плавника; IP, IV – длина грудных и брюшных плавников; lCs – длина верхней лопасти хвостового плавника; lCm – длина средней лопасти хвостового плавника; lCi – длина нижней лопасти хвостового плавника.



Рисунок 4 – Серебряный (сверху) и золотой (снизу) карась выловленный из оз. Солонцы, июнь 2021 г.

Изучение закономерностей изменчивости рыб и внутривидовых группировок имеет большое значение в экологии. Из трех основных факторов эволюции изменчивость, наследственность и отбор – фактор изменчивости является исходным, первоначальным в эколого-эволюционном аспекте. Изменчивость организмов обуславливает существование и сохранение целостности вида в различных условиях жизни, и одновременно она является обязательной предпосылкой эволюционных изменений [25].

В каждом водоеме формируется экологическая популяция карася с морфобиологическими характеристиками, которые обеспечивают более устойчивый тип онтогенеза в данных условиях среды.

Морфологические показатели карасей значительно изменяются от экологии обитания, промысла и гидрологического режима водоемов. Популяции карася серебряного в отдельных водоемах проявляют выраженную пластичность основных морфологических признаков в ответ

на изменения условий окружающей среды. Ряд работ описывают адаптации карасей и вселенцев при совместном обитании и случаев вытеснения нативных видов (карасей) из водоема, образуя тем самым гибридные формы. Образование гибридов рыб в водоемах является одним из показателей несоответствующего данному виду состояния экосистемы, пониженного использования видоспецифичной ниши, нарушений воспроизводства родительских видов. Детальные исследования закономерностей развития и размножения гибридов позволили установить, что посредством гибридизации реализуется сохранение геномов скрещиваемых видов в неблагоприятных условиях, с последующим восстановлением популяций видов. Естественная гибридизация может достигать больших масштабов при резком изменении численности одного из родственных видов в естественном ареале или при интродукции близкородственных видов в новый водоем. Гибриды характеризуются повышенной изменчивостью морфологических признаков и занимают промежуточное положение между родительскими видами. А.И. Горюновой и соавторами гибридизация карасей в степных, периодически пересыхающих озерах описывается как одна из форм адаптаций. Гибриды от скрещивания двуполой формы серебряного карася с золотым карасем наследуют от него белый цвет перитонеальной выстилки и большее чем у серебряного карася количество зубчиков на жестком луче спинного плавника (20-22). От серебряного карася – светлую, с голубоватым оттенком окраску чешуи и большее чем у золотого число жаберных тычинок на первой жаберной дуге (42-44). В проведенных исследованиях при изучении карасей нами не были учтены такие признаки как перитонеальная выстилка и количество зубчиков на жестком луче спинного плавника. Однако принятие во внимание одного из отличительных признаков, как количество жаберных тычинок на первой жаберной дуге позволяет судить, что в наших уловах гибридных форм не было: 22-27 тычинок у золотого карася и 22-25 тычинок у серебряного карася против 42-44 тычинок у гибридных форм карасей в высыхающих водоемах степных озер Северного Казахстана. Имеются также отличия по количеству позвонков: 28,9 шт. у гибрида против 29,2 шт. у золотого карася и 28,5 шт. у серебряных по литературным данным, тогда как по результатам проведенных исследований количество позвонков карасей составило 32-35 шт.

Однако гибриды золотого и серебряного карасей степных озер Северного Казахстана [5, 6] отвергаются японскими исследователями. Основные возражения против существования гибрида: количество жаберных тычинок около 40 шт., наличие жестких зубчиков на основном неветвистом луче дорзального плавника и «от темного до черного перитонеум, как должно быть при диагностической характеристике *C. gibelio*». Таким образом, наличие разных мнений и работ по распространению гибридных и негибридных форм карасей в водоемах Казахстана требует выяснения таксономии рода *Carassius* в Северо-Казахстанской водной системе в целом и в степных озерах, в частности. В результате масштабных бонитировочных исследований 50-х годов, произошли серьезные изменения в связи с интродукцией (различными путями) *Carassius auratus* из Китая и всевозможными трансформациями карасей местных популяций. Таким образом, необходимо продолжение эколого-биологических исследований карасей, для выяснения таксономического положения и рыбохозяйственной продуктивности карасей в водоемах местного назначения.

### Заключение

Вода в оз. Солонцы является по характеристике вод по цветности отнесена к водам с малой цветностью, мезотрофным водоёмом со слабощелочной реакцией среды (рН 8,42). По содержанию кислорода воду озера можно отнести к умеренно-загрязненным водам.

Результаты проведенных исследований показали: оз. Солонцы является водоёмом местного назначения, с наличием трёх видов рыб: серебряного и золотого карасей карликовой формы и ротана-головешки, являющегося крайне редким видом для этой местности и вероятно случайно вселенца в данный водоем. Доминирующим видом в оз. Солонцы является серебряный карась – 84,4% от общего улова. Улов на усилии серебряного карася в научно-исследовательских сетях составил от 0,2 до 15 кг/сеть (средняя 5,23 кг/сеть).

Серебряный карась *Carassius gibelio* представлен особями от 2 до 7 лет. Показатели длины и веса составили от 106 до 285 мм по абсолютной длине, и от 19 до 357 г по массе. Упитанность по Фультону изменялась от 2,20 до 3,70 в среднем составила 2,91. В уловах серебряного карася доминировали особи в возрасте 5 лет. Соотношение полов составило 30:1, преобладание

самок наблюдается во всех возрастных группах. 70% выловленных рыб были отнерестившимися особями со стадией гонад VI-II, остальные особи имели гонады V стадии зрелости.

Золотой карась *Carassius carassius* представлен особями от 3 до 5 лет, абсолютная длина тела составила от 116 до 200 мм, масса от 24 до 122 г. Соотношение полов составило 1:3 с преобладанием самок. Упитанность по Фультону варьировала от 2,40 до 2,98 в среднем 2,72. Основу уловов золотого карася составили особи 3 лет с гонадами на V и VI-II стадии зрелости. Изучение морфологических признаков и приня-

тие во внимание одного из отличительных признаков, как количество жаберных тычинок на первой жаберной дуге позволяет судить, что в наших уловах гибридных форм не было. Однако, данное предположение не исключает необходимости тщательного морфо-биологического и генетического анализа карасей для исключения или выявления гибридных форм в степных озерах Северного Казахстана.

*Работа выполнена в рамках проекта AP0925969 «Экологический мониторинг водоемов Северного Казахстана».*

### Литература

- 1 Жумангалиева З.М. Озерный фонд Казахстана: Автореферат на соискание ученой степени кандидата географических наук. – СПб., 2015. – 27 с.
- 2 Дмитриев П.С., Лысакова Т.Н., Фомин И.А., Глинских В.В. Современное состояние водоемов северо-казахстанской области в условиях влияния естественного и антропогенного факторов. // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – №2-4. – 2016. – С. 8-11.
- 3 Догановский, А.М. Гидрология суши: (Общий курс) / А.М. Догановский. – СПб.: изд. РГГМУ, 2012. – 524 с.
- 4 Климат и увлажненность территории Казахстана. [Электронный ресурс]. Режим доступа. Климат и увлажненность территории Казахстана – Комплексная оценка поступления биогенных веществ с водосбора по длине реки Великая (stud-exro.ru). [Дата обращения 02.09. 2021]
- 5 Горюнова А.И., Исбеков К.Б., Асылбекова С.Ж., Данько Е.К. О карасях периодически высыхающих степных озёр Северного Казахстана в свете современных отечественных и зарубежных исследований. Труды ВНИРО. – Т. 165. – 2017. – С. 27-44.
- 6 Горюнова А.И., Данько Е.К. О карасях в периодически высыхающих степных озерах Северного Казахстана. // Селевния. – Т.22. – 2014. – С. 168-174.
- 7 Sakai H., Iguchi K., Yamazaki Y., Sideleva V.G., Goto A. Morphological and mtDNA sequence studies on three crucian carps (Carassius: Cyprinidae) including a new stock from the Ob River system, Kazakhstan. The Fisheries Society of the British Isles, Journal of Fish Biology. – 2009, 74 (8), -pp. 1756–1773. DOI:10.1111/j.1095-8649.2009.02203.x
- 8 Sakai H., Yamazaki Y., Nazarkin M.V., Sideleva V.G., Chmilevsky D.A., Iguchi K., Goto A. Morphological and MTDNA sequence studies searching for the roots of silver crucian carp *Carassius gibelio* (Cyprinidae) from ponds of Sergievka park, Saint Petersburg, Russia. Proceedings of the Zoological Institute RAS Vol. 315, No. 3, 2011, pp. 352–364.
- 9 Takada M., Tachihara K., Kon T., Yamamoto G., Iguchi K., Miya M. and Nishida M. 2010. Biogeography and evolution of the *Carassius auratus*-complex in East Asia. BMC Evolutionary Biology, 10: 7.
- 10 Sakai H., Iguchi K., Yamazaki Y., Sideleva V.G. and Goto A. 2009. Morphological and mtDNA sequence studies on three crucian carps (Carassius: Cyprinidae) including a new stock from the Ob River system, Kazakhstan. Journal of Fish Biology, 74: 1756–1773.
- 11 FISHERIES AND AQUACULTURE IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN:A REVIEW. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1030/2. – 2010. -р. 76.
- 12 Алевин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометиздат, 1970. – 444 с.
- 13 Шишкина Л. А. Гидрохимия. -М.: Гидрометеоздат, 1974. – 326 с.
- 14 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность. 1966. – 376 с.
- 15 Решетников Ю.С., Попова О.А. Заметки по методикам ихтиологических исследований. Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. – М., 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа. Принцип разделения рыб по их географическим ареалам: (vniro.ru). [Дата обращения 02.09. 2021]
- 16 Мина М.В., Решетников Ю.С., Дгебуадзе Ю.Ю. Таксономические новшества и проблемы пользователей // Вопросы ихтиологии. 2006. – Т. 46. – №. 4. – С. 553-557.
- 17 Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 294 с.
- 18 Об утверждении перечня рыбохозяйственных водоемов и (или) участков местного значения. Постановление акимата Западно-Казахстанской области от 22 декабря 2014 года № 325. Зарегистрировано Департаментом юстиции Западно-Казахстанской области 27 января 2015 года № 3781.
- 19 Zargarl U. R., Yousufi A. R., Basharat Mushtaq, Dilafroza Jan Length–Weight Relationship of the Crucian carp, *Carassius carassius* in Relation to Water Quality, Sex and Season in Some Lentic Water Bodies of Kashmir Himalayas. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 12.- 2012. -pp.683-689. DOI: 10.4194/1303-2712-v12\_3\_17.



- 20 Zhelev Z., Boyadzhiev P., Angelov M. Analysis of size-age, sexual structure and condition of populations of *Carassius gibelio* (Pisces: Cyprinidae) from two water basins in Galabovo region (Southern Bulgaria). *Trakia Journal of Sciences*, No 2. – 2015. -pp. 185-195. doi:10.15547/tjs.2015.02.013.
- 21 Takada M., Tachihara K. Comparisons of age, growth, and maturity between male and female, and diploid and triploid individuals in *Carassius auratus* from Okinawa jima Island, Japan. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems* 19(7):806 – 814. – 2019. DOI:10.1002/aqc.1032.
- 22 Lastein S., Höglund. E., Mayer I., Overli O., Kjell B. Døving Female Crucian Carp, *Carassius carassius*, Lose Predator Avoidance Behavior when Getting Ready to Mate. *Journal of Chemical Ecology*. – V. 34. – 2008. – pp. 1487–1491.
- 23 Решетников Ю.С. (ред) – Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. – 1998.
- 24 G.E. Nilsson BONY FISHES | Crucian Carp. *Encyclopedia of Fish Physiology . From Genome to Environment*. – 2011, -pp.1824-1830. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00157-X>.
- 25 Янкова Н.В. Эколого-морфологические особенности диплоидно-триплоидных комплексов серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) на примере озер междуречья Тобол-Тавда: Автореферат на соискание кандидата биологических наук. – Тюмень, 2006. – 24 с.
- 26 Жизнь степных озер Казахстана. Естественная гибридизация рыб – форма внутривидовой адаптации. [Электронный ресурс]. Режим доступа. (articlekz.com). [Дата обращения 02.09. 2021].

### References

- 1 ZHumangalieva Z.M. Ozernyj fond Kazahstana. Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kandidata geograficheskikh nauk. –Sankt-Peterburg, 2015, – 27 s.
- 2 Dmitriev P.S., Lysakova T.N., Fomin I.A., Glinskih V.V. Covremennoe sostoyanie vodoemov severo-kazahstanskoj oblasti v usloviyah vliyaniya estestvennogo i antropogennogo faktorov. // Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. №2-4. – 2016. – S. 8-11.
- 3 Doganovskij, A.M. *Gidrologiya sushi: (Obshchij kurs) / A.M. Doganovskij*. – SPb.: izd. RGGMU, 2012. – 524 s.
- 4 *Klimat i uvlazhnenost' territorii Kazahstana. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa. Klimat i uvlazhnenost' territorii Kazahstana – Kompleksnaya ocenka postupleniya biogennykh veshchestv s vodosbora po dline reki Velikaya (studexpo.ru). [Data obrashcheniya 02.09. 2021]*
- 5 Goryunova A.I., Isbekov K.B., Asylbekova S.ZH., Dan'ko E.K. O karasyah periodicheski vysyhayushchih stepnykh ozyor Severnogo Kazahstana v svete sovremennykh otechestvennykh i zarubezhnykh issledovaniy. *Trudy VNIRO*. – T. 165.- 2017. -S. 27-44.
- 6 Goryunova A.I., Dan'ko E.K. O karasyah v periodicheski vysyhayushchih stepnykh ozerah Severnogo Kazahstana. // *Seleviniya*. – T.22. – 2014. -S. 168-174.
- 7 Sakai H., Iguchi K., Yamazaki Y., Sideleva V.G., Goto A. Morphological and mtDNA sequence studies on three crucian carps (*Carassius*: Cyprinidae) including a new stock from the Ob River system, Kazakhstan. *The Fisheries Society of the British Isles, Journal of Fish Biology*. – 2009, 74 (8), -pp. 1756–1773. DOI:10.1111/j.1095-8649.2009.02203.x
- 8 Sakai H., Yamazaki Y., Nazarkin M.V, Sideleva V.G., Chmylevsky D.A, Iguchi K., Goto A. Morphological and MTDNA sequence studies searching for the roots of silver crucian carp *Carassius gibelio* (Cyprinidae) from ponds of Sergievka park, Saint Petersburg, Russia. *Proceedings of the Zoological Institute RAS Vol. 315, No. 3, 2011, rr. 352–364*.
- 9 Takada M., Tachihara K., Kon T., Yamamoto G., Iguchi K., Miya M. and Nishida -M.: 2010. Biogeography and evolution of the *Carassius auratus*-complex in East Asia. *BMC Evolutionary Biology*, 10: 7.
- 10 Sakai H., Iguchi K., Yamazaki Y., Sideleva V.G. and Goto A. 2009. Morphological and mtDNA sequence studies on three crucian carps (*Carassius*: Cyprinidae) including a new stock from the Ob River system, Kazakhstan. *Journal of Fish Biology*, 74: 1756–1773.
- 11 *FISHERIES AND AQUACULTURE IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: A REVIEW*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1030/2. – 2010. -p. 76.
- 12 Alekin O. A. *Osnovy gidrohimii*. – L.: Gidrometizdat, 1970.- 444 s.
- 13 SHishkina L. A. *Gidrohimiya*. -M.: Gidrometeoizdat, 1974.- 326 s.
- 14 Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb*. -M.; Pishchevaya promyshlennost'. 1966. -376 s.
- 15 Reshetnikov YU.S., Popova O.A. *Zametki po metodikam ihtiologicheskikh issledovaniy. Institut problem ekologii i evolyucii im. A.N. Severtzova RAN, Moskva*. – 2015. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa. Princip razdeleniya ryb poih geograficheskim arealam: (vniro.ru). [Data obrashcheniya 02.09. 2021]
- 16 Mina M.V., Reshetnikov YU.S., Dgebuadze YU.YU. *Taksonomicheskie novshestva i problemy pol'zovatelej // Vopr. ihtiologii*. 2006. – T. 46. -№. 4. -S. 553-557.
- 17 Lakin G. F. *Biometriya*. –M.: Vysshaya shkola, 1980. – 294 s.
- 18 *Ob utverzhdenii perechnya rybohozyajstvennykh vodoemov i (ili) uchastkov mestnogo znacheniya. Postanovlenie akimata Zapadno-Kazahstanskoj oblasti ot 22 dekabrya 2014 goda № 325. Zaregistrirvano Departamentom yusticii Zapadno-Kazahstanskoj oblasti 27 yanvarya 2015 goda № 3781*.
- 19 Zargar I U. R., Yousufi A. R., Basharat Mushtaq, Dilafroza Jan Length–Weight Relationship of the Crucian carp, *Carassius carassius* in Relation to Water Quality, Sex and Season in Some Lentic Water Bodies of Kashmir Himalayas. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12.- 2012. -pp.683-689. DOI: 10.4194/1303-2712-v12\_3\_17.

- 20 Zhelev Z., Boyadzhiev P., Angelov M. Analysis of size-age, sexual structure and condition of populations of *Carassius gibelio* (Pisces: Cyprinidae) from two water basins in Galabovo region (Southern Bulgaria). *Trakia Journal of Sciences*, No 2. – 2015. –pp. 185-195. doi:10.15547/tjs.2015.02.013.
- 21 Takada M., Tachihara K. Comparisons of age, growth, and maturity between male and female, and diploid and triploid individuals in *Carassius auratus* from Okinawa jima Island, Japan. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems* 19(7):806 – 814. – 2019. DOI:10.1002/aqc.1032.
- 22 Lastein S., Höglund. E., Mayer I., Overli O., Kjell B. Døving Female Crucian Carp, *Carassius carassius*, Lose Predator Avoidance Behavior when Getting Ready to Mate. *Journal of Chemical Ecology*. – V. 34. – 2008. – pp. 1487–1491.
- 23 Reshetnikov YU.S. (red) – Annotirovannyj katalog kruglorotyh i ryb kontinental'nyh vod Rossii. – 1998.
- 24 G.E.Nilsson BONY FISHES | Crucian Carp. *Encyclopedia of Fish Physiology . From Genome to Environment*. – 2011, –pp.1824-1830. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00157-X>.
- 25 Yankova N.V. Ekologo-morfologicheskie osobennosti diploidno-triploidnyh kompleksov serebryanogo karasya *Carassius auratus gibelio* (Bloch) na primere ozer mezhdurech'ya Tobol-Tavda. Avtoreferat na soiskanie kandidata biologicheskikh nauk. – 2006. – Tyumen'. – 24 s.
- 26 Zhizn' stepnyh ozer Kazahstana. Estestvennaya gibridizaciya ryb – forma vnutripopulyacionnoj adaptacii. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa. (articlekz.com). [Data obrashcheniya 02.09. 2021].

5-бөлім  
**ЦИТОЛОГИЯ ЖӘНЕ ГИСТОЛОГИЯ**

---

Section 5  
**CYTOLOGY AND HISTOLOGY**

---

Раздел 5  
**ЦИТОЛОГИЯ И ГИСТОЛОГИЯ**

A.E. Aitynova<sup>1,2</sup> , S.Zh. Zhanaeva<sup>1</sup> ,

T.E. Gapurkhaeva<sup>1</sup> , A.V. Krasnoshtanov<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>JSC “Scientific Center of Anti-Infectious Drugs”, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: arayka1997@mail.ru

## ASSESSMENT OF FS-1 GENOTOXIC EFFECT ON THE BUCCAL EPITHELIUM OF RABBITS

Antimicrobial activity of the drug FS-1 is due to the content of iodine halogen, which is quite active. Currently, potassium triiodide-based preparations, such as Lugol's solution, Iodopyron, Betadine and others, are already used as antiseptics. Studies have already been conducted confirming the ability of FS-1 to increase the permeability of the bacterial cell membrane, which allows antibiotics to act more efficiently, and *in vitro* and *in vivo* studies have been conducted to evaluate the cytotoxicity and genotoxicity of FS-1 in laboratory animals with systemic exposure. In this experiment, effect of FS-1 on the site of primary contact, the buccal epithelium, was studied. Based on the experiment results, we could conclude about the possible use of FS-1 as an oral antiseptic. Three rabbits were used in the experiment, buccal epithelium smears of which were taken before the administration of 4 mg/kg FS-1 (control samples) and after the administration of FS-1 (experimental samples). Total period of FS-1 daily administration was 14 days, which is a period for self-renewal of the epithelium. Obtained smears of the cells were examined under a microscope for the presence of cytogenetic aberration. As a result, there was no significant change after administration of FS-1, since the level of cells with karyolysis, karyorrhexis, micronuclei, and nuclear protrusions remained at about the same level. Therefore, it was concluded that FS-1 does not cause cytogenotoxic effect upon prolonged exposure to rabbit buccal epithelium.

**Key words:** FS-1, iodine, buccal epithelium, cytogenotoxic effect, karyolysis, karyorrhexis, micronuclei, nuclear protrusions.

А.Е. Айтынова<sup>1,2</sup>, С.Ж. Жанаева<sup>1</sup>, Т.Э. Гапурхаева<sup>1</sup>, А.В. Красноштанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>«Инфекцияға қарсы препараттардың ғылыми орталығы» ЖАК, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: arayka1997@mail.ru

### Қояндарды буккал эпителийіне ФС-1 генотектілігін бағалау

ФС-1 препаратының микробқа қарсы белсенділігі йод галогенінің құрамына байланысты, ол өте белсенді. Қазіргі уақытта калий триодидіне негізделген препараттар, мысалы, Луголь ерітіндісі, Иодопирон, Бетадин және басқалары антисептиктер ретінде қолданылады. ФС-1 бактериялық жасуша мембранасының өткізгіштігін жоғарылату қабілеттілігін растайтын зерттеулер жүргізілді, бұл антибиотиктердің тиімдірек әрекет етуіне мүмкіндік береді, ал *in vitro* және *in vivo* жүйелерінде зертханалық жануарларда цитотоксикалық және генотоксикалықты бағалау үшін зерттеулер жүргізілді. Бұл экспериментте ФС-1-тің алғашқы байланыс торабына, бұлшықет эпителийіне әсері зерттелді. Экспериментте үш қоян қолданылды, 4 мг/кг ФС-1 (бақылау үлгілері) енгізілгенге дейін және ФС-1 (эксперименттік үлгілер) қабылдағаннан кейін алынған бүршік эпителийінің жағындылары. ФС-1-ті күнделікті қолданудың жалпы кезеңі 14 күнді құрады, бұл эпителийдің өздігінен жаңару кезеңі. Алынған жасушалардың жағындылары цитогенетикалық аберрацияның бар-жоғына микроскоппен қаралды. Нәтижесінде ФС-1 қабылдағаннан кейін айтарлықтай өзгеріс болған жоқ, өйткені кариолиз, кариорексия, микроэлектр және ядролық протездері бар жасушалардың деңгейі шамамен бірдей деңгейде қалды. Сондықтан, FS-1 қоян буккалды эпителийіне ұзақ уақыт әсер еткенде цитогенотоксикалық әсер етпейді деген қорытындыға келді.

**Түйін сөздер:** ФС-1, йод, буккалды эпителий, цитогенотоксикалық әсер, кариолиз, кариорексис, микроэлементтер, ядролық шығулар.

А.Е. Айтынова<sup>1,2\*</sup>, С.Ж. Жанаева<sup>1</sup>, Т.Э. Гапурхаева<sup>1</sup>, А.В. Красноштанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО «Научный центр противомикробных препаратов», Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: arayka1997@mail.ru

### Оценка генотоксичности ФС-1 на буккальный эпителий кроликов

Антимикробная активность лекарственного препарата ФС-1 обусловлена содержанием галогена иода, который является довольно активным. В настоящее время в качестве антисептиков уже применяются препараты на основе трииодида калия, такие как раствор Люголя, Иодопирон, Бетадин и другие. Ранее уже были проведены исследования, подтверждающие способность ФС-1 увеличивать проницаемость клеточной мембраны бактерии, что позволяет антибиотикам действовать эффективнее, а также были проведены исследования *in vitro* и *in vivo* оценки цитотоксичности и генотоксичности ФС-1 на лабораторных животных при системном воздействии. В данном эксперименте было изучено влияние ФС-1 на участок первичного контакта – буккальный эпителий. Исходя из результатов эксперимента, мы могли сделать вывод о возможном применении ФС-1 в качестве орального антисептика. В эксперименте были использованы три кролика, мазки буккального эпителия которых были взяты до введения 4 мг/кг ФС-1 (контрольные образцы) и после введения ФС-1 (экспериментальные образцы). Общий период ежедневного введения ФС-1 составил 14 дней, что является периодом для самообновления эпителия. Полученные мазки клеток были исследованы под микроскопом на наличие цитогенетических aberrации. В результате не было выявлено значительного изменения после введения ФС-1, так как уровень клеток с кариолизисом, кариорексисом, микроядрами и ядерными протрузиями оставался примерно на таком же уровне. Следовательно, был сделан вывод о том, что ФС-1 при длительном воздействии на буккальный эпителий кроликов не оказывает цитогенотоксического влияния.

**Ключевые слова:** ФС-1, иод, буккальный эпителий, цитогенотоксическое влияние, кариолизис, кариорексис, микроядра, ядерные протрузии.

### Introduction

There are many iodine-containing pharmaceuticals, among which are antiseptics based on potassium triiodide – Betadine, Lugol's solution, Iodopyron, iodonate and so on [1,2]. The use of iodine is not limited by medicine; it is also used in industry for the production of liquid crystal displays, high-power gas lasers based on excited iodine atoms, halogen lamps, lithium-ion batteries for cars and etc [3]. Except simple solutions of iodide and potassium iodide, there are also iodophors – complexes of triiodide with polymers, which when applied to the skin do not cause skin irritation, but at the same time they have antimicrobial properties. For example, a study of the irritant effect on the eyes of rabbits with the instillation of 1.5-2% povidone iodine for three days led to damage to the cornea [4]. Nevertheless, the use of a 5% povidone-iodine solution in the fungal keratitis model was more effective than using 5% natamycin [5].

Among halogens – iodine stands out for its distinctive characteristics. The large electron shell and the increased internuclear distance determine the isolation of the nucleus [6]. The addition of strong Lewis acids ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) to the medium increases the solubility. Due to this property, iodine becomes

more mobile and can be easily polarized by other elements, such as lithium. Regarding solubility, iodine dissolves in substances that can polarize it, for example, water, possessing oxygen in its composition, which polarizes iodine. Upon dissolution of iodine, the solution becomes brown, and polyiodides blue or brown [7]. Iodine can interact with other organic substances, forming complexes of the type: [(amino acid)]  $\text{K}^+\text{I}_3^-$ , which is the equation of the simplest complex compounds of iodine. For example, in a complex with glycine, potassium, and water, an iodide ion interacts with six glycine molecules and forms an energetically stable structure [8,9]. When interacting, for example, with aromatic molecules, diiodide forms charge-transfer complexes, in which iodine acts as a Lewis acid. Such complexes are studied in the framework of supramolecular chemistry of iodine, which includes other iodine complexes with the properties of forming donor-acceptor, hydrophobic, hydrogen and halogen bonds [10,11].

Iodides also form complex compounds with lithium and potassium halides, polypeptides and  $\alpha$ -dextrin, which can affect the stability of the structure. For example,  $\alpha$ -dextrin is a component of the drug Armenicum intended for the treatment of HIV infection, and in these complex iodides are located inside the dextrin helix and exhibit acceptor proper-

ties for  $\alpha$ -dextrins and donor properties for lithium halides [12]. In combination with phenylalanine, iodides dimerize phenylalanines, which leads to the formation of hydrogen bonds between amino acid molecules and ensures the binding of the entire molecule to a three-dimensional structure [13]. In combination with amylose, an increased or decreased concentration of iodides determines a shift of system equilibrium to the corresponding direction. A key observation is also that with the addition of iodide to the polyiodide chain in the amylose molecule it becomes less stable, which makes it very different from the complex of iodine with xylan. Also, the polypeptide complex of iodine with magnesium and lithium chloride in FS-1 exhibits inhibitory properties for *Mycobacterium tuberculosis* RNA polymerase, which disrupt the process of transcription of bacterial RNA leading to cell lysis. In addition, FS-1 increases the permeability of the bacterial cell membrane for antibiotics, which makes therapy more effective [14].

Despite the fact that iodine, which is part of FS-1, is bound to a complex with bioorganic ligands, its antimicrobial activity persists. Similarly, in relation to the multiresistant strain of *M. tuberculosis* SCAID 187, the minimum inhibitory concentration is 27.7  $\mu\text{g} / \text{ml}$  [15]. In this regard, assessment of the damaging effect on the site of primary contact, when taking FS-1 inside, that is, the mucous membrane of the oral cavity is relevant. Previously, cytotoxicity and genotoxicity of FS-1 were evaluated on a battery of tests, which include *in vitro* and *in vivo* studies in laboratory animals within systemic exposure [16]. In the conducted experiment, FS-1 acted directly on the buccal epithelium, consequently the study was aimed to investigate the local effect of FS-1.

## Materials and methods

**Animals.** Healthy male 6-8 month old rabbits weighing  $2.3\text{kg} \pm 10\%$  were obtained from the Kazakh Scientific Research Veterinary Institute, Almaty, Kazakhstan. Animals were held under barrier conditions in a biosafety level III animal laboratory at  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $50 \pm 10\%$  relative humidity, 12/12 h light/dark cycle. All the animals received the standard forage (Assortiment Agro Ltd., Russia) and deionized water consumed *ad libitum*. According to recommendations of the OECD guideline 405, 2-3 rabbits are used for similar tests.

**Design of experiment.** Three rabbits orally received aqueous solution of FS-1 at dose of 4 mg/kg (estimated dose for clinical study) for 14 days. Smears of buccal epithelium obtained before ad-

ministration of solution were considered as control sample smears, then smears of buccal epithelium obtained on 15<sup>th</sup> day were considered as experimental sample smears. Aqueous solution of FS-1 was administrated by syringe. After experiment rabbits were not euthanized. The study was approved by the Ethics Committee of the Scientific Center for Anti-Infectious Drugs (protocol No. 9, from May 4, 2018).

Microscopic preparations were fixed by 96% ethanol and stained by Giemsa (5% solution), because it is the basic staining method for detection of cytogenetic aberrations.

Cells were analyzed for the presence of cytogenetic lesions, proliferation arrest, apoptotic and necrotic cells. As amount of obtained cells was not very large and not enough for calculating one thousand cells, up to ten cells from one rabbit were taken into account for measuring degree of cytotoxicological and genotoxic impact. According to pictures the most frequent cytogenetic lesions were nuclear protrusions, karyopyknosis and apoptotic bodies presented even before administration of iodine coordination compound. Similar picture was observed after subchronic administration, level of which was not significantly different from those obtained before the introduction of iodine coordination compound aqueous solution.

Cells with aberrations were calculated as ratio between amount of cells with aberration and normal cells. Aberration index (AI) was calculated as the ratio of the total number of cells with aberrations to the total number of analyzed cells.

**Statistical analysis.** The mean value ( $\bar{x}$ ) and standard deviation (SD) were calculated for each variable measured and analyzed statistically by Wilcoxon matched-pairs signed rank test to determine significant differences between groups at  $P < 0.05$ .

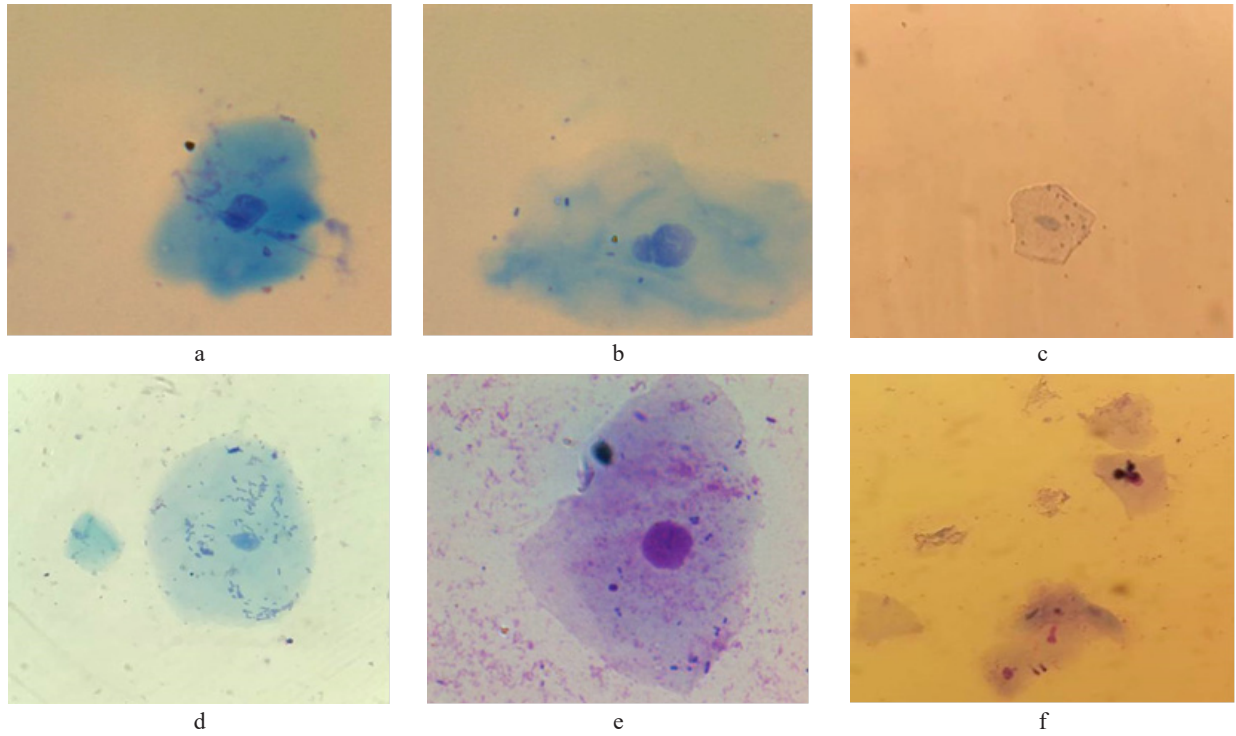
## Results and discussion

During analysis of buccal epithelium cells, we noticed normal cells with unchanged morphological structure as well as cells with micronucleus, nuclear protrusion, karyolysis, and karyorrhexis (Figure 1).

Figure 1 shows microphotography of rabbit buccal epithelium cells and types of cytogenetic aberrations. Normal buccal epithelium cell has full and undamaged structure of nucleus. Nuclear protrusion is a one of the types of cytogenetic aberrations, like micronucleus it can be formed by fragments of chromosomes or by whole chromosomes lagging behind in violation of the spindle of division. Karyorrhexis (disintegration of the cell nucleus into parts) and

karyolysis (dissolution of the cell nucleus particles that has disintegrated due to karyorrhexis) are the final stages of necrobiotic cell death.

Microscopic observation of buccal epithelium cells let us reveal amount of cytogenetic aberrations both in control and experimental sample (Figure 2).



a – normal buccal epithelium cells; b – nuclear protrusion; c, d – karyolysis; e – micronucleus; f – karyorrhexis

Figure 1 – Buccal epithelium cells

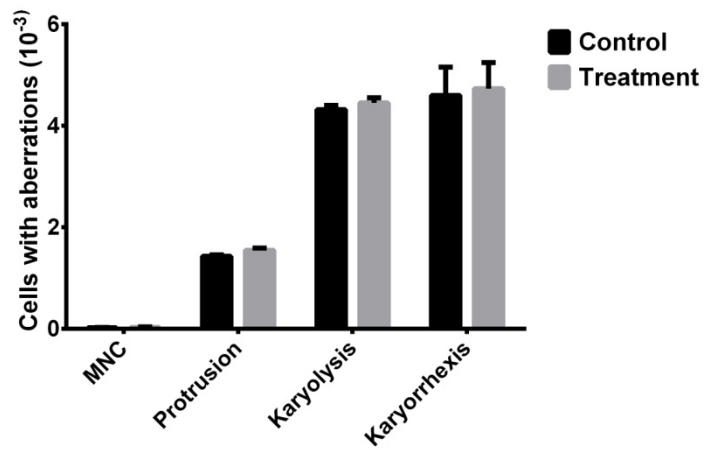


Figure 2 – Types and amount of aberrations in buccal epithelium

As a result of the microscopic analysis, cells with karyolysis, karyorrhexis, micronuclei, nuclear protrusions that formed during cell division were detected, but their quantity in the experimental group did not exceed the control group ( $p = 0.125$ ). Moreover, the cytogenetic aberration indices in the initial samples of buccal epithelial cells were significantly less than the control indices of the cytogenetic aberration level of human buccal epithelium [17]. Probably, observed cells are associated with spontaneous mutations occurring in the buccal epithelium.

Studies of FS-1 genotoxicity and cytotoxicity *in vitro* and *in vivo* has been conducted repeatedly [18]. In addition, it was found that potassium iodide affects apoptosis of genetically modified lung cancer as a result of increased intracellular levels of iodides, which leads to a significant decrease in tumor size [19]. A study of the influence of molecular iodine on the development of carcinogenesis of the mammary gland revealed that iodine induces apoptotic activity against cancer cells, which manifests itself in a cytotoxic effect [20]. A similar mechanism of action of iodine and its compounds can manifest itself in various directions, namely, by the formation of oxidative stress, apoptosis, necrosis, cell cycle arrest, decrease in the proliferation rate, or in altered cell differentiation. The type of observed mechanism depends on the dose and iodine exposure time. For example, iodine concentration of 20 millimoles contained in povidone-iodine inhibited the proliferation of MCF 7 breast carcinoma, IPS melanoma, A549 and H1299 lung carcinoma, and a Lugol's solution with an iodine content of 20-80 millimoles reduced the growth MCF-7 cells. Significantly high doses of molecular iodine were also studied: 50, 100, 200 millimoles in the composition of povidone-iodine and Lugol's solution, among which the highest concentration of 200 millimoles induced decrease in proliferation rate by about 70%, and in the case of Lugol's solution a significantly lower effect of re-

duction in 26%. At lower concentrations of 50 and 100 millimoles, cell proliferation decreased by 63% and 56% [21, 22]. These studies allows us to suggest the efficacy of povidone-iodine, Lugol's solution, and triiodide as antitumor agents. We suppose that high concentration of FS-1 may explain manifested forms of cells, which are consistent stages of necrobiosis. As it is known, karyolysis is the final and irreversible stage, implying the inevitable cell death, while apoptosis manifests itself in a violation of the cell membrane integrity and structure of the cell nucleus, which leads to its fragmentation, as a result of which micronuclei formed in our study [23]. Also, cells that were formed as a result of abnormal course of cell division, namely at the stages of interphase and anaphase mitosis, were noticed [24]. Budding of nucleus in interphase and the lagging of nuclear fragments from chromosomes in anaphase led to the formation of nuclear protrusion [25]. Mitotic errors could be caused at the level of spontaneous mutations, while necrosis could take place due to high concentration of iodine, which caused damage to the cell [26].

### Conclusion

Based on the obtained results, it can be concluded that FS-1 does not cause cytogenotoxic effect on buccal epithelium cells during prolonged exposure to the oral mucosa of rabbits.

### Conflict of interests

The authors declare that there are no competing interests regarding the publication of this paper.

Authors express huge gratitude to Candidate of biological sciences, Head of the Laboratory of Pharmacology and Toxicology of JSC "Scientific Center of Anti-Infectious Drugs" Ibragimova Nailya Akhtamovna for help in the conducted work.

### References

- 1 Yuldasheva G.A., Zhidomirov G.M., Leszczynski J., Ilin A.I. (2016) Iodine Containing Drugs: Complexes of Molecular Iodine and Tri-iodide with Bioorganic Ligands and Lithium Halogenides in Aqueous Solutions // *Practical Aspects of Computational Chemistry*, vol.4, pp. 279-301.
- 2 Sato S., Miyake M., Hazama A., Omori K. (2014) Povidone-iodine-induced cell death in cultured human epithelial HeLa cells and rat oral mucosal tissue // *Drug Chem Toxicol.*, vol.37, no.3, pp. 268-275.
- 3 Jin X., Jiang P., Liu L., Jia Q., Liu P., Meng F., Zhang X., Guan Y., Pang Y., Lu Z., Shen H. (2017) The application of serum iodine in assessing individual iodine status // *Clin Endocrinol*, vol.87, no.6., pp. 807-814.
- 4 Jiang J., Wu M., Shen T. (2009) The toxic effect of different concentrations of povidone iodine on the rabbit's cornea // *Cutan Ocul Toxicol.*, vol.28, no 3, pp. 119-24.
- 5 Oliveira L.A. (2008) Effect of topical 0.5% povidone-iodine compared to 5% natamycin in fungal keratitis caused by *Fusarium solani* in a rabbit model: a pilot study // *Arq. Bras. Oftalmol.*, vol.71, no 6, pp. 860-864.



- 6 Catalano L., Cavallo G., Metrangolo P., Resnati G., Terraneo G. (2016) Halogen Bonding in Hypervalent Iodine Compounds // *Top Curr Chem.*, vol. 373, pp. 289-309.
- 7 Shi J., Fonda E., Botti S., Marques L., Shinmei T., Irifune T., Flank A.M., Lagarde P., Polian A., Itié J.P., San-Miguel A. (2021) Halogen molecular modifications at high pressure: the case of iodine // *Phys. Chem.*, vol. 23, pp. 3321-3326.
- 8 Yuldasheva G., Zhidomirov G., Ilin A. (2018) Effect of  $\alpha$ -dextrin nanoparticles on the structure of iodine complexes with polypeptides and alkali metal halogenides, and on the mechanisms of their anti-human immunodeficiency virus and anticancer activity // *Design and Development of New Nanocarriers.*, vol. 17, pp. 637-685.
- 9 Yuldasheva G., Zhidomirov G., Leszczynski J., Ilin A. (2013) The effect of the amphoteric properties of amino acids in the zwitterionic form on the structure of iodine complex compounds in aqueous solutions // *Journal of Molecular Structure.*, vol. 1033, pp. 321–330.
- 10 Brar A., Unruh D., Aquino A., Krempner C. (2019) Lewis acid base chemistry of Bestmann's ylide, Ph<sub>3</sub>PCCO, and its bulkier analogue, (cyclohexyl)<sub>3</sub>PCCO // *Chem. Commun.*, vol. 55, pp. 3513-3516.
- 11 Mayer R., Hampel N., Ofial A. (2020) Lewis Acidic Boranes, Lewis Bases, and Equilibrium Constants: A Reliable Scaffold for a Quantitative Lewis Acidity/Basicity Scale // *Chem. Eur.J.*, vol. 27, pp. 4070–4080.
- 12 Yuldasheva G., Zhidomirov G., Ilin A. (2012) Effect of organic ligands with conjugated  $\pi$ -bonds on the structure of iodine- $\alpha$ -dextrin complexes // *Biotechnol Appl Biochem.*, vol.59., no.1, pp. 29-34.
- 13 Berdibay S., Paretskaya N., Sabitov A., Islamov R., Tamazyan R., Tokmoldin S., Ilin A., Martirosyan K. (2017) Phenylalanine – iodine complex and its structure // *News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan.*, vol. 2., no. 312., pp. 5 – 9.
- 14 Ilin A., Kerimzhanova B., Yuldasheva G. (2017) Action Mechanism of Molecular Iodine Complex with Bioorganic Ligands, Magnesium and Lithium Halogenides on Human Tuberculosis Strain With Multiple Drug Resistance // *J Microb Biochem Technol.*, vol. 9, no 6, pp. 293-300.
- 15 Ilin A., Kulmanov M., Korotetskiy I., Islamov R., Akhmetova G., Lankina M., Reva O. (2017) Genomic Insight into Mechanisms of Reversion of Antibiotic Resistance in Multidrug Resistant Mycobacterium tuberculosis Induced by a Nanomolecular Iodine-Containing Complex FS-1 // *Front Cell Infect Microbiol.*, vol. 7, pp. 151.
- 16 Nersesyan A., Ilin A., Kulmanov M., Muradyan R., Parsadanyan G., Zalinyan G., Chobanyan N. (2011) Investigations of genotoxic activity of the antimicrobial/antiviral agent FS-1 in rodents by means of the micronucleus and the comet assays // *Arch Oncol.*, vol. 19, no. 3-4, pp. 55-8.
- 17 Castañeda-Yslas I.J., Arellano-García M.A., García-Zarate M.A., Ruíz-Ruiz B., Zavala-Cerna M.G., Torres-Bugarín O. (2016) Biomonitoring with Micronuclei Test in Buccal Cells of Female Farmers and Children Exposed to Pesticides of Maneadero Agricultural Valley, Baja California, Mexico // *Journal of Toxicology*, vol. 2016, pp 8-15.
- 18 Ilin A., Kulmanov M., Nersesyan A., Stopper H. (2015) Genotoxic activity of the new pharmaceutical FS-1 in Salmonella/microsome test and mouse lymphoma L5178Y cells // *J BUON.*, vol. 20, no 2, pp. 595-601.
- 19 Zhang L., Sharma S., Zhu L.X., Kogai T., Hershman J.M., Brent G.A., Dubinett S.M., Huang M. (2003) Nonradioactive Iodide Effectively Induces Apoptosis in Genetically Modified Lung Cancer Cells // *Cancer research*, vol. 63, pp. 5065–5072.
- 20 Shrivastava A., Tiwari M., Sinha R.A., Kumar A., Balapure A.K., Bajpai V.K., Sharma R., Mitra K., Tandon A., Godbole M.M. (2006) Molecular Iodine Induces Caspase-independent Apoptosis in Human Breast Carcinoma Cells Involving the Mitochondria-mediated Pathway // *Journal of biological chemistry*, vol. 281, no. 28, pp.19762–19771.
- 21 Rösner H., Möller W., Groebner S., Torremante P. (2016) Antiproliferative/cytotoxic effects of molecular iodine, povidone-iodine and Lugol's solution in different human carcinoma cell lines // *Oncology Letters*, vol.12, pp. 2159-2162.
- 22 Calissendorff J., Falhammar H. (2017) Lugol's solution and other iodide preparations: perspectives and research directions in Graves' disease // *Endocrine*, vol. 58, no. 3, pp.467–473.
- 23 Takada S., Watanabe T., Mizuta R. (2020) DNase  $\gamma$ -dependent DNA fragmentation causes karyolysis in necrotic hepatocyte // *J Vet Med Sci.*, vol. 82, no.1, pp. 23–26.
- 24 Rank J. (2002) The method of Allium anaphase-telophase chromosome aberration assay // *Ekologija*, vol 1., pp. 1-12.
- 25 Nicholson J.M., Cimini D. (2011) How mitotic errors contribute to karyotypic diversity in cancer // *Adv Cancer Res.*, vol. 112, pp. 43-75.
- 26 Levine M.S., Holland A.J. (2018) The impact of mitotic errors on cell proliferation and tumorigenesis // *Genes & Dev.*, vol. 32, pp. 620-638

---

## МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

### Шолу мақалалары

### Review articles

### Обзорные статьи

*Atavliyeva S.Sh., Tarlykov P.V.*

Paleoproteomics studies of ancient *Caprinae*: A review .....

*Ашиурский Э.Э.*

О физиологических предпосылках и основополагающих аксиомах мышления .....

*Kozhakhmetova S.S., Kassymbek K.T., Zholdybayeva E.V.*

Multi-omics approach to the study of microorganisms .....

### 1-бөлім Ботаника

### Section 1 Botany

### Раздел 1 Ботаника

*Sycheva Ye., Mukanova M., Mukanova G., Sarsenbaeva G.*

Growth stimulating activity of new plant growth regulators .....

*Ибишева Н.М., Нурмаханова А.С., Атабаева С.Д., Чилдибаева А.Ж., Тыныбеков Б.М., Мамурова А.Т., Сейлхан А.*

Қапшағай-Бақанас тас жолының оң жағалауындағы *Salvia aethiopsis* L. ценопопуляциясының құрылымдық ерекшелігі мен өсімдік қауымдастарының флоралық құрамы .....

*Киришбаев Е.А., Оразбаев Ә.Е., Турашева С.К., Байсейітова Г.А., Турдығалиева Ә.Н., Байсейітов Д.А.*

Қант құмайы (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) сорттарының тұздануға төзімділік ерекшеліктері .....

*Кубентаев С.А., Котухов Ю.А., Жумагул М.Ж., Избастина К.С., Алибеков Д.Т., Мухтубаева С.К.*

Эколого-биологические особенности и фитоценотическая структура популяций *Rhodiola quadrifida* в Восточном Казахстане .....

*Курманбаева М.С., Құсмангазинов Ә.Б., Қайырбеков Т.Қ., Саркытбаева А.К., Теленова Қ.Д.,*

*Мурзабаев Б.А., Сәрсенбек Б.Н.*  
Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығыс аймақтарының биоалуантүрлілігі және топырақ құнарлылығын сақтау мақсатында көпжылдық бидайды жерсіндіру .....

*Талдыбай А.А., Айдарбаева Д.К., Ахмет Аксой*

Жетісу алатауында кездесетін *Artemisia frigida* Willd-ның химиялық құрамын зерттеу .....

*Азат С., Амзеева У.М., Бексейітова К.С., Есжанова Г.Т., Бускетс Р.*

Исследование химического и биологического состава лекарственного растения джужгуна белокорого для дальнейшего получения антибактериального ветеринарного препарата .....

### 2-бөлім Биотехнология

### Section 2 Biotechnology

### Раздел 2 Биотехнология

*Крадецкая О.О., Чилимова И.В.*

Хлебопекарные свойства яровой мягкой пшеницы и тритикале в зависимости от предшественника и фона возделывания .....

### 3-бөлім Микробиология

### Section 3 Microbiology

### Раздел 3 Микробиология

*Чижаева А.В., А.А. Амангелды, А.Ж. Алыбаева, Е.А. Олейникова, М.Г. Саубенова, Ж.Н. Ермекбай, А.А. Айтжанова*

Исследование *in vitro* пробиотических свойств новых штаммов молочнокислых бактерий, ценных для аквакультуры ....

---

**4-бөлім**  
**Зоология**

**Section 4**  
**Zoology**

**Раздел 4**  
**Зоология**

*Есенбекова П.А., Маткерім Ж.Н.*

«Алтынемел» МҰТП территориясындағы пайдалы жартылай қаттықанаттылардың (*Heteroptera*) таксондық құрамы

*Сатыбалдиева Г.М., Шарахметов С.Е., Сапарғалиева Н.С., Жанабергенов А.О., Шупшибаев К.К.*

Видовой состав и морфо-биологические данные рыб из оз. Солонцы (Северо-Казахстанская область)

**5-бөлім**  
**Цитология**  
**және гистология**

**Section 5**  
**Cytology and**  
**hystology**

**Раздел 5**  
**Цитология**  
**и гистология**

*Aitynova A.E., Zhanaeva S.Zh., Gapurkhaeva T.E., Krasnoshtanov A.V.*

Assessment of FS-1 genotoxic effect on the buccal epithelium of rabbits .....