

ISSN 2518-1629 (Online),  
ISSN 2224-5308 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институтының

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Института биологии и биотехнологии растений

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
of the Institute of Plant Biology and Biotechnology

**БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ МЕДИЦИНА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ**



**SERIES**

**OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

**6 (318)**

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2016 ж.  
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2016 г.  
NOVEMBER – DECEMBER 2016**

**1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963**

**ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR**

**АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK**

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі, м. ғ. д., проф.

**Ж. А. Арзықұлов**

**Абжанов Архат** проф. (Бостон, АҚШ),  
**Абелев С.К.** проф. (Мәскеу, Ресей),  
**Айтқожина Н.А.** проф., академик (Қазақстан)  
**Акшулаков С.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Алшынбаев М.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Березин В.Э.**, проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Бисенбаев А.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Бишимбаева Н.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Ботабекова Т.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Жамбакин К.Ж.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Ishchenko Alexander**, prof. (Villejuif, France)  
**Қайдарова Д.Р.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Күзденбаева Р.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Лось Д.А.** prof. (Мәскеу, Ресей)  
**Lunefeld Bruno** prof. (Израиль)  
**Миербеков Е.М.** проф. (Қазақстан)  
**Муминов Т.А.** проф., академик (Қазақстан)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Рахыпбеков Т.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Сапарбаев Мұрат** проф. (Париж, Франция)  
**Сарбассов Дос** проф. (Хьюстон, АҚШ)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Биология және медициналық сериясы».

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5546-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [biological-medical.kz](http://biological-medical.kz)

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
академик НАН РК, д.м.н., проф.

**Ж. А. Арзыкулов**

**Абжанов Архат** проф. (Бостон, США),  
**Абелев С.К.** проф. (Москва, Россия),  
**Айтхожина Н.А.** проф., академик (Казахстан)  
**Акшулаков С.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Алчинбаев М.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Березин В.Э.**, проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Бисенбаев А.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Бишимбаева Н.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Ботабекова Т.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Жамбакин К.Ж.** проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Ishchenko Alexander** prof. (Villejuif, France)  
**Кайдарова Д.Р.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Кузденбаева Р.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Лось Д.А.** prof. (Москва, Россия)  
**Lunenfeld Bruno** prof. (Израиль)  
**Миербеков Е.М.** проф. (Казахстан)  
**Муминов Т.А.** проф., академик (Казахстан)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Рахыпбеков Т.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сапарбаев Мурат** проф. (Париж, Франция)  
**Сарбассов Дос** проф. (Хьюстон, США)

«Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская».

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов  
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5546-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

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

[www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

academician of NAS RK, doctor of medical science, professor

**Zh. A. Arzykulov**

**Abzhanov Arkhat** prof. (Boston, USA),  
**Abelev S.K.** prof. (Moscow, Russia),  
**Aitkhozhina N.A.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Akshulakov S.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Alchinbayev M.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Berezin V.Ye.**, prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Bisenbayev A.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Bishimbayeva N.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Botabekova T.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Zhambakin K.Zh.** prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief  
**Ishchenko Alexander**, prof. (Villejuif, France)  
**Kaydarova D.R.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Kuzdenbayeva R.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Los D.A.** prof. (Moscow, Russia)  
**Lunefeld Bruno** prof. (Israel)  
**Miyerbekov Ye.M.** prof. (Kazakhstan)  
**Muminov T.A.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Rakhypbekov T.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Saparbayev Murat** prof. (Paris, France)  
**Sarbassov Dos**, prof. (Houston, USA)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biology and medicine.**

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

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

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5546-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

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

<http://nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 5 – 16

UDC 633.912

**K. T. Magzieva<sup>1</sup>, R. K. Zhapayev<sup>2</sup>, A. G. Yussupov<sup>1</sup>, R. B. Beglov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Independent Expert Consulting Board to Promote Scientific Research in Kazakhstan (InExCB-Kz),  
Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: kamila@inexcbkz.com, r.zhapayev@cgiar.org, aidyn@inexcbkz.com, rinat@inexcbkz.com

**KAZAKHSTAN DANDELION TARAXACUM KOK-SAGHYZ –  
AN ALTERNATIVE SOURCE OF NATURAL RUBBER  
(TARAXACUM KOK-SAGHYZ L. E. RODIN)**

**Abstract.** This article contains general information about the natural rubber production in the world and the search for new alternative sources, and about recent studies of the properties of dandelion *Taraxacum Kok-Saghyz*. The authors present an overview of various methods and technologies for the creation of high-yielding varieties and obtaining natural rubber and sugar from dandelion *Taraxacum Kok-Saghyz* in the framework of research projects in Europe. This article also contains the biological features and botanical description of dandelion *Taraxacum Kok-Saghyz*. The expected increase in prices of natural rubber and lack of raw materials in the coming years have convinced of the need for urgent revival of the production of natural rubber from *Kok-Saghyz* in Kazakhstan, which has all the necessary prerequisites. For sowing in Kazakhstan, KeyGene AgroBusiness Park has provided special varieties of *Taraxacum Kok-Saghyz* with properties that allow getting from 0.7 ton to 1 ton of latex from 1 ha of crops.

**Keywords:** natural rubber, dandelion *Taraxacum Kok-Saghyz*, research, production of rubber.

**Introduction.** Natural rubber (NR) is a raw material that is widely used in the manufacturing industry, medicine, transportation, aviation, defense, and at home. Nowadays, the main source of natural rubber in the world is the rubber tree *Hevea* (*Hevea brasiliensis*), which grows in industrial plantations of South East Asia. The quality of NR is significantly high in comparison with the synthetic substitute, and it is indispensable in tire production. Technology of cultivation of NR sources is friendly to the environment and safe for humans. Obtaining of NR from *Hevea* relies on heavy manual labor, which cannot be mechanized due to the nature of the tree, while processing and extracting of NR *Kok Saghyz* can be readily automated.

One of the objective of the Concept of Innovative Development of the Republic of Kazakhstan by 2020, approved by the Decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated June 4, 2013 № 579 is "The use of the raw materials potential of the country for expansion of cooperation with foreign investors and companies on attracting advanced technologies and creation of high-tech industries". The development of national innovation is expected to make the most decisive contribution to the development of Kazakhstan.

The solution of many problems of Kazakhstan's economy could be the production of NR in Kazakhstan from its own endemic, listed in the Red Book of Kazakhstan, dandelion *Taraxacum Kok Saghyz*. Modern studies show that within 5-6 years from the first crop of high-grade seeds of *Taraxacum Kok Saghyz* on an area of 50 hectares followed by gradual increase to 50 thousand hectares, Kazakhstan could meet the needs of the internal market in natural rubber and within the following 2-3 years could enter the world markets with their domestic products. This process is not easy, requiring internal and external investments, not only in terms of funding but also in terms of knowledge and experience. Nevertheless, this process is quite reliable and promising.

**Evaluation of the world production of natural rubber.** According to the forecasts of the International group for the study of the rubber market, IRSG (International Rubber Study Group) [1], in the next 10 years, the growth in demand for natural rubber will be 3.7% per year, reaching 15.4 million tons by 2020. China will remain being the main consumer, with projected cumulative annual growth rate for natural rubber consumption of 6.1%.

Analysis of the price for natural rubber on the Tokyo Stock Exchange for July 2016 (Figure 1) shows a steady growth. The sale volume of NR on the Tokyo Stock Exchange since 2012 remains consistently low and continues to decline due to the decrease in the number of delivered natural rubber in Southeast Asia (Figure 2). This did not change in the first half of 2016. The short increase in sales volumes of natural rubber in the world markets in March and April to July 2016 has decreased significantly, which made inevitable impact on the growth of prices for one ton of natural rubber, mostly supplied from South East Asia (Figure 3).

According to the Association of Natural Rubber producing countries (Southeast Asia) [1], accounting for 92% of the total world production of natural rubber from *Hevea Brasiliensis*, the deficit of global rubber supply may persist until 2018. In addition, with the emergence of new dangerous diseases and pests, adverse climate changes, limited land resources, impossibility to mechanize the process of collecting and extraction of rubber, high human factor, long period of trees' maturing (6-8 years), etc., it is unlikely that the region and the main source of obtaining natural rubber from *Hevea* will be able to provide the world needs in natural rubber. In addition, the three largest producers of natural rubber – Thailand, Indonesia and Malaysia, whose combined share accounts for up to 70% of the world production of this material, plan to cut down old trees on the area of 100 000 hectares. According to the International Council of the tripartite rubber (ITRC), this will reduce the market supply to 450 000 tons per year.

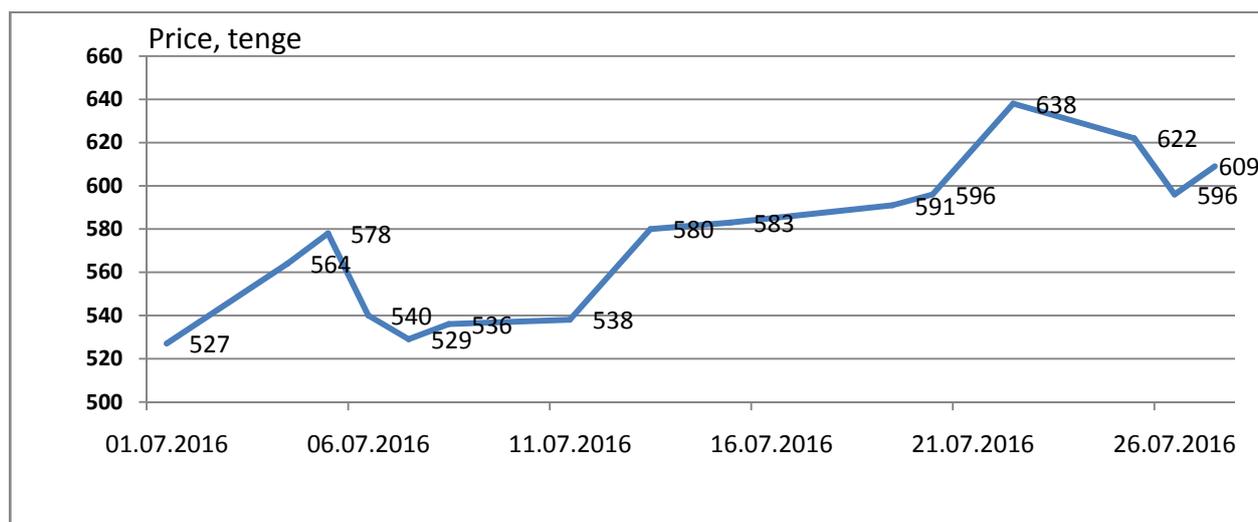


Figure 1 – Diagram of rising prices for natural rubber on the Tokyo Stock Exchange for July 2016

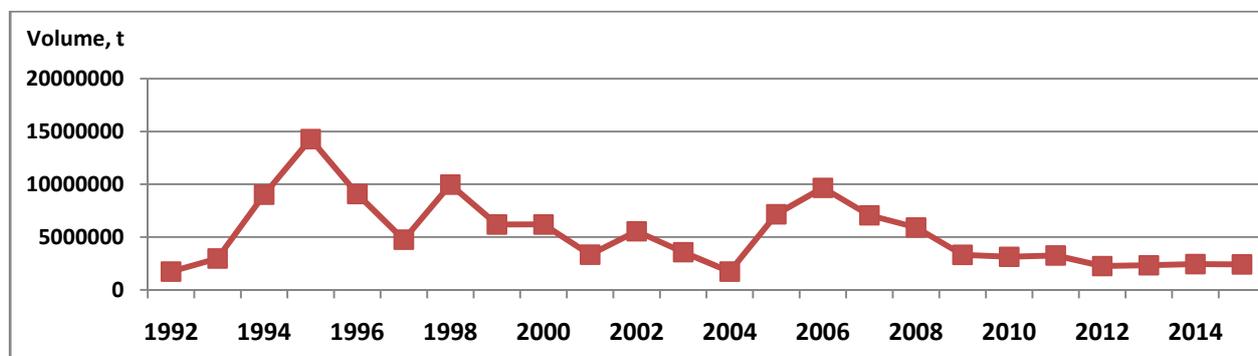


Figure 2 – The volume of worldwide sales of natural rubber according to the Tokyo Stock Exchange for 1992-2015

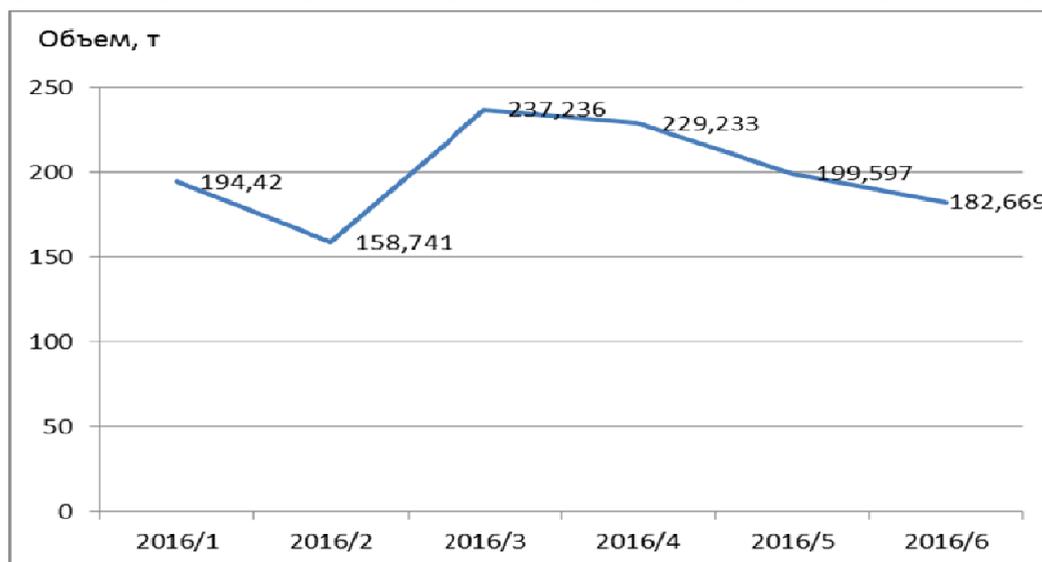


Figure 3 – The volume of worldwide sales of natural rubber according to the Tokyo Stock Exchange for 2016

According to the latest research, the fungus *Microcyclus ulei*, which virtually destroyed the plantation of rubber trees in South America, is currently threatening to spread throughout Southeast Asia [2]. The emergence of the fungus in locations associated with the world's leading producers of natural rubber is only a matter of time. In this regard, all countries producing natural rubber in Southeast Asia have developed control standards of possible spread of the fungus; however, all these measures are confined to the control of cross-border traffic flows. Additionally, a number of factors, first of all, the weather, may destabilize the natural rubber market. *Hevea* resets foliage in drought and is later incapable of producing juice (latex) even when it rains, because there is no juice coagulation, whereby the plant may die. Heavy rains and flooding in Thailand and Indonesia in recent years have caused significant damage to the production of natural rubber.

The instability of natural rubber market, as well as price fluctuations may lead manufacturers of automobile tires to search alternatives to this product, because it is not only about the rise in price of production due to the high cost of raw materials, but also the threat of its cease as a result of the termination of the supply, if any biological or climatic emergencies happen. In this regard, many countries have started the search for alternative sources of natural rubber production.

**Alternative sources for natural rubber.** Nowadays, the main source of natural rubber for industrial use all over the world is *Hevea brasiliensis*, the rubber tree in Brazil. In the XIX century, the British exported it from Brazil to Indochina to establish industrial plantations and the production of rubber. According to the world markets, Southeast Asia provides 92% of natural rubber in the world market, and the birthplace of *Hevea*, Brazil, – only 0.8%.

It should be noted that the presence of the latex is observed in many plants. The total number of these plants identified in the Soviet Union amounted to 903, including shrubs, trees, flowering plants, houseplants such as pipal, and even vegetables, such as potatoes. The manufacture of one car tire used about 500 potatoes. Generally, in the USSR the need for natural rubber was considerable, taking into account the rapidly growing industry, and especially the automotive industry. In 1926 the Soviet government announced a worldwide competition for the production of synthetic rubber and has spent enormous effort to find sources of natural rubber in the country. It was the most important state program that provided strategically important raw materials to its own industry. In 1931 dandelion *Kok-Saghyz* was discovered in Kazakhstan and in the beginning of the 1940s the Soviet Union has already employed 300 factories for the production of natural rubber from the *Kok-Saghyz*. During the Second World War, USSR exchanged the *Kok-Saghyz* seeds for necessary weapons with the USA. Unfortunately, due to the rapid development of the oil industry and high labor costs to obtain rubber from the *Kok-Saghyz*, the unwillingness to spend money on mechanization and automation of planting, processing and cleaning of *Kok-Saghyz*, this promising culture has been forgotten, and the rubber producing plants gradually closed.

In the late 1990s and early 2000s, the world felt the first signs of deficiency of natural rubber. American and European scientists have calculated that by 2015-2020 the need for the world in the natural rubber industry will grow, and its production may decrease due to a number of factors related to environmental, economic and political problems in the world. The European Union Framework Programs, as the main EU instrument for funding research and innovation, supported several projects that explore alternative sources of natural rubber.

The Sixth Framework Program has financed several small projects in the social, economic and foresight studies that draw conclusions about the upcoming changes in the world economy associated with a reduction in the world supply of natural rubber and recommended consideration of new alternatives and the possibility of resuming the development of the old, already known natural sources for rubber, such as a Mexican bush guayule and the Kazakh endemic called Russian dandelion *Taraxacum Kok-Saghyz*. Back in the late 1940s - early 1950s pilot tires from guayule and *Kok-Saghyz* were manufactured and tested showing that after driving for 8000 miles the tires from guayule practically come into disrepair, whereas those made from the *Kok-Saghyz* do not change their appearance and qualities even after 22 thousand miles of intensive testing.

The European Union Seventh Framework Program for Research, Technology and Innovation has announced a special call to research alternative sources of natural rubber. Project proposals should have set a goal to determine the best alternatives to the *Hevea Brasiliensis*, studies of their properties availability for industrial development in terms of ecology, economy and geographical coverage.

The EU-PEARLS, EU-based Production and Exploitation of Alternative Rubber and Latex Sources, project [3], despite its name, attracted scientists from Kazakhstan, where the *Kok-Saghyz* is freely growing. The project consortium brought together 14 universities, research centers and manufacturers from 8 countries: the Netherlands (Wageningen University, the International Centre for Plant Research, Agro Business Park Keygene, Apollo Vredestein, Company for the production of tires, Stramproy Contracting, commercial and industrial company), Germany (University of Münster), Switzerland (University of Lausanne), Spain (Basque Institute for Agricultural Research and Development), the United States of America (Yulex Corporation), Italy (Trelleborg Engineering Company), Czech Republic (Institute of Botany of the Czech Academy of Sciences), Belgium (Bayer Crop Science, Bayer BioScience), France (CIRAD, International Centre for cooperation in agronomic research and development). InExCB-KZ, Independent Expert Advisory Board to Promote Scientific Research in Kazakhstan, has been a consultant for research of *Kok-Saghyz* in Kazakhstan and further implementation of the project results.

There is important to note that the consortium of EU-PEARLS project is the world's only group of scientists, which has received official permission for the collection and study of the Kazakhstan Red Book plant *Taraxacum Kok Saghyz* (Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated July 9, 2009 № 1046 "On approval of the volume of dandelion collection *Kok Saghyz* (*Taraxacum Kok-Saghyz*)). *Taraxacum Kok Saghyz* in the world literature is still called as "the Russian dandelion". The information about this plant and its properties was first published by Dr L. Rodin, who worked in the Botanical Institute of the USSR Academy of Sciences [4, 5]. In those days, everything that came out of the countries of the Soviet Union was called "Russian" in the world. So, the Kazakhstani endemic became a Russian plant, despite the fact that the similar dandelion has been found in Sweden and Norway, where it was also subjected to a long-term study.

The consortium examined the development and sustainable use of *Parthenium argentatum* (guayule) and *Taraxacum Kok Saghyz* as an alternative source of rubber in the European Union. To ensure the sustainable development and exploitation of both crops, the development and creation of idioplasm, biochemistry, genetics, breeding, cultivation, processing and the final product carried out and investigated throughout the research of a collection of wild plants. The whole of the rubber biosynthetic chain was analyzed and potential weaknesses were identified. The genes involved in the biosynthesis of rubber were charted; a strategy of reproduction was defined. Recommendations on the establishment of industries with commercially sustainable rubber harvesting were developed. Experimental production facilities for the testing and evaluation of efficient growth and rubber production under different climatic and soil conditions in Europe were created. Technical performance and economic potential of rubber obtained at these production sites were evaluated by obtaining some prototypes, such as surgical gloves and tires.

The project results were presented at the International Congress 2012, "BioRubber for Europe in a global perspective", which was also attended by a delegation from Kazakhstan, which included Vice Minister of the Ministry for Investment and Development of Kazakhstan Kahysh Tuleushin, Deputy CEO of the National Agency for Technological Development Zhumatay Salimov, director of InExCB-KZ Dr. Kamila Magzieva, deputy director of InExCB-KZ Sulushash Magzieva, representative of the International Center for Maize and Wheat Improvement in the Republic of Kazakhstan, Prof. Dr. Murat Karabayev, Director of the Institute of Plant Biology and Biotechnology, Prof. Dr. Kabylbek Zhambakin. The EU-PEARLS project consortium presented achievements, pointing out that the main research focus was guayule and Kok-Saghyz, because Hevea is highly susceptible to disease and the impact of pests and requires much more energy to grow and manual processing. Moreover, Hevea often causes allergic reactions. In contrast to Hevea, dandelion Kok-Saghyz and guayule are less fastidious in growing, planting and processing; the processes of seeding and developing are able to be mechanized.

Scientists of KeyGene AgroBusiness Park, the largest Dutch company in the field of research and improvement of plant genetics, conducted a study on the creation of highly productive hybrids with Kazakhstani wild Taraxacum Kok-Saghyz. By breeding and crossbreeding of wild Kazakh Kok-Saghyz and large Dutch dandelion, scientists have created a new variety of KeyGene Taraxacum Kok-Saghyz, which can revolutionize the rubber industry, and provide new value-added and easy cultivation of crops for farmers. The impact on the environment has also been taken into account. During the research, KeyGene scientists identified genes associated with apomixis, the ability to produce seeds without fertilization. Understanding of these genes can dramatically change agriculture, as any plant can potentially be cloned by seeds from the maternal plant. Currently KeyGene continues work on creation of drought-tolerant specimens of Taraxacum Kok-Saghyz and a cultivated variety that is able to produce from 700 to 1000 kilograms of natural rubber out of 1 hectare. The cost of handling for one hectare of land is approximately 250 dollars, which is about three times cheaper than the cost of growing flowers or food on the same area.

The first tests conducted in the laboratories of the EU and the US showed that rubber from Taraxacum Kok-Saghyz is not inferior to latex rubber trees. Another advantage of this type is that 45% of its roots consist of inulin, natural hydrocarbon, which can be converted into ethanol. Inulin is used for the manufacture of pharmaceutical preparations and dietary supplements prescribed for diabetes, obesity, coronary disease and heart attack, arthritis and osteochondrosis.

American scientists from Ohio believe that the quality of the rubber from dandelions and Hevea are same. However, the project consortium has proven that it is faster to get the rubber from dandelions. [6] The guayule bush grows 3-4 years before latex accumulates in roots. Kok-Saghyz at the end of the first year of life can collect the required amount of rubber. In addition, the mechanization and automation of seeding, processing and harvest of Kok-Saghyz is much easier, faster and more economical than the same processes for guayule.

During EU-PEARLS, a Dutch company producing tires, Apollo Vredestein, has produced an experimental tires Quatrac Lite (size 155/65 R14) from guayule and Kok-Saghyz [7]. Producers indicated that these tires have a much higher adhesion to the road surface, particularly at high humidity. The company is ready to start production of tires for airplanes and large-sized cars from Kok-Saghyz, taking into account its high durability.



Figure 2 – The tire, made of Kok-Saghyz

EU-PEARLS project, led by the Wageningen University, negotiated with the Kazakh scientists to participate in the European project for the purpose of subsequent use of the results in Kazakhstan. There were two reasons. The first concerns the issues of compliance of the Convention on Biodiversity; Kazakhstan became its member in 1999, and the provisions of the Red Book of Kazakhstan and the country's laws on protecting the right of its endemic. The second reason was that probably Kok-Saghyz will better grow and multiply in the territory of its endemic habitat. The experiments of 2015 showed the results of crops and cultivation *Taraxacum Kok-Saghyz* in Almaty region. The percentage of germination was up to 60%. Actually, germination of the fine seeds in the field does not exceed 50%.

The project results were also presented to the President of the Republic of Kazakhstan Nursultan Nazarbayev at the Astana Economic Forum in May 2013, as well as on the technology exhibition during the Nuclear Security Summit in May 24-25, 2014, in Hague (the Netherlands).



Figure 4 – Demonstration of the results of the EU-PEARLS project to the President of the Republic of Kazakhstan N.A. Nazarbayev during AEF 2013



Figure 5 – Presentation of the new varieties in Hague

During the summit in the Hague, KeyGene and “Kok-Saghyz-TM” JSC in the presence of Minister for Investment and Development of Kazakhstan Mr. Asset Isekeshev and the Netherlands Ambassador to Kazakhstan HE Hans Driesser signed an agreement on long-term partnership in the production of natural rubber from *Taraxacum Kok-Saghyz*.

The agreement covers the selection and delivery of new and improved varieties of Kazakh dandelions designed and optimized for the production of natural rubber in Kazakhstan. In the next stages of the project, Kazakhstan dandelions will be interbred with typical Dutch varieties in order to obtain a high-yield hybrid that will combine the quality of Kazakhstan dandelions' rubber with adaptability and productivity of Dutch varieties. The agreement gives more opportunity to the industrial life of Kazakhstan, which has all the possibilities for the production of both natural and synthetic rubber. Strong government support, along with a partnership with one of the top breeding companies in the world is definitely will fasten this process. Kazakhstan dandelion can be used for molecular breeding, getting the seeds of new varieties of dandelion suitable for commercially viable production of natural rubber, and to meet the global demand for high-quality biomaterials [8]. Land resources and agricultural capacity of Kazakhstan plays a leading role in this process.

The Government of Kazakhstan and the Ministry for Investment and Development supported the initiative of the project developers on transferring the technology for planting, growing and processing of *Taraxacum Kok-Saghyz* in the framework of European EU-PEARLS project in Kazakhstan. Thanks to an innovation grant of the National Agency for Technological Development for the implementation of the project "Development of Kazakhstan's natural rubber seed - dandelion *Taraxacum Kok-Saghyz* and guayule *Parthenium argentatum* and business plan for the project «KZ-PEARLS» - Production and operation of alternative sources of natural rubber in Kazakhstan", the project executors, InExCB-KZ, and its daughter company Kok-Saghyz-TM JSC received a high-quality seed stock. KeyGene presented special grade *Taraxacum Kok-Saghyz* with properties that allow getting 1 ha of crops from 700 kg to 1 t of latex for sowing in Kazakhstan. Over a two-year period of the project activities from 2013 to 2015 over 2 million seeds of *Taraxacum Kok-Saghyz* were collected, which allows sowing an area of over 4 hectares.

The project was based on the main results of the European project EU-PEARLS and implemented in Kazakhstan by two main project executors, KeyGene and Kok-Saghyz-TM JSC. During the project, KZ-PEARLS were obtained technology for seed sowing, land cuttings, harvesting and storage of Kok-Saghyz, and valuable genetic resources, qualified personnel were prepared, the necessary work prior to implementation for rubber extraction technology in wide production and produce high-quality natural rubber was carried out. In addition, some experience in growing of Kok-Saghyz under greenhouse conditions for seed multiplication was gained. The Dutch company KeyGene has launched new tests for even more fruitful varieties of *Taraxacum Kok-Saghyz*.

The European Commission is currently funding a project DRIVE4EU, Dandelion Rubber and Inulin Valorization & Exploitation for EU. This project is implemented within four years from 2014 to 2018, brought together seven industrial companies and six research institutions from 6 countries of the EU and Kazakhstan: The Netherlands (Foundation for Agricultural Research at Wageningen University, KeyGene AgroBusiness Park, Company for the production of tires Apollo Tyres Global, Pilot farm "Rusthoeve", QEW Engineered rubber, an industrial company for the production of high-quality rubber), France (Agriculture Tereos Syral, producer of sugar, which has one of the plants in Belgium, Aalst city), Germany (GEA Westfalia Separator Group GmbH, one of the world's leading manufacturers of machinery and development of technological processes in the field of mechanical separation technology centrifugation, NETZSCH Feinmahltechnik GmbH, a manufacturer of industrial equipment for wet grinding, mixing and dispersion), Czech Republic (Institute of botany of the Academy of Sciences, MITAS as, a company producing tires for agricultural machinery), Sweden (Trelleborg Sealing solution Kalmar, Trelleborg a global leader in engineering polymer solutions), Austria (Joanneum research Forschungsgesellschaft MBH, innovation and engineering company), Belgium (ILVO, Institute for agriculture and fisheries research), and Kazakhstan (InExCB-KZ, a private research institution).

The project has a unique competitive advantage, entirely focusing on biotechnology, plant breeding, agronomy, gathering and processing of biological materials, as well as the production of rubber and inulin from *Taraxacum Kok-Saghyz*. The main task of DRIVE4EU is to build a bridge between science, industry and market. The aim of the project is to create a European chain for the production and processing of natural rubber and inulin from *Taraxacum Kok-Saghyz*, in order to reduce the EU's dependence on imports of natural rubber and at the same time respond to the threat of global rubber shortage. Inulin can be used as raw material for environmentally friendly chemicals such as polymers based on the furan. The

combination of latex and inulin in one plant demonstrates the technical and economic feasibility of using *Taraxacum Kok-Saghyz* as a production platform for high-quality rubber and inulin-containing preparations.

This project provides Kazakhstani participants with a valuable knowledge to obtain more benefits from cultivation *Taraxacum Kok-Saghyz* in Kazakhstan, including non-waste production by extraction of natural rubber. Assuming that the necessary funds, one field with size of 48 hectares could produce a high-quality honey, sugar, rubber, biofuels and cattle feed at the maximum energy consumption.

Thanks to the unique properties of natural rubber, *Kok-Saghyz* is indispensable in the production of large-size tires, and able to withstand loads up to 75 tons. Most manufacturers make tires from a mixture of natural and synthetic rubber, therefore, it is still the main field of application of natural rubber left tire industry (70%).

In addition, natural rubber is used in the manufacturing of conveyor belts with high capacity, corrosion-resistant coatings of boilers and pipes, glue, thin-walled high-strength fine products, including products for medical and sanitary purpose. Roots of *Taraxacum Kok-Saghyz* contain 35-50% of natural hydrocarbon. Inulin is well absorbed by human body, it is used as a diabetes starch and sweetener, for diagnosing renal function (test inulin), as well as to obtain fructose. Waste is used to feed farm animals and for the production of biofuels. Production of natural rubber from Kazakhstan endemic *Taraxacum Kok-Saghyz* can be done completely without waste, taking into account its features.

So far, technological lines for rubber extraction as well as technological lines for the production of similar products, for example, sugar beet, have been studied. In addition, a pilot mini-line, using the latest high-tech for rubber extraction profitable in terms of economy and safety from the point of view of ecology in cooperation with European partners has been developed.

A Belgian partner, a subsidiary of the famous French sugar producer, TEREOS, located in the city of Aalst, received a trial consignment of sugar from dandelion *Kok-Saghyz* in 2016. The technology of processing of *Kok-Saghyz* into sugar proved to be not most time-consuming. Almost all European partners have technological possibilities at this stage.

However, the transfer of these technologies in Kazakhstan and the acquisition of necessary equipment remain inaccessible for the Kazakh partner due to lack of funds. At the same time, only Kazakhstan due to its extensive land and experience in processing it can provide all partners with necessary raw materials. Kazakhstani scientists were the only researchers who grow crops in the open field, and not in a greenhouse. Kazakh partners have shown a direct correlation between the biomass *Taraxacum Kok-Saghyz* root and thickness, as well as the seeding rate and doses of mineral fertilizers, so being able to achieve almost 60% of germination.

Participation of the most advanced researchers of *Taraxacum Kok-Saghyz* in the consortium is extremely useful for Kazakhstan agronomists and farmers, who will contribute to the creation of an entire industry in Kazakhstan. Researching of heritage of the USSR, a modification of the previously used development in the production can help in innovative cooperation in the EU project.

**The history of the use of *Taraxacum Kok-Saghyz* in the USSR.** In the 30s of the last century, the Soviet Union studied 1048 species of plants, 990 of which were found to synthesize rubber. But most rubber plants were not suitable for obtaining natural rubber. The country was in need of natural rubber, especially for machine-building industry, which could not generate any tire without natural rubber. In 1931, a search expedition of a Scientific Research Institute led by Dr. Leonid Rodin discovered dandelion *Kok-Saghyz* (named by locals) in the foothills of the Tien Shan in the south of Kazakhstan. A year later, in 1932, *Kok-Saghyz* occupied 900 hectares, and in 1940 – 55.0 thousand ha. The area of planting *Kok-Saghyz* grew very quickly. In 1936 compared to 1935, the area of the farms increased by 13.5%, in 1937 - by 146%, in 1938 - by 408%, in 1939 - by 592% and 1940-1531%. Thus, within five years it expanded by a factor of 15 [9].

*Kok-Saghyz* is Kazakhstan's endemic, introduced in the "Red Book" of Kazakhstan, №338 [10]. Natural vegetation is limited to a fairly small area, an area of 10 thousand km<sup>2</sup>, mainly in three mountain valleys in the eastern Tien Shan in the south-east of Almaty region: Kegen, Saryzhaz, Tekes (partly Karkarinsk, Cheldysuy and Aschilla valley), between 79 - 80°30' east longitude and 42°20' - 43°20' north latitude. Valley stretches from north-west to south-east and situated at an altitude of 1800-2100 meters above sea level [11, 12].

The first scientific studies have shown that Kok-Saghyz is better than many other plants in terms of domestication. Moreover, it gives a high yield of the roots with the highest content of rubber in the first year. The increase in the number of collective and state farms, to achieve high yields of roots and seeds of rubber plants, requires the construction of a huge number of both large and small plants for processing of rubber plant roots, in order to obtain natural rubber.

Kok-Saghyz dandelion is an alternative source of valuable vegetable raw materials for the production of natural rubber. The roots of Kok-Saghyz contain 6-14% rubber (in the roots of wild plants it is up to 27%), which is not worse than the traditional raw material for the production of rubber, obtained from *Hevea brasiliensis*. But unlike *Hevea*, the manufacturing process of collecting and processing of Kok-Saghyz is fully amenable to mechanization.

The latex, which fills milky vessels of Kok-Saghyz root contains rubber. When you cut the root, the latex flows out in the form of a white, quickly solidifying liquid, which forms durable elastic rubber film. Overwintered plants begin further root growth in spring, last year's living root tissue dies and collapses, but instead, as a result of the cambium, there will grow a new tissue. Rubber of old dead latex of Kok-Saghyz turns into yarn, and their dense mesh forms a thin cover of tubes. It contains all rubber that has been accumulated in the root on the 1st year of life. By the end of the period of mass fructification, it will be a thin film easy to destroy and it can remain in the soil. After harvesting the seeds for the biennial plantations, digging of roots is carried out in the shortest period. The roots of Kok-Saghyz contain 10-12% on the green weight of rubber (2-2.5% green weight) by the end of the 1st year of life, in the 2nd year of life is from 11 to 14%.

The Soviet Union allocated an area of 500 thousand hectares of land in more than 15 areas to planting crops of Kok-Saghyz, Tau-Saghyz, Crimea-Saghyz, and other rubber. These measures allowed developing up to 50 thousand tons of rubber in 1942. More than 300 plants have been built for the processing of vegetable raw materials [13].

Properties and possibilities of industrial use of additional crops, growing in Kazakhstan, such as Tau-Saghyz, Crimea-Saghyz are still poorly studied. Comparative analysis of properties of the most studied rubber sources, such as *Hevea*, guayule, Kok-Saghyz, Tau-Saghyz, Crimea-Saghyz (Table), shows a special attraction is the Kok-Saghyz for industrial development, taking into account the high rubber content in the roots, unpretentious plant, low cost in growing and harvesting, as these processes for Kok-Saghyz is fully amenable to mechanization.

Comparative analysis of the properties of four rubber sources

Plants	Resistance to tensile stress (kg/cm <sup>2</sup> )	Extention rate (%)	Permanent extension after tensile stress (%)	Aging factor (by Geertz)
Kok-Saghyz	180-220	650-780	18-24	0,3-1,0
Tau-Saghyz	208-220	700-720	17-20	0,5-0,9
Crimea-Saghyz	180-230	700-780	26-33	0,6-0,9
Guayule	140-160	600-630	28-30	0,4-0,6
<i>Hevea</i>	200-260	700-760	16-18	0,7-0,9
Synthetic rubber	130-160	700	27-28	–

Kok-Saghyz: in culture, accumulates 10-12% of rubber and about 2.5% of resin in roots by the end of vegetation by the 1st year, indicators increased almost twice by the end of the second year.

Tau-Saghyz: in culture, 3 years of age, accumulates 12-15% of rubber and about 2-3% of resin in the roots.

Crimea-Saghyz: in culture, 2 years of age, accumulates 5-6% of rubber and about 3% of resin.

Guayule survives well in dry subtropical zone in Central Asia, the South, in the culture of 3-4-year-old it collects 8-10% of rubber and 8-10% of resin on absolutely dry weight axial organs.

**Conclusions.** Testing and introduction of an alternative source for natural rubber that can be grown in most parts of the country, establishment of seed production, development of vegetable raw processing technology to produce a qualitative product, industrial production of natural rubber, creation of appropriate infrastructure and human resource base will help to quickly create a stable foundation in Kazakhstan for

the production of domestic rubber and gradually bring it to the world markets. It should be noted that the production of natural rubber from the domestic plant endemic Kok-Saghyz will greatly reduce or even completely eliminate the import-dependence of the country.

Thanks to the long-term research of global scientists, it may be concluded that dandelion *Taraxacum Kok-Saghyz* is a rare natural phenomenon that combines the amazing features of the source of natural rubber, as well as sugar and inulin.

Kok-Saghyz has a great potential as an alternative rubber culture, but is in need of further increase in the roots biomass harvest as well as the level of the rubber content. At the University of Wageningen (the Netherlands), a pilot plant for the extraction of rubber was built. Researchers have noted [2] that the tires obtained from the Kok-Saghyz have the same quality as the rubber from Hevea tree. The results of the European projects show that *Taraxacum Kok-Saghyz* grows best on Kazakh soil, especially in the areas of their endemic habitat in the foothills of the Tien Shan. Creation of the rubber industry in Kazakhstan will require large investments in the initial phase and it will be highly profitable. Unpretentiousness of dandelions helps them to exist even in areas not suitable for agriculture. Other advantages include the lack of vulnerability to serious pests that simplifies cultivation, and, of course, the short growing season of dandelions, which lasts only one year after which the plant is ready for collection and processing.

In order to produce natural rubber in the country, the domestic demand for natural rubber must be estimated. Thus, according to the Kazakh Statistics Agency, Kazakhstan has imported more than 2 million tires in 2012. If one tire requires 50% of rubber and the average rubber tire for a passenger car weighs approximately 8 kilograms, the country needs 8000 tons of natural rubber per year only for providing the domestic demand for tires. Not taking into account the growing demand, the country requires over 8000 tons of natural rubber per year. According to the Agency, the average price per ton of imported natural rubber in 2012 for the needs of Kazakhstani producers of technical rubber products amounted to \$ 8800. Thus, the size of the domestic market for natural rubber in Kazakhstan exceeds \$ 70 million per year.

The current situation in production of natural rubber in the country and the world is affected by the following facts and circumstances:

- The limited world reserves of non-renewable sources of synthetic rubber, the negative impact of its production, use and recycling for the environment and human health;
- Constantly increasing global demand for natural rubber and its irreplaceable role in a number of industries (automotive, aeronautics, medicine);
- Increase in the cost of production of natural rubber;
- The limited global production of natural rubber both in terms of the plants acting as sources of rubber, and the territory of their cultivation. Nowadays, it is Hevea and South-East Asia;
- The need for new sources of natural rubber and areas of cultivation.

In this regard, Kazakhstan has a unique position and advantage, since it is home to the endemic rubber plants Kok-Saghyz and its homeland has enough land resources for industrial cultivation.

Nowadays, there is a struggle for the domestication of the Kok-Saghyz around the world, although it is an endemic of Kazakhstan and is included in its Red Book. Ohio University (USA) has received \$3 million from the US government budget for the cultivation of Kok-Saghyz in America. Russia is trying to resume the production of the Kok-Saghyz rubber. Canada, China and Europe are interested in commercialization of rubber products from Kok-Saghyz in their countries.

Kazakhstan has clear advantages in obtaining and commercialization of products made of natural rubber. Kok-Saghyz is a natural endemic of Kazakhstan. It included into the Red Book as the Kazakh endemic. Therefore, it has to be called the Kazakh Dandelion.

Kazakhstan signed the Convention on Biological Diversity in 1994, which protects the right of Kazakhstan to the commercial production of its own endemic. Kazakhstan takes part in the EU projects and has the right of access to the technologies developed in the framework of the European projects under specific agreements. Finally, Kazakhstan has land, natural and financial resources for implementation of technologies for production of rubber and may become a leader in the production of natural rubber in the world. Revenues from natural rubber may well compensate the expenditure, suffered from the decline in oil prices. Vehicles of the future will be able to find a replacement for gasoline, but any car and aircraft will require natural rubber for decades.

## REFERENCES

- [1] Evans S. Supply Trends, the Shape of Things to Come // China Rubber Conference. –March, 2011. –P. 22-30.
- [2] Jan B. van Beilen, Yves Poirier. Guayule and Russian Dandelion as Alternative Sources of Natural Rubber // Journal Critical Reviews in Biotechnology. 2007. Vol. 27, Issue 4. P. 217-231.
- [3] Jan B. van Beilen, Hans Mooibroek. EU-PEARLS: EU-based production and Exploitation of Alternative Rubber and Latex Sources // The perspective BioRubber for Europe in Global Perspective Programme and abstract book EU-PEARLS Final Congress. 2012. P. 49.
- [4] Rodin L.E. (1931) Ketmenskij hrebet. Jekspedicii AN SSSR. L., 1932.
- [5] Rodin L.E. Novyj vid oduvanchika // Trudy Botanicheskogo in-ta AN SSSR. 1933. Ser. 1. Vyp. 1.
- [6] Miche F.C. Jr., Pitts D., Varcho M., Grewa S.K., Rossington J., Kinnamon B., Kleinhenz M.D., Cornish K.E., Ohlemacher C.J., Ravlin F.W. Pilot plant for the extraction of rubber and inulin from *Taraxacum kokSaghyz* // BioRubber for Europe in Global Perspective Programme and abstract book EU-PEARLS Final Congress. 2012. P. 59.
- [7] Stevenson R. L. Don't judge each day by the harvest you reap but by the seeds that you plant // ANNUAL REPORT. 2013. P. 36-65.
- [8] Magzиеva K., Magzиеva S., Karabayev M., Zhambakin K. The assessment and introduction of productive guayule and *Taraxacum kokSaghyz* genotypes, and technology for large-scale production of natural rubber in Kazakhstan // BioRubber for Europe in Global Perspective Programme and abstract book EU-PEARLS Final Congress. 2012. P. 38.
- [9] Filippov D.I. Kul'tura kok-sagya // V kn.: Kauchuk i kauchukonosy. M.: Izd-vo AN SSSR, 1953. Vol. 2. P. 173-199.
- [10] Krasnaja Kniga Kazahskoj SSR. Redkie i nahodjashhiesja pod ugrozoi ischeznovenija vidy zhivotnyh i rastenij. Chast' 2. Rastenija. Alma-Ata, 1981. P. 211.
- [11] Bugaj S.M. Kok-sagyz. M.: Gosudarstvennoe izdatel'stvo sel'skohozjajstvennoj literatury, 1951. P. 3.
- [12] Lipshic S.Ju. Koksagyz // Kauchuk i kauchukonosy. M., 1953. P. 149-172.
- [13] Karaev A. Je., Rahmankulov D.L., Udalova E.A., Kuras M.V. Istoricheskie jetapy razvitija tehnologii sovmestnogo poluchenija himicheskogo syr'ja i natural'nogo kauchuka // Bashkirskij himicheskij zhurnal. 2008. Vol. 15, N 1. P. 53-56.
- [14] Kauchukonosnye rastenija. Sel'skohozjajstvennaja jenciklopedija. Vol. 2 (Zh - K) / Red. kollegija: P. P. Lobanov (glav. red.) [i dr.]. Izdanie tret'e, pererabotannoe – M., Gosudarstvennoe izdatel'stvo sel'skohozjajstvennoj literatury: 1951. P. 624.

**К. Т. Магзиева<sup>1</sup>, Р. К. Жапаев<sup>2</sup>, А. Г. Юсупов<sup>1</sup>, Р. Б. Беглов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>InExCB-KZ – Қазақстандағы ғылыми зерттеулерді қолдау бойынша тәуелсіз сараптамалы-консультативтік Кеңес, Алматы, Қазақстан,  
<sup>2</sup>СИММИТтің Орталық Азия және Кавказдағы өкілдігі, Алматы, Қазақстан

**КӨКСАҒЫЗ (TARAXACUM KOK-SAGHYZ L.E.RODIN) –  
 ТАБИҒИ КАУЧУКТИҢ БАЛАМА КӨЗИ  
 (TARAXACUM KOK-SAGHYZ L.E.RODIN)**

**Аннотация.** Ұсынылып отырған мақала әлемде табиғи каучукті өндіру және оның жаңа балама көздерін табу, Тараксакум Көксағыз бақбағының қасиеттерін заманауи тұрғыда зерттеулер туралы жалпы мағлұматтарды қамтиды. Авторлар әлемдік табиғи каучук өндірісіне талдау және болашаққа болжау жасай отырып, Еуропаның зерртеу жобалары шеңберінде Көксағыздың жоғары өнімді сұрыптарын шығару және одан табиғи каучук пен қант алу тәсілдері мен технологияларына шолу келтірген. Сонымен қатар мақалада Көксағыздың биологиялық ерекшеліктері мен ботаникалық сипаттамасы келтірілген. Әлемдік табиғи каучук өндірісіне баға беру және жуық арада табиғи каучук бағасының өсуі мен шикізат тапшылығына қатысты болжаулар Қазақстанда шұғыл түрде Көксағыздан табиғи каучук өндіруді қайта жаңғырту қажеттілігін айқындайды, және де бұл үшін қажетті жағдайлардың барлығы дерлік бар.

КеуGene АгрoБизнecПаркі Қазақстанда егу үшін 1 гектар дақылдан 1 тоннадан 0,7 тоннаға дейін латекс алуға мүмкіндік беретін қасиеттері бар Көк-Сағыздың арнайы сортын қамтамасыз етті.

**Тірек сөздер:** Табиғи каучук, бақбақ Тараксакум Көксағыз (*Taraxacum kok-Saghyz*), зерттеу, каучука өндірісі.

К. Т. Магзиева<sup>1</sup>, Р. К. Жапаев<sup>2</sup>, А. Г. Юсупов<sup>1</sup>, Р. Б. Беглов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Независимый экспертно-консультативный Совет  
по поддержке научных исследований в Казахстане (InExCB-KZ), Алматы, Казахстан,  
<sup>2</sup>Представительство СИММИТ в Центральной Азии и Закавказье, Алматы, Казахстан

**КАЗАХСТАНСКИЙ ОДУВАНЧИК ТАРАКСАКУМ КОК-САГЫЗ –  
АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА  
(TARAXACUM KOK-SAGHYZ L.E.RODIN)**

**Аннотация.** Предлагаемая статья содержит общую информацию о производстве натурального каучука в мире и поиске новых альтернативных источников, о современных исследованиях свойств одуванчика Тараксакум Кок-сагыз. Авторы представляют обзор различных методов и технологий создания высокоурожайных сортов и получения натурального каучука и сахара из одуванчика Тараксакум Кок-сагыз в рамках исследовательских проектов в Европе. Статья также содержит биологические особенности и ботаническое описание одуванчика Тараксакум Кок-сагыз. Ожидаемый рост цен на натуральный каучук и дефицит сырья в ближайшие годы убеждают в необходимости возрождения производства натурального каучука из Кок-сагыз в Казахстане, для чего есть все необходимые предпосылки. Для посева в Казахстане АгробизнесПарк KeyGene предоставил специальные сорта Тараксакум Кок-сагыз со свойствами, позволяющими получить с 1 га посевов от 0,7 тонны до 1 тонны латекса.

**Ключевые слова:** натуральный каучук, одуванчик Тараксакум Кок-сагыз (*Taraxacum kok-Saghyz*), исследования, производство каучука.

**Сведения об авторах:**

Магзиева К.Т. – PhD, Директор Независимого Экспертно-консультативного Совета по поддержке научных исследований в Казахстане, InExCB-KZ, Национальный координатор Рамочной Программы Европейского Союза по исследованиям и инновациям «Горизонт 2020» в Казахстане, руководитель казахстанской группы исследователей по проектам Седьмой Рамочной Программы Европейского Союза по исследованиям, технологиям и инновации EU-PEARLS и DRIVE4EU, а также проекта, финансируемого АО НАТР KZ-PEARLS. Участник 22 научных и сетевых проектов Европейского Союза.

Беглов Р.Б. – агроном-исследователь InExCB-KZ, исполнитель проектов KZ-PEARLS и DRIVE4EU.

Юсупов А.Г. – агроном-исследователь InExCB-KZ, исполнитель проектов KZ-PEARLS и DRIVE4EU.

Жапаев Р.К. – PhD, агроном СИММИТ - Казахстан, партнер по проектам KZ-PEARLS и DRIVE4EU (ответственный за переписку с редакцией и работу с корректурой).

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

## SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 17 – 22

UDC 546.22-121+ 544.773.422+57.016+615.9

**M. M. Burkitbayev<sup>1</sup>, R. A. Islamov<sup>2\*</sup>, T. S. Kustova<sup>2</sup>, G. A. Kon<sup>2</sup>, A. N. Sabitov<sup>2</sup>, A. I. Ilin<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,<sup>2</sup>Scientific Center for Anti-Infectious Drugs, Almaty, Kazakhstan.

\*E-mail: renatislamov@gmail.com

**THE STUDY OF ACUTE TOXICITY OF NANOSULFUR**

**Abstract.** Acute oral toxicity of nanosulfur size of about 75 nm was studied in female's mice. LD<sub>50</sub> values were between 300–2000 mg/kg for females in mice. Toxic signs were manifested in the form of depression locomotor activity. The thoracic and abdominal cavities were meticulously examined. At necropsy and histology we revealed flatulence colon, dystrophic changes in the liver and kidneys. Hepatocytes are filled with small and medium-sized lipid droplets. These results indicate that nanosulfur is more toxic than powdered sulfur.

**Keywords:** nanosulfur, nanomaterial, acute toxicity, nanotoxicology.

**Introduction.** Broad activity against bacteria, fungi, and insect, parasitizing on the skin, is shown for sulfur nanoparticles. The degree of this efficiency depends on the polymorphism, the size and shape of sulfur. In addition lower toxicity of elemental sulfur to mammalian cells makes sulfur nanoparticles very promising for production on their basis of antimicrobial preparations [1-4]. There are also data about anti-tumor activity of elemental sulfur [5]. However, if the toxicity of deposited microcrystalline sulfur is well studied, its nanoforms requires deep research [6]. It is known that the structure and arrangement of atoms or molecules in the crystal have an effect on the biological activity of pharmaceutical substances [7]. Besides the polymorphism of crystals, the particle size also influences the properties of the material. It is shown that the particle size of sulfur, selenium, zinc, copper, titanium affect their bioavailability, activity and toxicity, and not in all cases this dependence is linear [8-17]. In connection with this the acute toxicity of nanosulfur with particle size about 75 nm conducted on laboratory mice was studied.

**Materials and methods of research.** Investigated substance - nanosulfur with the size of the coherent scattering blocks of 75 nm [18]. As the carrier distilled water was used.

Acute toxicity was investigated on white outbred female mice weighing 20-24 g in accordance with the guidelines of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) No. 423 [19]. Class of toxicity was assessed by the classification and marking of chemical substances and mixtures (GHS) [19]. Nanosulfur solution was administered intragastrically once by pathfinder in a volume of 0.5 ml. The animals were kept in a vivarium RSBE "Scientific and practical center of sanitary-epidemiological examination and monitoring." Mice were in cages with litter from wood chips, preliminary seasoned under the influence of UV rays. Litter was changed 2 times a week. The ambient temperature was 21 ± 2°C, humidity 50 ± 10%, artificial light regime 12:12. For animals it was selected mixed diet comprising mainly food containing natural ingredients (tubers, grains). Feeding animals was 2 times a day at the same time. Access to water was ad libitum. Marking of animals was performed with marker on wool section on the legs, back and head. Euthanasia was performed in compliance with the rules of humane treatment of laboratory animals in a CO<sub>2</sub> chamber, containing 70% CO<sub>2</sub> at a flow rate of 30 l/min (ethics commission № 38 of 10.26.2015). At necropsy the lungs, heart, spleen, liver, kidneys, gastrointestinal tract were studied. Organs were fixed in 10% neutral formalin. Histological specimens were prepared by the standard technique [20]. From the paraffin blocks it were sectioned with 5-7 microns thick at semi-automatic microtome ERM3000, sections were stained with hematoxylin-eosin. The preparations were examined by direct light microscope DM1000 (Leica, Germany).

The mathematical processing of the results was performed in Microsoft Excel-2010. After receiving the primary data regardless of the experiment it was calculated the arithmetic mean value and standard deviation. In order to identify significant differences between the experimental values it was used the Student's coefficient. Reliability values  $P > 0,05$  was considered as not significant.

**Results and discussion.** After intragastric administration of nanosulfur in a dose of 2000 mg/kg, for the first three hours one mouse died, during the first day - the second one. After the administration up to 2 days the animals response to external stimuli has been greatly reduced. Mouse huddled in cells corners and almost did not move. Breathing was rapid. With abdomen opening of dead mice it was found bloating colon loops (Figure 1).



Figure 1 – Necropsy of mouse abdominal cavity, which received 2000 mg/kg of nanosulfur

Esophagus is permeable and unchanged. Duodenum and small intestine are without any pathological changes. The contents of the stomach is in pale yellow color with a slight shade of gray, with a faint odor of sulfur dioxide, indicating the suspending of nanosulfur. One animal has survived, and was left till the end of the experiment. On the 15th day the animal was euthanized and undertook necropsy (Figure 2).



Figure 2 – Mice necropsy on the 15th day of the experiment, received 2000 mg/kg of nanosulfur

At necropsy of the mouse from the group of 2000 mg/kg subjected to euthanasia, the following was found (Figure 2). Chest cavity was free from the liquid, pleura surface without changes; rose pink lungs, aerial, full-blooded selected proportions. In the heart coronary vessels are clearly traced. Diaphragmatic cupula is not changed. The surface of the visceral organs, intestinal loops (small and large), mesenteric lymph nodes were unchanged. However, the colon is swollen. The spleen is dark - cherry color, it has been increased, with the longitudinal section it is not left on the scraping blade scalpel. Kidney - light - brown, kidney capsule is taken off hard. At section the border between the brain and the cortical layer is

well-differentiated, pelvises are extended and a little bit swollen. The stomach contents was noted, the mucous fold structure has been preserved. When cross-section of the duodenum the pale yellow and odorless homogeneous chyme flowed. Colon loops are swollen. Reproductive system organs were without changes. When probing the uterine horns are passable. Oral cavity is free, mucous is unchanged.

As observed mortality of animals at a dose of 2000 mg/kg, according to the manual [19] nanosulfur dose was reduced to 300 mg/kg. Animal mortality at 300 mg/kg was missed throughout the observation period (14 days). In the first experiment hours, the following toxic symptoms were observed: animals huddled together, increasing of response to external stimuli (noise). All symptoms disappeared within 4 hours after administration of the test substance. Dynamics of changes in animal body weight during the experiment is presented in Table.

Change in body weight of mice after single intragastric administration of nanosulfur in a dose of 300 mg/kg,  $M \pm m$

Experimental conditions	The average weight of the animals, g		
	1 <sup>st</sup> day	8 <sup>th</sup> day	15 <sup>th</sup> day
Control animals (solvent)	22,0±0,5	22,9±0,5	24,2±0,5
Nanosulfur	22,4 ± 0,8	22,4 ± 1,2	22,0 ± 1,9

Investigation of the body weight dynamics of mice, treated with nanosulfur solution, showed no significant reduction in this parameter. After 15 days all animals were taken from the experiment by euthanasia in the CO<sub>2</sub> chamber and macroscopy of internal organs of experimental animals was conducted (Figure 3).



Figure 3 – Necropsy of mouse received 300 mg/kg of nanosulfur

Positions of organs were anatomically correct, the peritoneum was smooth and shiny, the thoracic and abdominal fluid was not found. The liver is a dark brown color, the edge looked round at the blade ventral side, at section there is a faint scraping, all of the blades surface are flat and smooth. Spleen is dark cherry color, enlarged, swollen capsule looked tense, shiny, when a cut a white pulp was traced. Faint scraping is on the cut edge. Kidneys are bean-shaped, smooth, shiny, elastic, capsule was easily removed. At the cutting off the border of cortex and medulla is clear, cortex prevailed. Pelvic organs were intact. Subcutaneous lymph nodes were not enlarged.

Histologic examination of the mice liver in the control group showed a typical morphological pattern, similar to that of the organs, without pathological changes. In the study of kidneys structural changes are not detected. At histological sections of the spleen pathological and morphological changes in the structural components of the organ was not observed. The structures of the lung, heart and stomach were intact.

Histological examination of the mice tissues from the group of 2000 mg/kg showed liver hepatocytes with hyperchromatic nucleus and homogeneous eosinophilic cytoplasm. Hepatocytes are in small- and medium-droplet steatosis. Organ strom is focally infiltrated by lymphoid cellular elements. The activation of Kupffer cells was detected. Expanding the Disse's space is mainly in the periportal zone. Focal perivascular edema (Figure 4).

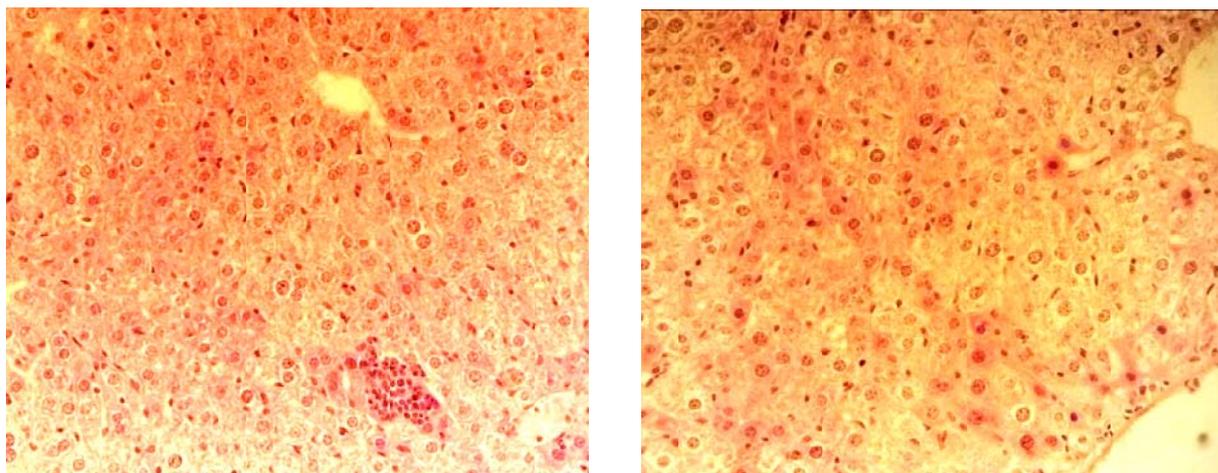
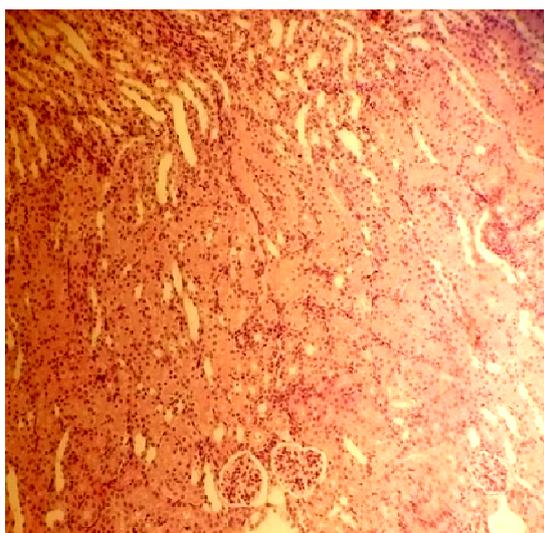


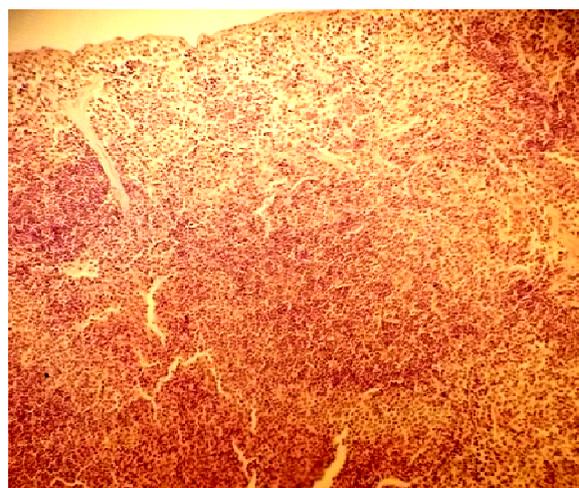
Figure 4 – Histostructure of mouse liver from the group of 2000 mg/kg  
(Scaling-up: about 40, approx. 10; stain: hematoxylin-eosin)

The kidneys are marked dystrophic changes in the proximal tubules, in some tubules epithelial cells completely cover the gap. In the lumens of the distal tubules, Henle's loops it is notes homogeneously colored contents (Figure 5). The spleen was observed pronounced depletion of red and white pulp of lymphocytes delymphatisation of peripheral zones of the follicle and swelling of the stroma (Figure 6).



(Scaling-up: about 20, approx. 10; stain: hematoxylin-eosin)

Figure 5 – Histostructure of mouse liver  
from the group of 2000 mg/kg

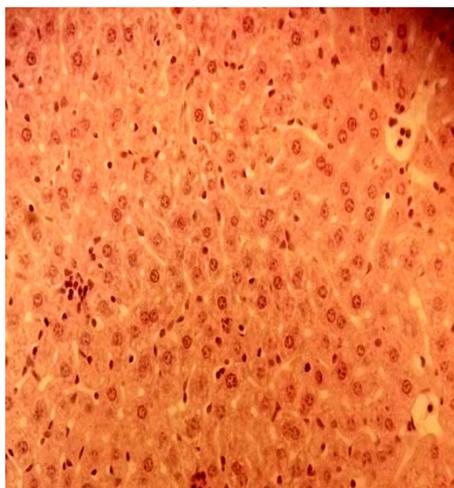


(Scaling-up: about 20, approx. 10; stain: hematoxylin-eosin)

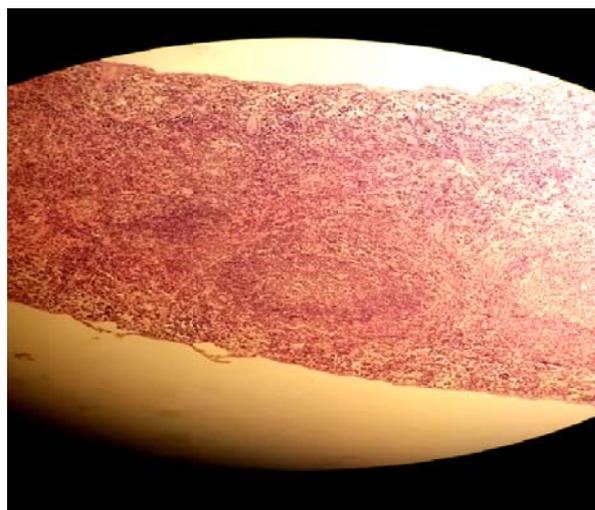
Figure 6 – Histostructure of mouse spleen  
from the group of 2000 mg/kg

The liver of mice received 300 mg/kg of nanosulfur, had normal lobular structure (Figure 7). Hepatocytes are of rarely normal structure with two or more cores. Weak activation of Kupffer cells are revealed. Pathological changes in the kidneys were not found. Spleen study showed a slight decrease in white pulp, with the depletion of the red and white pulps with lymphocytes (Figure 8).

Thus, the study of acute toxicity of nanosulfur allowed to establish its extent and hazard class. The average lethal dose was  $>300 < 2000$  mg/kg. According to the Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals test substance - nanosulfur refers to 4 class of toxicity. Necropsy allowed to establish that the target organs of the toxic lesions are the liver and kidneys. For comparison, the mean lethal dose of elemental sulfur with a single oral administration is higher than 2000 mg/kg [21].



(Scaling-up: about 40, approx. 10; stain: hematoxylin-eosin)  
Figure 7 – Histostructure of mouse liver  
from the group of 300 mg/kg



(Scaling-up: about 20, approx. 10; stain: hematoxylin-eosin)  
Figure 8 – Histostructure of mouse spleen  
from the group of 300 mg/kg

**Conclusion.** Currently the study of acute toxicity on mice have shown that nanosulfur refers to 4 class of toxicity with LD50 range from 300 to 2000 mg/kg. Histological examination revealed the target organs of toxic lesions, which are the liver and kidneys.

**Thanks.** *The work was performed in the framework of program-oriented funding of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2015-2017, according to priority "Sustainable use of natural resources, processing of raw materials and products": 0130/ПЦФ-14 "Development of new methods for the preparation of sulfur nanoparticles to create different functional prescribing technologies."*

#### REFERENCES

- [1] Gupta A.K., Nicol K. J. *Drugs Dermatol.* **2004**, 3, 427-431.
- [2] Schneider T., Baldauf A., Ba L.A., Jamier V., Khairan K., Sarakbi M.B., Reum N., Schneider M., Röseler A., Becker K., Burkholz T., Winyard P.G., Kelkel M., Diederich M., Jacob C. J. *Biomed. Nanotechnol.* **2011**, 7, 395-405.
- [3] Choudhury S.R., Mandal A., Ghosh M., Basu S., Chakravorty D., Goswami A. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **2013**, 97, 5965-78.
- [4] Choudhury S.R., Goswami A. J. *Appl. Microbiol.* **2013**, 114, 1-10. – doi: 10.1111/j.1365-2672.2012.05422.x.
- [5] Duan F., Li Y., Chen L., Zhou X., Chen J., Chen H., Li R. *Oncol. Lett.* **2015**, 9, 437-441.
- [6] Pesticides and toxic substances. Sulfur. United States Environmental Protection Agency. **1991**, 4.
- [7] Sarvilina I.V., Karkishhenok V.N., Gorshkova Ju.V. *Tehnosfera*, **2007**, 369 (in Russ.).
- [8] Boyda E.S., Druschel G.K. *Appl. Environ. Microbiol.* **2013**, 79, 2061-2068.
- [9] Choudhury S.R., Ghosh M., Mandal A., Chakravorty D., Pal M., Pradhan S., Goswami A. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **2011**, 90, 733-743.
- [10] Sudarsan B., Pragati S.P., Chandrababu C.K. *Proceedings of the World Congress on Engineering.* **2015**, II, 1.
- [11] Peng D., Zhang J., Liu Q., Taylor .W. J. *Inorg. Biochem.* **2007**, 101, 1457-1463.
- [12] Chen Z. *Toxicology Letters.* **2006**, 163, 109-120.
- [13] Heinlaan M., Ivask A., Blinov I., Dubourguier H.-Ch., Kahru A. *Chemosphere.* **2008**, 71, 1308-1316.
- [14] Wang B. *Toxicology Letters.* **2006**, 161, 115-123.
- [15] Ostiguy C., Lapointe G., Trottier M., Menard L., Cloutier Y., Boutin M., Antoun M., Normand Ch. *IRSST.* **2006**, 52.
- [16] Karlsson H.L., Gustafsson J., Cronholm P., Möller L. *Toxicology Letters.* **2009**, 188, 112-118.
- [17] Jiang W., Mashayekhi H., Xing B. *Environ. Pollut.* **2009**, 157, 1619-1625.
- [18] Urakaev F.Kh., Bulavchenko A.I., Uralbekov B.M., Massalimov I.A., Tatykayev B.B., Bolatov A.K., Dzharlykasi-mova D.N., Burkitbayev M.M. *Colloid Journal.* **2016**, 78, 210-219.
- [19] Acute Oral Toxicity – Acute Toxic Class Method № 423. OECD guidelines for the testing of chemicals. OECD. **2001**, 14.
- [20] Wayt R., Maclarson T., Newman W. Elsevier, **1996**, 323.
- [21] Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance sulfur. EFSA Scientific Report. **2008**, 221, 1-70.

М. М. Буркитбаев<sup>1</sup>, Р. А. Исламов<sup>2</sup>, Т. С. Кустова<sup>2</sup>, Г. А. Кон<sup>2</sup>, А. Н. Сабитов<sup>2</sup>, А. И. Ильин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,  
<sup>2</sup>Инфекцияға қарсы препараттардың ғылыми орталығы, Алматы, Қазақстан

### НАНОКҮКІРТТІҢ ЖЕДЕЛ УЫТТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

**Аннотация.** Нанокүкірттің жедел уыттылығын мөлшері 75 нм болатын аналық тышқандарға жұтқызу арқылы зерттелді. Орта өлім-жітімге әкелетін доза 300–2000 мг/кг ауқымында болатыны көрінді. Қозғалыс белсенділігінің төмендеуіне сәйкес улану симптомдары байқалды. Некропсия және гистологиялық зерттеу кезінде тоқ ішектің ісінуі мен бауыр және бүйректе дистрофикалық өзгерістері пайда болды. Гепатоциттер ұсақ және орта май тамшыларынан құралды. Нәтижесінде, нанокүкірттің ұнтақталған күкіртке қарағанда уытты екені анықталды.

**Түйін сөздер:** нанокүкірт, наноматериал, жедел уыттылық, нанотоксикология.

М. М. Буркитбаев<sup>1</sup>, Р. А. Исламов<sup>2</sup>, Т. С. Кустова<sup>2</sup>, Г. А. Кон<sup>2</sup>, А. Н. Сабитов<sup>2</sup>, А. И. Ильин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РГП «Казахский национальный университет им. аль-Фараби», Алматы, Казахстан,  
<sup>2</sup>АО «Научный центр противоионфекционных препаратов», Алматы, Казахстан

### ИЗУЧЕНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ НАНОСЕРЫ

**Аннотация.** Острую токсичность при пероральном введении наносеры размером около 75 нм изучали на самках мышей. Было показано, что средняя смертельная доза находилась в диапазоне 300–2000 мг/кг. Наблюдались токсические симптомы в виде снижения активности животных. При некропии и гистологическом исследовании обнаружили вздутие толстого кишечника, дистрофические изменения в печени и почках. Гепатоциты содержали мелкие и средние жировые капли. В результате было установлено, что наносера токсичнее, чем молотая сера.

**Ключевые слова:** наносера, наноматериал, острая токсичность, нанотоксикология.

#### Сведения об авторах:

Буркитбаев М.М. – первый проректор КазНУ им аль-Фараби, член-корреспондент НАН РК, доктор химических наук, профессор, e-mail: Mukhambetkali.Burkitbayev@kaznu.kz

Исламов Р.А. – начальник отдела доклинических испытаний, АО «Научный центр противоионфекционных препаратов», кандидат биологических наук, конт.тел. 8-701-80-30-500, e-mail: renatislamov@gmail.com

Кустова Т.С. – заведующий лабораторией фармакологии и токсикологии, АО «Научный центр противоионфекционных препаратов», PhD

Кон Г.А. – научный сотрудник лаборатории фармакологии и токсикологии, АО «Научный центр противоионфекционных препаратов»

Сабитов А.Н. – управляющий исследовательской базой, АО «Научный центр противоионфекционных препаратов», кандидат химических наук

Ильин А.И. – председатель Правления АО «Научный центр противоионфекционных препаратов», доктор химических наук, академик КазНАЕН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 23 – 29

A. S. Kurmanbayeva<sup>1</sup>, A. Russell<sup>2</sup>, S. E. Zhumabayeva<sup>1</sup>, B. A. Gazdiyeva<sup>1</sup>,  
A. Althonayan<sup>2</sup>, M. Ali<sup>2</sup>, K. K. Akhmetov<sup>3</sup>, Y. Mukanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sh. Ualikhanov Kokshetau State University, Kokshetau, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Brunel University, London, Great Britain,

<sup>3</sup>S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan.

E-mail: aygul6868@mail.ru; andrew.russell@brunel.ac.uk; zhumabaeva@mail.ru; k-bella@mail.ru;  
abraham.althonayan@brunel.ac.uk; maged.ali@brunel.ac.uk; kanakam61@mail.ru; yelzhx@mail.ru

### AIR POLLUTION AND PUBLIC HEALTH RISK ASSESSMENT: CASE OF THE AKMOLA REGION

**Abstract.** Mining and processing are the main industries in Akmola region. The article focuses on analysis of the air pollution data in the period from 1998 to 2015 in the abovementioned region. The aim of the research is the assessment of environmental risks of man-made air pollution to human health in the Akmola region. It is shown that the total amount of industrial emissions into the atmosphere has increased significantly in 2004, but later emissions fell sharply. The obvious tendency of reducing the emissions persists in the region. It was determined, that recently the number of vehicle emissions much higher than the emissions from stationary sources, which is related to the increase of number of cars. Solid dust particles, sulfur dioxide and carbon monoxide pollutants are main pollutants.

The research analysis of primary morbidity shows the high correlation of average values between dust indicators and respiratory and circulatory diseases. High morbidity indicators in Akmola region on diseases caused by environmental risks prove increased influence of environmental factors on the population health in Akmola region.

**Key words:** environmental risk, air pollution, healthcare, health, industries, emissions, morbidity, monitoring.

УДК 574.2

A. C. Курманбаева<sup>1</sup>, A. Russell<sup>2</sup>, С. Е. Жумабаева<sup>1</sup>, Б. А. Газдиева<sup>1</sup>,  
A. Althonayan<sup>2</sup>, M. Ali<sup>2</sup>, K. K. Ахметов<sup>3</sup>, Е. Муканов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан,

<sup>2</sup>Брунел Университет, Лондон, Великобритания,

<sup>3</sup>Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, Павлодар, Казахстан

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

**Аннотация.** В Акмолинской области ведущими отраслями промышленности являются горнодобывающая и горно-перерабатывающая. В статье представлен анализ данных по загрязнению атмосферного воздуха в регионе с 1998 года по 2015 год. Цель данных исследований – оценка уровня экологического риска техногенного загрязнения атмосферного воздуха для здоровья населения в Акмолинской области. Показано, что общий объем промышленных выбросов в атмосферу в 2004 году значительно повысился, но в дальнейшем количество выбросов резко сократилось. Тенденция снижения выбросов от предприятий сохраняется. Установлено, количество выбросов от автотранспорта в последние годы намного превышает объемы выбросов от стационарных источников, что связано с ростом численности автомобилей. По качественному составу основную часть выбросов составляют твердые пылевые частицы, сернистый ангидрид и угарный газ.

По результатам исследований первичной заболеваемости установлена высокая корреляционная зависимость средних величин показателей запыленности и болезней органов дыхания и кровообращения. Высокие показатели заболеваемости в Акмолинской области по болезням, обусловленным экологическими рисками доказывают повышенное влияние факторов окружающей среды на здоровье населения Акмолинской области.

**Ключевые слова:** экологический риск, загрязнение воздуха, здоровье, предприятия, выбросы, мониторинг, заболеваемость.

**Введение.** В условиях прогрессирующего антропогенного загрязнения окружающей среды одной из актуальнейших задач, стоящих перед учеными, является проведение комплексного анализа средовых факторов с применением технологий оценки риска здоровью населения [1-3]. Выявление факторов, отрицательно влияющих на жизнедеятельность человека, позволит обосновывать и регулировать различные управленческие решения. Учет не только экономической рентабельности производств, но и оценка экологического риска поможет принимать оптимальные с природоохранной точки зрения решения [4-6].

В Республике Казахстан в последнее десятилетие при проведении исследований в области охраны окружающей среды часто учитываются как минимум два типа рисков: риск загрязнения окружающей среды и риск для здоровья населения. Идентификация источников и опасных факторов риска, определение объектов различной степени риска, сопоставление уровней фактического загрязнения с их нормативными величинами – все это относят к начальному этапу оценки риска [7-9]. Выявление причинно-следственных связей между факторами загрязнения окружающей среды и показателями здоровья, уровнем заболеваемости и смертности, позволяет качественно и количественно охарактеризовать экологический риск и переориентировать систему управления качеством окружающей среды в интересах здоровья населения [10-13]. Все чаще используемая исследователями методология оценки рисков дает возможность гармонизировать систему управления качеством окружающей среды с международными принципами и требованиями [14].

Выявление и снижение факторов риска здоровью имеет особое значение для Акмолинской области, так как в регионе наблюдается депопуляция населения, высокий уровень смертности по отношению к средним республиканским значениям и высокий уровень онкологической заболеваемости и смертности. Возрастающее загрязнение окружающей среды, необходимость соблюдения норм экологической безопасности и внедрение более эффективных инструментов для управления экологическими рисками, а также слабая изученность загрязнения воздуха в Акмолинской области определили актуальность наших исследований.

**Цель:** изучить уровень техногенного загрязнения атмосферного воздуха в Акмолинской области и оценить экологический риск для здоровья населения.

**Задачи:** провести ретроспективный анализ загрязненности атмосферы Акмолинской области, изучить заболеваемость населения региона экологически обусловленными болезнями и установить уровень экологического риска.

**Методы исследования.** Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха в Акмолинской области использовались официальные информационно-аналитические отчеты Департамента экологии Акмолинской области [15], Статистические ежегодники подготовленные Управлением статистики Акмолинской области за период с 1998 по 2015 г. [16]. Исходными материалами при изучении показателей здоровья являлись отчетные документы Департамента Здравоохранения Акмолинской области [17]. Данные подвергались статистической обработке с помощью пакета программ Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Акмолинская область по площади территории занимает 147 тысяч км<sup>2</sup>, что составляет 5% от всей территории Республики Казахстан. Административно область делится на 17 районов, имеет 10 городов. Почти половина из общего количества населения проживают в городах (47%) [18].

Ведущими отраслями промышленности области являются горнодобывающая, горно-перерабатывающая, химическая, теплоэнергетика, легкая и пищевая промышленность. В регионе насчитывается более 20 горнодобывающих и перерабатывающих предприятий.

На территории Акмолинской области имеется около 100 тысяч источников выбросов, из них стационарных 3% и передвижных 97%. Из общего количества выбросов от стационарных источ-

ников выбрасывается без очистки 77% и после очистки 23%. Предприятиями, оказывающими наибольшее влияние на загрязнение окружающей среды в области, являются РК-2, ГККП «Городское объединение коммунального хозяйства», ОАО ГМК «Казахалтын», ТОО «Шантобе Энерго», «Джет-7», ТОО «Оркен - Атансор», ТОО «СГКХ».

Общий объём промышленных выбросов в атмосферу с 1998 г. по 2003 г. колебался незначительно, до 2000 г. данный показатель снижался, затем наблюдался незначительный подъем (рисунок 1). В 2004 г. количество выбросов резко повысилось в 2,2 раза по сравнению с предыдущим годом. Такое повышение данного показателя объясняется несколькими причинами: во-первых, в 2004 г. в области было зафиксировано гораздо большее количество стационарных источников выбросов (2423 в 2004 г. против 1059 в 2003 г.); во-вторых, ужесточением сбора отчётности от природопользователей; в-третьих, повышением качества, методической выверенностью и большей точностью учётно-расчётной работы, проводимой специалистами-экологами, была также произведена инвентаризация всех стационарных источников выбросов в атмосферу, крупных и мелких котельных.

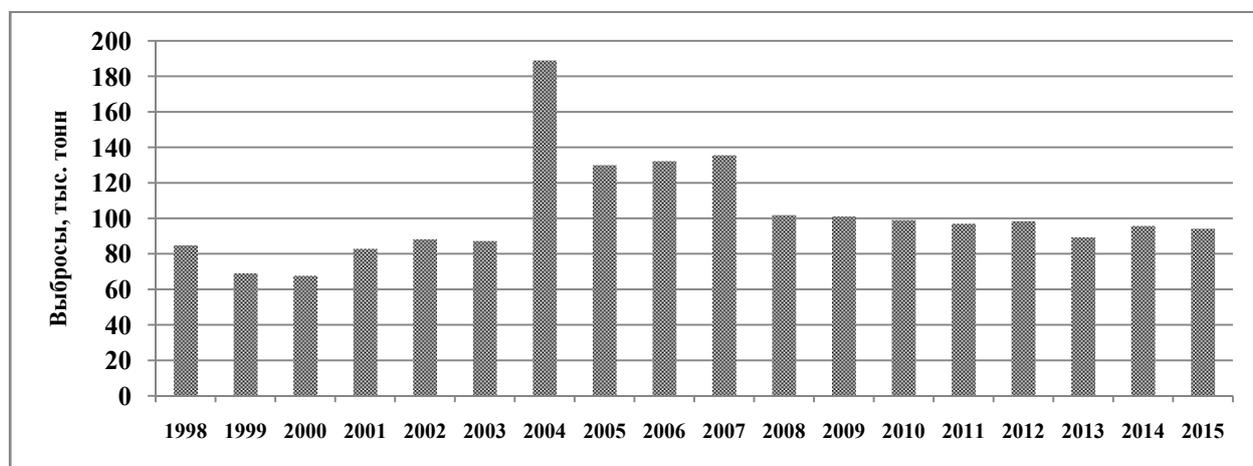


Рисунок 1 – Общий объём промышленных выбросов в атмосферу Акмолинской области, в тыс. тонн, (1998-2015)

В дальнейшем, начиная с 2005 г., количество выбросов резко снизилось на 32%, и в период с 2005 по 2007 годы объём выбросов изменялся незначительно, в пределах от 130,1 тысяч до 135,6 тысяч т. Данное снижение выбросов в атмосферу обусловлено ужесточением экологических требований к предприятиям, сверхнормативно загрязняющим окружающую среду. В 2008 г. было повторное резкое сокращение выбросов на 25%, и затем вплоть до 2013 г. наблюдалась тенденция незначительного снижения выбросов. Такое сокращение выбросов загрязняющих веществ в области было связано с проведением различных природоохранных мероприятий: переводением котельных на электрическое отопление, установкой циклонов, заменой фильтров по улавливанию золы и увеличению степени очистки уходящих газов.

Таким образом, в период с 2005 по 2015 гг. общий объём выбросов в атмосферу был стабилизирован за счет внедрения обязательной экологической экспертизы, природоохранных мероприятий и ужесточения государственного контроля в области охраны окружающей среды.

По качественному составу основную часть выбросов в атмосферу составляют твердые пылевые частицы (60–70%), сернистый ангидрид и угарный газ (25–35%), и в меньших объемах диоксид азота (5- 10%) (рисунок 2).

С 2000 по 2007 г. наблюдалось ежегодное повышение количества загрязнителей, выброшенных в атмосферу стационарными источниками. За данный период количество твердых пылевых частиц увеличилось на 30%, сернистого газа на 18,75%, диоксида азота на 36%, угарного газа на 40%. В 2008 г. количество выбросов снизилось на 20-25% в связи с проведением большого количества природоохранных мероприятий. Тенденция снижения выбросов сохраняется (с 2008 по 2015 гг.), несмотря на расширение производства, так как ежегодно на предприятиях региона планомерно внедряются пылегазоочистные технологии.

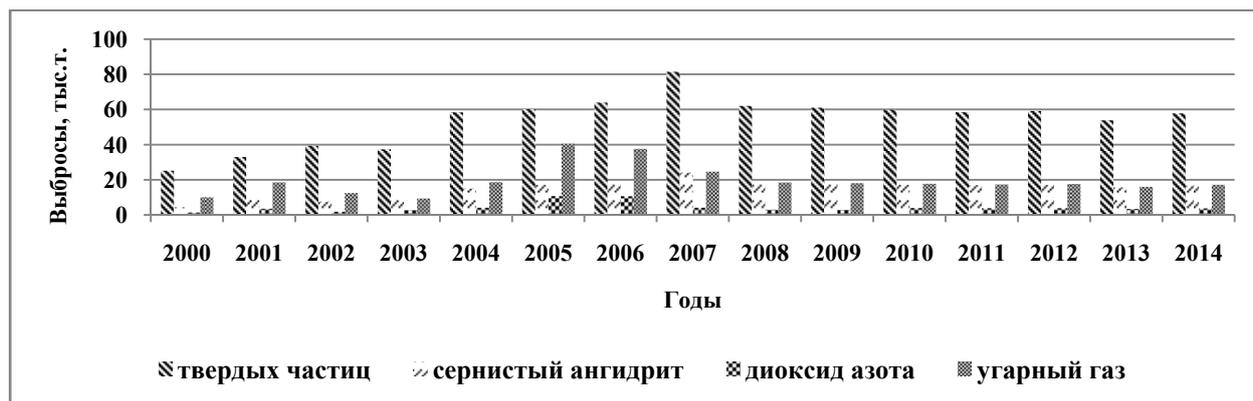


Рисунок 2 – Объем промышленных выбросов по ингредиентам в атмосферный воздух Акмолинской области, в тыс. тонн (2000-2014 гг.)

Масса выбросов в атмосферу от автотранспорта в 2004 г. при сравнении с 2003 г. возросла в 3,5 раза. Это было связано с увеличением количества автомобилей по области (98305 в 2004 г. против 84369 в 2003 г.), и с более точными расчётами по объемам загрязнения атмосферы передвижными источниками.

В дальнейшем за период с 2004 по 2008 гг. наблюдалось увеличение объемов выбросов от передвижных источников, что было связано с ростом численности автотранспорта, а также тяжелой техники. Ежегодно происходило также увеличение парка сельскохозяйственной техники. Начиная с 2007 г., количество выбросов от автотранспорта превышает количество выбросов от стационарных источников. Высокие темпы роста автотранспортных средств в Акмолинской области и, как следствие, угрожающие объемы загрязнения воздуха автомобилями вызывают опасения.

Вместе с тем, следует отметить, что ввиду недостаточного количества средств контроля (газоанализаторов, дымомеров) контроль на существующих крупных автотранспортных предприятиях находится не на должном уровне, особенно в районах. В результате от 20 до 40% парка автомобилей эксплуатируются с превышением норм токсичности и дымности.

По сложившейся в Республике Казахстан системе, также как и во всех странах постсоветского пространства, данные о выбросах предприятий в атмосферу усреднены или основаны на заявлениях самих предприятий. Большая часть проанализированных нами данных показывают характер рассеяния загрязняющих веществ в воздухе, установленных с помощью модельных расчетов. Мониторинговые наблюдения за загрязнением воздуха в Акмолинской области осуществляются лишь в городах Кокшетау и Степногорск. Здесь автоматические станции установлены сравнительно недавно. В целом по г. Кокшетау среднемесячные концентрации взвешенных веществ составляли 1,3 ПДК<sub>с.с.</sub>, остальные загрязняющие вещества не превышали ПДК. По г. Степногорск наблюдались превышения среднемесячных концентраций озона, которые составили 4,3 ПДК<sub>с.с.</sub> [19].

Загрязнение атмосферного воздуха оказывают негативное влияние на здоровье населения. Сравнительный анализ демографических показателей и первичной заболеваемости показал, что наиболее низкие данные по рождаемости и естественному приросту населения по сравнению с республиканскими показателями отмечались в Акмолинской области [20].

Анализ распространенности и частоты вновь выявленных заболеваний в исследуемом регионе среди взрослого населения показал, что особое место в структуре заболеваемости занимают экологически обусловленные болезни, к которым относятся болезни органов дыхания, системы кровообращения, пищеварения, ишемические болезни сердца, доброкачественные и злокачественные новообразования. Была выявлена высокая корреляционная зависимость средних величин показателей запыленности и заболеваемости органов дыхания и кровообращения ( $r = 0,85$  и  $0,75$  соответственно). Болезни органов дыхания составляют 47% в общей структуре заболеваемости населения Акмолинской области, одной из причин повышения легочных патологий может являться повышенное загрязнение воздуха. Содержание сероводорода, оксидов азота и озона в воздухе влияет на уровень заболеваемости и смертности от доброкачественных и злокачественных образований ( $r = 0,8$ ).

Вызывает опасение тот факт, что наблюдается негативная тенденция роста онкопатологий в Акмолинской области. Если заболеваемость злокачественными и доброкачественными болезнями в 2008 г. составляла 208 случаев на 100 тыс. населения, то в 2014 г. этот показатель вырос до 262 случаев на 100 тыс. населения, заболеваемость онкопатологией повысилась на 25%, что отражает экологическое неблагополучие в регионе.

Несмотря на тот факт, что нормы загрязненности атмосферы в Акмолинской области в основном не были превышены (индекс загрязненности атмосферы составлял 0,3–0,6), очевидно, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух влияют на рост заболевания населения. Показатели заболеваемости в Акмолинской области превышали республиканские показатели по болезням органов дыхания на 26 %, по доброкачественным и злокачественным образованиям на 34%, по ишемическим болезням сердца на 36%, по болезням системы кровообращения на 25%, по болезням органов пищеварения на 23%, по смертности от злокачественных новообразований на 42%.

Высокие показатели заболеваемости по болезням, обусловленным экологическими рисками (болезни органов дыхания, онкопатологий и др.), доказывают повышенное влияние факторов окружающей среды на здоровье населения Акмолинской области. Данное обстоятельство свидетельствует о необходимости более детального изучения экологического состояния окружающей среды в регионе.

В связи с этим следует отметить, что количество существующих постов наблюдения за состоянием воздушного бассейна Акмолинской области недостаточно для объективной оценки качества атмосферного воздуха. Так, слабая техническая и приборная оснащенность постов не позволяет вести наблюдения за всеми опасными загрязняющими веществами, присутствующими в воздухе. Эти обстоятельства требуют как переоснащения существующих постов наблюдения, так и установки новых постов для всестороннего и непрерывного мониторинга состояния атмосферного воздуха в Акмолинской области.

Кроме того, является насущным внедрение централизованной информационной программы для обработки большого количества данных о состоянии окружающей среды и здоровья населения области. Такая аналитическая программа позволит установить причинно-следственные связи в системе «среда обитания – здоровье населения» и, как следствие, прогнозировать и эффективно управлять экологическими рисками здоровью человека.

**Источники финансирования.** Данная работа выполнена в рамках проекта: «A Multi-dimensional Environment – Health Risk Analysis System for Kazakhstan» при финансовой поддержке Партнерской программы «Ньютон - аль-Фараби».

**Слова благодарности.** Авторы выражают благодарность руководителям государственных учреждений Акмолинской области за предоставленные статистические данные и отчетные документы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дюсембаева Н.К., Шпаков А.Е., Салимбаева Б.М. Состояние здоровья населения на урбанизированных территориях Казахстана // Современная медицина: актуальные вопросы. – Новосибирск: СибАК, 2014. – № 7(33).
- [2] Вяльцина Н.Е., Боев В.М., Верещагин Н.Н., и др. Оценка вклада факторов среды обитания в формирование демографической ситуации на региональном уровне // Гигиена и санитария. – 2009. – № 4. – С. 20-22.
- [3] Досмагамбетова Р.С., Турмухамбетова А.А., Терехин С.П. [и др.]. Экологические риски и здоровье населения // Медицина и экология. Караганда, 2014. – С. 5-10.
- [4] Омирбаева С.М., Кулкыбаев Г.А., Шпаков А.Е. и др. Проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения Республики Казахстан // Медицина труда и пром. экология. – 2007. – № 2. – С. 3-4.
- [5] Lee M.-L. Risk Assessment and Evaluation of Predictions. – NY: Springer, 2013. – ISBN 978-1-4614-8981-8.
- [6] Рахманин Ю.А., Иванов С.И., Новиков С.М. и др. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействие на здоровье населения // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 5-8.
- [7] Theodore L. National Academy Press. Air Pollution Control Equipment Calculations. – NJ: John Wiley & Sons, Hoboken, 2008. – ISBN 978-0-470-20967-7.
- [8] Beak S., Kim Y., Perry R. Indoor air quality in homes, offices and restaurants in Korean urban areas – indoor/outdoor relationship // *Atmospheric Environment*. – 1997. – 31(4). – P. 529-544. – DOI:10.1016/S1352-2310(96)00215-4.
- [9] Bachmann John. Will the circle be unbroken: A history of the U.S. National Ambient Air Quality Standards. *Journal of the Air Waste Management Association*. – 2007. – 57. – P. 652–697. – DOI: 10.3155/1047-3289.57.6.652.
- [10] Yoshioka Y., Higashisaka K., Tsutsumi Y. Biocompatibility of Nanomaterials. Springer. – 2015. – DOI: 10.1007/978-1-4939-3121-7\_9.

- [11] Cao J.J., Lee S.C., Chow J.C., Cheng Y., Ho K.F., Fung K., et al. Indoor/outdoor relationships for PM<sub>2.5</sub> and associated carbonaceous pollutants at residential homes in Hong Kong – case study // *Indoor Air*. – 2005. – 15. – DOI:10.1111/j.1600-0668.2005.00336.x.
- [12] Dockery D.W., Pope C.A. III Acute respiratory effects of particulate air pollution // *Annual Review of Public Health*. – 1994. – 15. – P. 107-132. – DOI: 10.1146/annurev.pu.15.050194.000543.
- [13] Jones A.P. Indoor air quality and health // *Atmospheric Environment*. – 1999. – 33. – P. 4535-4564. – DOI:10.1016/S1352-2310(99)00272-1.
- [14] Wong L.T., Mui K.W. Evaluation of four sampling schemes for assessing indoor air quality // *Building and Environment*. – 2007. – 42. – P. 1119-1125. – DOI:10.1016/j.buildenv.2005.11.014.
- [15] Информационно-аналитический отчет по контрольной и правоприменительной деятельности ГУ «Департамент экологии по Акмолинской области». – Кокшетау, 1998–2015 годы.
- [16] Статистические ежегодники по Акмолинской области. Департамент статистики Акмолинской области. – Кокшетау, 1998–2015 годы.
- [17] Статистические сборники «Здоровье населения и деятельность медицинских организаций Акмолинской области». – Кокшетау, 2004–2015 годы.
- [18] www.stat.gov.kz / Сайт Комитета по статистике Республики Казахстан.
- [19] «Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан». – РГП «Казгидромет», Департамент экологического мониторинга – Астана, 2000–2014 г.
- [20] Ежегодный статистический сборник Республики Казахстан «Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана» Комитет по статистике Министерства национальной экономики РК. – Астана, 1998–2015 г.

#### REFERENCES

- [1] Djusembaeva N.K., Shpakov A.E., Salimbaeva B.M. [i dr.]. (2014) Sostojanie zdorov'ja naselenija na urbanizirovannyh territorijah Kazahstana, *Sovremennaja medicina: aktual'nye voprosy*. № 7(33). Novosibirsk: SibAK (in Rus.)
- [2] Vjal'cina N.E., Boev V.M., Vereshhagin N.N., i dr. (2009) Ocenka vklada faktorov sredy obitaniya v formirovanie demograficheskoy situacii na regional'nom urovne, *Gigiena i sanitarija*. № 4. S. 20–22, (in Rus.)
- [3] Dosmagambetova R.S., Turmuhambetova A.A., Terehin S.P. [i dr.].(2014) Jekologicheskie riski i zdorov'e naselenija, *Medicina i jekologija*. Karaganda, s 5-10, (in Rus.)
- [4] Omirbaeva S.M., Kulkybaev G.A., Shpakov A.E. i dr. (2007) Problemy ocenki riska vozdejstvija faktorov okruzhajushhej sredy na zdorov'e naselenija Respubliki Kazahstan, *Medicina truda i prom. jekologija*. №2. S. 3–4, (in Rus.)
- [5] Lee M.-L. (2013) *Risk Assessment and Evaluation of Predictions*. NY: Springer. ISBN 978-1-4614-8981-8 (in Eng.)
- [6] Rahmanin Ju.A., Ivanov S.I., Novikov S.M. i dr.(2007) Aktual'nye problemy kompleksnoj gigienicheskoy harakteristiki faktorov gorodskoj sredy i ih vozdejstvie na zdorov'e naselenija, *Gigiena i sanitarija*. № 5. S. 5–8, (in Rus.)
- [7] Theodore L. (2008) *National Academy Press. Air Pollution Control Equipment Calculations*. – NJ: John Wiley & Sons, Hoboken. ISBN 978-0-470-20967-7, (in Eng.)
- [8] Beak, S., Kim, Y., & Perry, R. (1997). Indoor air quality in homes, offices and restaurants in Korean urban areas–indoor/outdoor relationship. *Atmospheric Environment*, 31(4), 529–544. DOI:10.1016/S1352-2310(96)00215-4, (in Eng.)
- [9] Bachmann, John. 2007. Will the circle be unbroken: A history of the U.S. National Ambient Air Quality Standards. *Journal of the Air Waste Management Association* 57:652–697. DOI: 10.3155/1047-3289.57.6.652 (in Eng.)
- [10] Y. Yoshioka, K. Higashisaka, Y. Tsutsumi. (2015) *Biocompatibility of Nanomaterials*. Springer. DOI:10.1007/978-1-4939-3121-7\_9 (in Eng.)
- [11] Cao, J. J., Lee, S. C., Chow, J. C., Cheng, Y., Ho, K. F., Fung, K., et al. (2005). Indoor/outdoor relationships for PM<sub>2.5</sub> and associated carbonaceous pollutants at residential homes in Hong Kong–case study. *Indoor Air*, 15, 197–[204]. DOI:10.1111/j.1600-0668.2005.00336.x. (in Eng.)
- [12] Dockery, D. W., & Pope, C. A. III (1994). Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annual Review of Public Health*, 15, 107–132. DOI:10.1146/annurev.pu.15.050194.000543. (in Eng.)
- [13] Jones, A. P. (1999). Indoor air quality and health. *Atmospheric Environment*, 33, 4535–4564. DOI:10.1016/S1352-2310(99)00272-1. (in Eng.)
- [14] Wong, L. T., & Mui, K. W. (2007). Evaluation of four sampling schemes for assessing indoor air quality. *Building and Environment*, 42, 1119–1125. DOI:10.1016/j.buildenv.2005.11.014. (in Eng.)
- [15] Информационно-аналитический отчет по контрольной и правоприменительной деятельности ГУ «Департамент экологии по Акмолинской области». Кокшетау, 1998 – 2015 годы. (in Rus.)
- [16] Статистические ежегодники по Акмолинской области. Департамент статистики Акмолинской области. Кокшетау 1998 – 2015 годы (in Rus.)
- [17] Статистические сборники «Здоровье населения и деятельность медицинских организаций Акмолинской области», Кокшетау 2004 – 2015 годы. (in Rus.)
- [18] www.stat.gov.kz / Сайт Комитета по статистике Республики Казахстан.
- [19] «Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан», РГП «Казгидромет», Департамент экологического мониторинга, Астана 2000 -2014г. (in Rus.)
- [20] Ежегодный статистический сборник Республики Казахстан «Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана» Комитет по статистике Министерства национальной экономики РК, Астана 1998 -2015г. (in Rus.)

А. С. Курманбаева<sup>1</sup>, А. Russell<sup>2</sup>, С. Е. Жумабаева<sup>1</sup>, Б. А. Газдиева<sup>1</sup>,  
А. Althonayan<sup>2</sup>, М. Ali<sup>2</sup>, К. К. Ахметов<sup>3</sup>, Е. Муканов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті, Көкшетау, Қазақстан,  
<sup>2</sup>Брунел университеті, Лондон, Великобритания,

<sup>3</sup>С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар, Қазақстан

### АҚМОЛА ОБЛЫСЫНДА АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ ЛАСТАНУЫ ЖӘНЕ АДАМ ДЕНСАУЛЫҒЫ ҮШІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАҒАЛАУ

**Аннотация.** Ақмола облысында тау-кен өндіру және өндеу өнеркәсіп салалары негізгі болып табылады. Бұл мақалада 1998 жылдан 2015 жылға дейінгі аймақтағы атмосфералық ауаның ластануы бойынша деректертерінің талдауы ұсынылған. Зерттеулердің мақсаты – Ақмола облысында тұрғындар денсаулығына атмосфералық ауаның техногендік ластануының экологиялық тәуекелдің деңгейін бағалау. Атмосфераға өнеркәсіптік шығарындылардың жалпы көлемі 2004 жылы айтарлықтай өсті, бірақ кейін жылдарда шығарындылардың көлемі төмендеді, деп көрсетілген. Кәсіпорындар шығарындыларының төмендеу үрдісі сақталып отыр. Соңғы жылдары, автокөлік санының өсуіне байланысты автокөліктің шығарындылары стационарлық көздерден туындайтын эмиссияларына әлдеқайда жоғары болып белгіленеді. Сапалық құрамы бойынша шығарындылардың негізгі бөлігін қатты шаң бөлшектері, күкірт диоксиді және көміртегі монооксиді құрайды.

Бастапқы сырқаттанушылық зерттеулердің нәтижелері бойынша шаң көрсеткіштер мен тыныс алу мүшелерінің, кан айналымы ауруларының орташа мәндерінің жоғары корреляция тәуелділігі байқалған. Ақмола облысының ауруларының жоғарғы көрсеткіштері келісілген экологиялық тәуекелдеріне орай Ақмола облысы бойынша тұрғындарының денсаулығына қоршаған орта факторларының жоғары әсерін дәлелдейді.

**Түйін сөздер:** экологиялық тәуекел, ауаның ластануы, денсаулық, кәсіпорындар, шығарындылар, мониторинг, сырқаттанушылық.

#### Сведения об авторах:

Курманбаева А.С. – к.б.н., и.о. доцента кафедры географии, экологии и туризма Кокшетауского государственного университета им.Ш.Уалиханова;

Russell A. – PhD доктор, профессор Брунелл Университета;

Жумабаева С.Е. – к.б.н., доцент кафедры биологии и МПБ Кокшетауского государственного университета им.Ш.Уалиханова;

Газдиева Б.А. – к.ф.н., доцент кафедры английского языка и МП Кокшетауского государственного университета им.Ш.Уалиханова;

Althonayan A. – PhD доктор, профессор Брунелл Университета;

Ali M. – PhD доктор, профессор Брунелл Университета;

Ахметов К.К. – д.б.н., профессор, декан факультета химических технологий и естествознания;

Муканов Е. – магистр, сотрудник IT отдела Кокшетауского государственного университета им. Ш. Уалиханова

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 30 – 36

**A. K. Baymagambetov**

International Kazakh-Turkish University A. Yasavi, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: amirhan.baymaganbetov@ayu.edu.kz

**EXPERIENCE OF ONE-ELECTRODE CATHETER  
SYMPPLICITY FLEX AND CATHETER MULTIELEKTRODNOGO  
SYMPPLICITY SPYRAL IN KAZAKHSTAN**

**Abstract.** The article presents an analysis radichastotnoy denervation of the renal artery was performed in 44 patients in the I-th group and 14 patients in II - the first group. 6 months after renal artery re RDN were examined 25 patients of the I-th group and 4 in the II-nd group. In no case did not reveal long-term complications, significant deterioration of renal blood flow and renal function. It was found a marked reduction of office blood pressure 6 months after the application of the RDN of the renal artery, there was a decrease systolic blood pressure / diastolic blood pressure measurement at the office at 39/28 mm Hg. Art. ( $P < 0,01$ ) in the I-band and at 58/46 mm Hg. Art. in the II-group, respectively. The average duration of RDN renal artery procedure in I-group was  $63,3 \pm 27,01$  min., While in II-group  $36,4 \pm 15,63$  min. Conclusion. Application in clinical practice multielektrodnogo catheter helps to significantly reduce the total duration of the intervention and improve efficiency.

**Keywords:** resistant hypertension, renal artery denervation radichastotnoy, multielektrodney catheter.

УДК 616-089;617.5;616.1

**А. К. Баймагамбетов**

Международный казахско университет им. А. Ясави, Шымкент, Казахстан

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОДНОЭЛЕКТРОДНОГО КАТЕТЕРА  
SYMPPLICITY FLEX И МУЛЬТИЭЛЕКТРОДНОГО КАТЕТЕРА  
SYMPPLICITY SPYRAL В КАЗАХСТАНЕ**

**Аннотация.** Цель исследования – сравнить эффективность и безопасность применения одноэлектродного катетера Symplicity Flex и мультиэлектродного катетера Symplicity Spural. Материалы и методы. Критерии включения в исследование: возраст 30–70, диагноз эссенциальной артериальной гипертензии (АГ), артериальное давление (АД)  $> 160/100$  мм рт. ст. на фоне приема трех и более препаратов, письменное информированное согласие. Критерии исключения: средне-суточное систолическое АД  $< 135$  мм рт. ст, скорость клубочковой фильтрации  $< 45$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>), симптоматическая АГ. В обеих группах радиочастотной денервации (РДН) почечной артерии проводилась радиочастотными волнами с мощностью 5-8 Вт с постоянно контролируемой температурой и импедансом. В I-й группе длительность каждой аппликации составляла 2 мин, во II-й группе длительность каждой аппликации составляла 1 мин. Результаты. На момент данного анализа радиочастотной денервации почечной артерии выполнена у 44 пациентов в I -й группе и у 14 пациентов во II-й группе. Через 6 месяцев после РДН почечной артерии повторно были обследованы 25 пациентов I-й группы и 4 во II-й группе. Ни в одном случае не выявлено отдаленных осложнений, значимого ухудшения почечного кровотока или функции почек. Обнаружено выраженное снижение офисного АД через 6 месяцев после применения РДН почечной артерии, отмечалось снижение показателей систолического АД/ диастолического АД при офисном измерении на 39/28 мм рт. ст. ( $p < 0,01$ ) в I-группе и на 58/46 мм рт. ст. во II -группе соответственно. Средняя продолжительность процедуры РДН почечной артерии у I-группы

составила  $63,3 \pm 27,01$  мин., а во II-группе  $36,4 \pm 15,63$  мин. Вывод. Применение в клинической практике мультиэлектродного катетера способствует значительно сократить общую продолжительность вмешательства и улучшить эффективность.

**Ключевые слова:** резистентная артериальная гипертензия, радиочастотной денервации почечной артерии, мультиэлектродный катетер.

**Введение.** ВОЗ определяет артериальную гипертензию (АГ), как «ведущий глобальный риск повышения смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в мире» (The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC), 2013). Во всем мире ежегодно 7 млн человек умирают и 1 млрд страдают из-за высокого артериального давления или гипертензии (Zhunuspekova, 2014).

Так же АГ занимает третье место в мире в качестве причины инвалидизации населения (Cicala et al., 2010). Имеется линейная взаимосвязь между уровнем артериального давления и вероятностью развития этих событий. Каждое повышение систолического артериального давления (САД) на 20 мм.рт.ст., а диастолического – на 10 мм рт.ст. увеличивает возможность возникновения тяжелых, в том числе летальных осложнений в 2 раза (Bruno, 2012, Egan et al., 2010). АГ становится причиной смерти от инсульта в 51 % случаев, 45 % летальных исходов ишемической болезни сердца (ИБС) также обусловлены имеющейся у пациентов ГБ (Dias et al., 2011).

Резистентная артериальная гипертензия (РАГ) является одной из форм АГ, которая влечет за собой высокий уровень заболеваемости и смертности, а также увеличение дополнительных расходов на диагностику и лечение. Согласно определению Европейского общества кардиологов (2013) РАГ – это клиническая ситуация, в которой при одновременном назначении 3 и более антигипертензивных лекарственных препаратов различных классов (один из которых – диуретик) не удается достичь целевого АД ( $<140/90$  мм рт.ст.). По оценкам, у больных гипертензивной болезнью уровень распространения РАГ составляет 10% -15% (Calhoun et al., 2008, Daugherty et al., 2012), а в некоторых подгруппах больных гипертензией, таких как пациенты с ожирением, сахарным диабетом, хронической почечной недостаточностью, частота случаев РАГ 2 раза выше по сравнению с общей популяцией (Erdine et al., 2011).

Исследования основанные на анализе  $>600$  тыс. лиц с АГ, свидетельствуют о распространенности РАГ на уровне 14,8% среди леченых пациентов и 12,5% – среди общего количества больных АГ (Judd and Calhoun, 2014).

В последние годы большой интерес вызывает развитие нового немедикаментозного метода лечения резистентной артериальной гипертензией (РАГ) радиочастотной денервации почечной артерии (РДН почечной артерии), что дало надежду на улучшение результатов лечения. РДН почечной артерии основана на двусторонней радиочастотной катетерной аблации почечных нервов, расположенных в адвентиции почечных артерий.

После серии экспериментальных и первых клинических работ (Schlaich et al., 2009), свидетельствующих о стойком антигипертензивном эффекте РДН почечной артерии, в конце 2011 г. были представлены результаты двух многоцентровых исследований, подтверждающих безопасность данного метода и ее отдаленную клиническую эффективность.

В Казахстане первые сообщения о работах в данном направлении встречаются с 2012 г., когда в "Национальном научном кардиохирургическом центре" было выполнено 77 РДН почечных артерий (Musayev et al., 2015). Широкое применение в практике упомянутой технологии началось с 2013 г. после презентации компании Medtronic системы Symplicity Catheter System™ на III Съезде терапевтов и V Конгрессе кардиологов Республики Казахстан. По данным наших исследователей, так же получены положительные результаты при применении РДН почечных артерий у больных с РАГ (Stanbul et al., 2014).

Одним из основных критериев внедрения нового метода лечения являются безопасность, результативность и продолжительность достигнутого эффекта. Следует подчеркнуть, что при оценке отдаленных результатов исследования Symplicity HTN-1 снижение антигипертензивного эффекта в течение 24 месячного периода не наблюдался (Flaa et al., 2011, Kovalenko, 2012).

В настоящее время в клиническую практику уже внедрены мультиэлектродные катетеры спиралевидным расположением электродов, которые должны исключить недостатки предыдущих устройств для РДН почечной артерии и повысить эффективность процедуры.

В данном исследовании нами поставлена задача сравнить эффективность и безопасность применения технологии Symplicity Catheter и мультиэлектродного катетера Symplicity Spyrul для выявления оптимального варианта при лечении РАГ.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось в соответствии с национальными и международными нормами, регулируемыми клинические испытания новых методов лечения: Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации в действующей редакции 2004 г. Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом Научно-клинического центра кардиохирургии и трансплантологии, Казахстан. У всех участников было получено письменное информированное согласие о процедуре лечения и возможных осложнениях. Клинический раздел работы выполнен на базе Научно-клинического центра кардиохирургии и трансплантологии, г. Тараз, Казахстан.

В качестве кандидатов для РДН не рассматривались больные среднесуточным АД ниже 135 мм рт. ст., больные с симптоматической АГ, больные с распространенными поражениями почечной артерии (ПА) и с тяжелыми сопутствующими заболеваниями. Также исключались больные с почечной недостаточностью (скорость клубочковой фильтрации (СКФ) <45 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>) и беременные. Необходимыми условиями для проведения РДН почечной артерии являлись диаметр почечных артерий не менее 4 мм и протяженность участка до первой бифуркации не менее 20 мм.

В исследование включено 58 пациента с РАГ в возрасте от 30 до 70 лет (средний возраст – 54,9±10,07 лет). Из них 34(58%) были женщины, у 3 - сахарный диабет, у 4 - ожирение и 5 перенесли ОНМК (Таблица).

Показатели АД при офисном измерении составляли более 180 мм рт. ст. на фоне постоянного приема 3 и более препаратов (один из них диуретик).

Клинико-демографическая характеристика пациентов

Показатель	I - я группа (n=44)	II - я группа (n=14)
Средний возраст, годы	54,9	55,0
Женщины, абс. (%)	26 (59%)	8 (57%)
Сахарный диабет 2-го типа, абс. (%)	3 (6,8%)	–
Ожирение, абс. (%)	1(2,2%)	3 (21,4%)
ОНМК в анамнезе, абс. (%)	3 (6,8%)	2 (14,2%)
СКФ > 60 мл/мин/1,73 м <sup>2</sup> (по формуле СКД-ЕПІ), абс. (%)	41 (93%)	14 (100%)
Офисное АД, мм рт. ст.		
САД	185±16	195±15
ДАД	114±11	119±6
Обозначения: ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения, СКФ – скорость клубочковой фильтрации, САД – систолическое АД, ДАД – диастолическое АД.		

Процедура РДН почечной артерии проводилась в условиях рентгеноперационной, феморальным доступом, при помощи системы для денервации почечных артерий Symplicity (Medtronic, США), которая состоит из генератора радиочастотных волн и одноразового катетера. В I -й группе (n=44) ренальную денервацию выполняли с помощью одноэлектродного катетера Symplicity Flex, а во II-й группе (n=14) с помощью многоэлектродного катетера Symplicity Spyrul. Пациентам проводили суточное мониторирование АД, ультразвуковое исследование сердца и артерий почек. Исследования выполнялись по общепринятым методикам с использованием высокоинформативных аппаратов экспертного класса.

В обеих группах РДН почечной артерии проводилась радиочастотными волнами с мощностью 5-8 Вт с постоянно контролируемой температурой и импедансом на кончике катетера. В I-й группе длительность каждой аппликации составляла 2 мин, критериями эффективности были достижение оптимальных показателей температуры и импеданса, автоматически регистрируемых с кончика катетера. В случае автоматического прерывания радиочастотного воздействия по причине плохого контакта зонда-электрода со стенкой артерии аппликация проводилась повторно. Во II-й группе

длительность каждой аппликации составляла 1 мин, критериями эффективности так же были достижение оптимальных показателей температуры и импеданса, автоматически регистрируемых с кончика катетера. Во II-й группе имелось возможность отключать один, два или три электрода из четырех по мере необходимости.

Сразу после процедуры в обеих группах катетеры и интродьюсер удаляли и выполняли гемостаз мануальным способом в течение 15–20 мин, после чего накладывали давящую асептическую повязку.

Во время процедуры использовались неионные рентгеноконтрастные препараты (визипак 320, GE Healthcare Ireland, Ирландия, и ультравист, Schering AG, Германия), разбавленные физиологическим раствором в соотношении 1:1. У всех пациентов определяли концентрацию креатинина в крови, а также клиренс креатинина на 2-й день после процедуры и перед выпиской. Через 6 мес. после процедуры проводили мониторинг показателей офисного измерения АД, суточного мониторирования АД – СМАД, степень дневного и ночного снижения систолического и диастолического АД (САД и ДАД), вариабельность дневного и ночного АД), оценивали СКФ (скорость клубочковой фильтрации) по формуле по СКД-ЕПІ, уровень альдостерона плазмы крови.

Премедикация и ведение больного после процедуры. Перед переводом в рентгеноперационную выполняли премедикацию брузепам 10 мг и фентанил 0,005% 4,0. Непосредственно в операционной перед первой аппликацией с целью обезболивания вводили морфин 1% 1,0 или фентанил 0,1 мг внутривенно струйно медленно. В случае необходимости во время процедуры дополнительно вводили диазепам 5–10 мг.

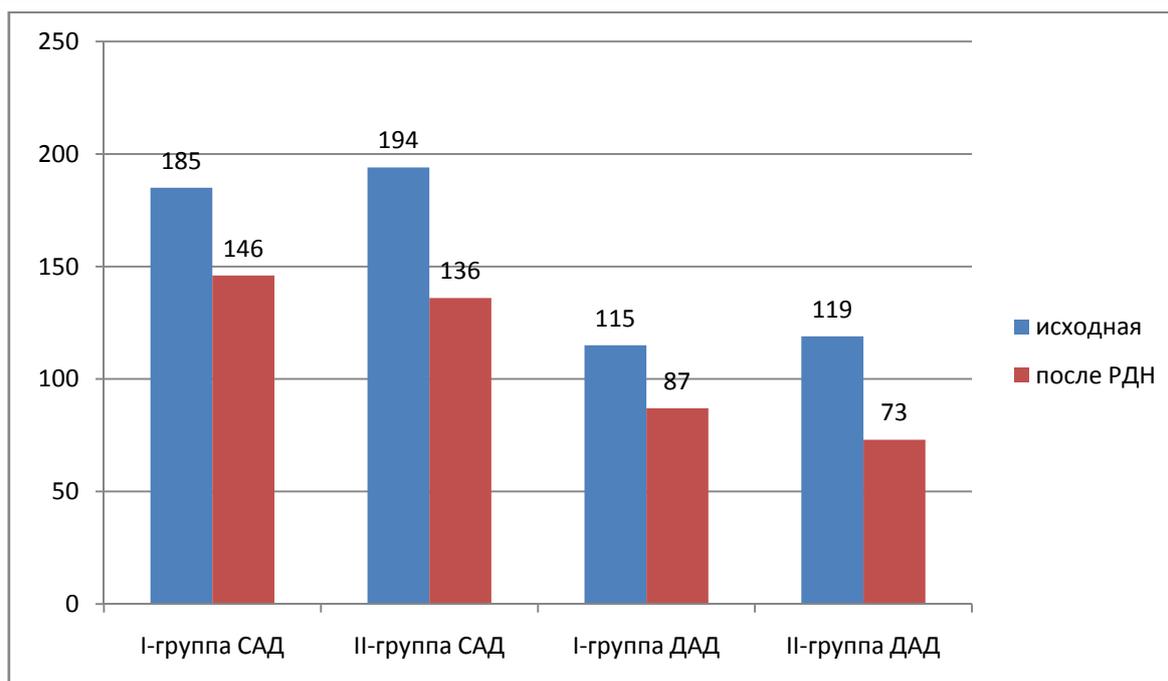
Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения STATISTICA 6.0 методами параметрической статистики, при сравнительном анализе использовали t-критерий Стьюдента, также проводился корреляционный и частотный анализ. В условиях неподчинения данных закону нормального распределения сравнение двух разных групп по количественным признакам проводилось по U-критерию Манна-Уитни. Различия считались значимыми при  $p = 0,05$ .

**Результаты.** Средняя продолжительность процедуры РДН почечной артерии у I-группы составила  $63,3 \pm 27,01$  мин., а во II-группе  $36,4 \pm 15,63$  мин. средний объем использованного контрастного вещества –  $150 \pm 23$  мл. В I-й группе выполняли  $9 \pm 2$  радиочастотных воздействий на каждой почечной артерии, а во II-й группе выполняли  $8 \pm 3$  радиочастотных воздействий на каждой почечной артерии. У 5 больных в I-группе и у 2-х больных во II-й группе дополнительно вводились наркотические анальгетики в связи с выраженным болевым синдромом в поясничной области во время операции. Осложнений со стороны почек и на местах пункции не наблюдалось.

В I-группе диаметр сосуда при проведении РДН почечной артерии составлял 4 мм. и выше, когда как во II-й группе во всех случаях без исключения диаметр сосуда составлял до 3 мм, что позволяло проводить абляцию в дистальном конце сосуда, где сконцентрированы наибольшее количество нервных волокон.

По данным офисного измерения исходно среднее значение САД и ДАД в I-группе составили  $185/115 \pm 16/11$  мм рт. ст. и во II-группе  $194/115 \pm 14/5$  мм рт. ст. После применения РДН почечной артерии (через 6 мес. наблюдения) отмечалось снижение показателей САД/ДАД при офисном измерении на  $39/28$  мм рт. ст. ( $p < 0,01$ ) в I-группе и на  $58/46$  мм рт. ст. во II-группе соответственно (рисунок). В процентном соотношении в I-группе снижение САД/ДАД составили 21%/24% и во II-группе 30%/39% соответственно.

По данным СМАД выявлено снижение на  $49/30$  мм рт. ст. в I-группе и на  $55/34$  мм рт. ст. во II-группе соответственно (различия недостоверны). Через 6 мес. наблюдения частота превышения целевых уровней САД и ДАД в ночные часы составляла 30 и 28% соответственно ( $p \leq 0,05$ ). У 7 больных в I-группе и у 4 больных во II-группе через 6 мес субъективно отмечалось улучшение качества жизни в виде снижения интенсивности и уменьшения количества эпизодов головной боли и головокружения, а также улучшение сна. Средние показатели креатинина исходно и через 6 мес оставались в пределах нормы без значимых изменений в обеих группах –  $85,3$  и  $87,5 \pm 15/15$  мкмоль/л соответственно (различия недостоверны). Средние показатели СКФ (по СКД-ЕПІ) также достоверно не изменились –  $77$  и  $80 \pm 21/16$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> исходно и через 6 мес соответственно. Уровни ренина и альдостерона плазмы крови по сравнению с исходными показателями также не изменились.



Уровень снижения САД и ДАД в I и II -группах через 6 месяцев

**Обсуждение.** С момента опубликования первых результатов по эффективности и безопасности исследований SimplicityHTN-1 и -2 радиочастотная абляция почечных симпатических нервов (ренальная денервация) стала считаться одним из самых перспективных направлений в области лечения артериальной гипертензии, прежде всего резистентной к терапии. Последующие результаты Simplicity HTN-1 и 2 и многочисленных исследований во всем мире не оставляли сомнений в ее эффективности. Появлялись все новые и новые данные пилотных исследований об эффективности процедуры при других заболеваниях – хронической сердечной недостаточности, сахарном диабете, фибрилляции предсердий, синдроме обструктивного апноэ во сне.

Однако отрицательные результаты слепого, рандомизированного, контролируемого клинического исследования для оценки безопасности и эффективности ренальной денервации Simplicity HTN-3 в США были достаточно неожиданными и разочаровывающими, хотя и подтвердили безопасность процедуры (Zvartu et al., 2014).

Исследователи большинства центров Европейского общества по артериальной гипертензии, имеющие опыт проведения данной процедуры, едины в одном – результаты одного исследования не перевешивают накопленный огромный массив данных, свидетельствующих об эффективности процедуры, а лишь указывают на необходимость дальнейшего анализа и более взвешенного подхода.

По данным проведенного нами исследования, процедура РДН является эффективным немедикаментозным методом лечения больных РАГ. А применение мультиэлектродного катетера Symplicity Spyrax позволил достичь наибольшего гипотензивного эффекта по сравнению с результатами Symplicity Flex.

По данным офисного измерения исходно среднее значение САД и ДАД в I-группе составили  $185/115 \pm 16/11$  мм рт. ст. и во II -группе  $194/115 \pm 14/5$  мм рт. ст. После применения РДН почечной артерии (через 6 мес. наблюдения) отмечалось снижение показателей САД/ДАД при офисном измерении на  $39/28$  мм рт. ст. ( $p < 0,01$ ) в I-группе и на  $58/46$  мм рт. ст. во II -группе соответственно. Наилучшие результаты во II - й группе мы связываем с возможностью применения катетера Symplicity Spyrax в артериях почки диаметром до 3 мм., что позволяла проводить абляцию в сконцентрированном наибольшего количество нервных волокон дистальном конце сосуда.

Полученные результаты соответствуют данным исследования Symplicity HTN-2, в котором через 30 мес. наблюдения у 37 больных отмечалось снижение САД и ДАД на 35 и 13 мм рт. ст.

соответственно (Esler et al., 2013). Для более строгого следования разработанному алгоритму отбора больных для проведения РДН в настоящее время необходим мультидисциплинарный подход с участием эндокринолога, нефролога, невролога, кардиолога (Esler et al., 2010, Verloop et al., 2013).

Применение в клинической практике мультиэлектродного катетера способствует уменьшению времени воздействия до 1 мин на каждую абляцию и позволяет значительно сократить общую продолжительность вмешательства. В нашем исследовании операционное время уменьшилось в два раза, где средняя продолжительность процедуры РДН почечной артерии у I-группы составила  $63,3 \pm 27,01$  мин., а у II-группы  $36,4 \pm 15,63$  мин.

Несмотря на оптимистичные результаты, получаемые в проводимых исследованиях, существует группа больных, у которых достичь целевых уровней АД не удастся. Так, по данным исследования Symplicity HTN-1, доля таких больных составила 7%, по данным исследования Symplicity HTN-2 – 10%, по данным Гейдельбергского регистра – 24% (Blessing et al., 2013). При этом эффективность проведенной процедуры определялась как снижение САД  $\geq 10$  мм рт. ст. через 6 мес. после РДН. В нашей работе эффективность процедуры отмечена во всех случаях.

**Заключение.** РДН почечных артерий является безопасным и эффективным методом лечения у больных РАГ. Применение в клинической практике мультиэлектродного катетера Symplicity Spyrul способствует улучшить эффективность и значительно сократить общую продолжительность вмешательства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bruno R.M. Sympathetic regulation of vascular function in health and disease // *Front Physiol.* – 2012. – N 61(2). – P. 284.
- [2] Calhoun D.A., Jones D., Textor S. et al. Resistant hypertension: diagnosis, evaluation and treatment: a scientific statement from the American Heart Association Professional Education Committee for the Council for High Blood Pressure Research. *Circulation.* – 2008. – N 117. – P. 510-526.
- [3] Cicala S. et al. Are coronary revascularization and myocardial infarction a homogeneous combined endpoint in hypertension trials? The Losartan Intervention For Endpoint reduction in hypertension study // *Journal of Hypertension.* – 2010. N 28. – P. 1134-1140.
- [4] Dias L.D. et al. Renal denervation in an animal model of diabetes and hypertension: Impact on the autonomic nervous system and nephropathy // *Cardiovasc Diabetol.* – 2011. – N 10. – P. 33.
- [5] Egan B.M. et al. US trends in prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension, 1988-2008 // *JAMA.* – 2011. – N 20. – P. 2043-2050.
- [6] Erdine S., Arslan E., Coca A. Resistant Hypertension. European Society Hypertension. Scientific Newsletter // Updated on Hypertension management. – 2011. – N 12. – P. 8.
- [7] Flaa A., Eide I.K., Kjeldsen S.E. et al. Sympathoadrenal stress reactivity is a predictor of future blood pressure: an 18-year followup study // *Hypertension.* – 2010. N 52. – P. 336-341.
- [8] Judd E., Calhorne D.A. Apparent and true resistant hypertension: definition, prevalence and outcomes // *J Hum Hyperten.* – 2014. N 28(8). – P. 463-8.
- [9] Kovalenko V.N. The use of radiofrequency ablation for renal denervation in patients with resistant hypertension in Ukraine with the international recommendations and certified hardware // *Hypertension.* – 2012. N 4. – P. 104.
- [10] Musayev A.A., Aripov M.A., Alimbaev S.A. et al. Safety procedures denervation of the renal artery // *Cardio-vascular system.* – 2015. N 3/1. – P. 95.
- [11] Schlaich M.P., Sobotka P.A., Krum H. et al. Renal sympathetic nerve ablation for uncontrolled hypertension // *N Engl J Med.* – 2009. – P. 361:932-4.
- [12] Stanbul B., Ramazan K., Usmanov B.M. et al. Endovascular radiofrequency denervation of the renal arteries in patients with hypertension and related heart disease // *Clinical medicine of Kazakhstan.* – 2014. N 31. – P. 99.
- [13] Zhunuspekova. Organization of hypertension schools in Semey city [electronic resource]. [http://journal.ssmu.kz/index.php?statja=1185&lang=ru/5\\_3.php//](http://journal.ssmu.kz/index.php?statja=1185&lang=ru/5_3.php//)

#### REFERENCES

- [1] Bruno R.M. Sympathetic regulation of vascular function in health and disease // *Front Physiol.* 2012. N 61(2). P. 284.
- [2] Calhoun D.A., Jones D., Textor S. et al. Resistant hypertension: diagnosis, evaluation and treatment: a scientific statement from the American Heart Association Professional Education Committee for the Council for High Blood Pressure Research. *Circulation.* 2008. N 117. P. 510-526.
- [3] Cicala S. et al. Are coronary revascularization and myocardial infarction a homogeneous combined endpoint in hypertension trials? The Losartan Intervention For Endpoint reduction in hypertension study // *Journal of Hypertension.* 2010. N 28. P. 1134-1140.
- [4] Dias L.D. et al. Renal denervation in an animal model of diabetes and hypertension: Impact on the autonomic nervous system and nephropathy // *Cardiovasc Diabetol.* 2011. N 10. P. 33.

- [5] Egan B.M. et al. US trends in prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension, 1988-2008 // JAMA. 2011. N 20. P. 2043-2050.
- [6] Erdine S., Arslan E., Coca A. Resistant Hypertension. European Society Hypertension. Scientific Newsletter // Updated on Hypertension management. 2011. N 12. P. 8.
- [7] Flaa A., Eide I.K., Kjeldsen S.E. et al. Sympathoadrenal stress reactivity is a predictor of future blood pressure: an 18-year followup study // Hypertension. 2010. N 52. P. 336-341.
- [8] Judd E., Calhone D.A. Apparent and true resistant hypertension: definition, prevalence and outcomes // J Hum Hyperten. 2014. N 28(8). P. 463-8.
- [9] Kovalenko V.N. The use of radiofrequency ablation for renal denervation in patients with resistant hypertension in Ukraine with the international recommendations and certified hardware // Hypertension. 2012. N 4. P. 104.
- [10] Musayev A.A., Aripov, M.A., Alimbayev, S.A. i dr. Protседury bezopasnosti denervatsiya pochechnoy arterii // Serdechno-sosudistaya sistema. 2015. N 3/1. P. 95.
- [11] Schlaich M.P., Sobotka P.A., Krum H. et al. Renal sympathetic nerve ablation for uncontrolled hypertension // N Engl J Med. 2009. P. 361:932-4.
- [12] Stambule B., Ramazan K., Usmanov B.M. i dr., Endovaskulyarnaya radiochastotnaya denervatsiya pochechnykh arteriy u patsiyentov s gipertoniyey i svyazannoy s boleznyu serdtsa // Klinicheskaya meditsina Kazakhstana. 2014. 31. 99.
- [13] Zhunuspekova A.S. (2014). Organizatsiya gipertonii shkol v g. Semey [Elektronnyy resurs]. [http://journal.ssmu.kz/index.php?statja=1185&lang=ru/5\\_3.php//](http://journal.ssmu.kz/index.php?statja=1185&lang=ru/5_3.php//)

**А. К. Баймағамбетов**

Қ. А. Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университеті, Шымкент, Қазақстан

**ҚАЗАҚСТАНДА БІРЭЛЕКТРОДТЫ SYMPPLICITY FLEX КАТЕТЕР МЕН  
МУЛЬТИЭЛЕКТРОДТЫ SYMPPLICITY SPYRAL КАТЕТЕРДІ ҚОЛДАНУ ТӘЖІРИБЕСІ**

**Түйін сөздер:** резистентті артериалды гипертензия, бүйрек артериясының радиожилікті денервациясы, мультиэлектродты катетер.

**Сведения об авторе:**

Баймағамбетов А.К. – доктор медицинских наук, заведующий кафедры травматологии, ортопедии и онкологии.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 37 – 47

**V. Y. Kislitsin, A. V. Zhigailov, N. S. Polymbetova, B. K. Iskakov**RSE «M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry», CS MES RK,  
Almaty, Kazakhstan.

E-mail: kislitsinval\_box@mail.ru ; bulat.iskakov@mail.ru

**CLONING, MUTAGENESIS AND EXPRESSION OF cDNA-GENE THAT ENCODES  $\alpha$ -SUBUNIT OF TRANSLATION INITIATION FACTOR 2 FROM *ARABIDOPSIS THALIANA* AND ISOLATION OF RECOMBINANT PROTEINS AteIF2 $\alpha$ (S56), AteIF2 $\alpha$ (S56D) and AteIF2 $\alpha$ (S56A)**

**Abstract.** The eukaryotic initiation factor 2 (eIF2) in complex with GTP, delivers onto 40S ribosomal subunit of initiator Met-tRNA<sub>i</sub>, with which synthesis of almost all proteins begins. This factor is strictly required for selection of correct start codon and for translation initiation of vast majority of eukaryotic mRNAs. In yeast and mammalian cells, phosphorylation of eIF2 at  $\alpha$ -subunit brakes translation initiation under various stresses. In plants, the role of phosphorylation of homologous factor (peIF2 $\alpha$ ) in regulation of protein biosynthesis remains unclear.

In the present work cDNA-gene of eIF2  $\alpha$ -subunit of *Arabidopsis thaliana* (*AteIF2 $\alpha$ (S56)*) was amplified and cloned. Using site-directed *in vitro*-mutagenesis two variants of this cDNA were obtained: *AteIF2 $\alpha$ (S56D)* and *AteIF2 $\alpha$ (S56A)*. The *AteIF2 $\alpha$ (S56D)* variant encodes AteIF2 $\alpha$  with aspartic acid substituting for serine-56, thus imitating the constitutively phosphorylated state of this subunit. Variant *AteIF2 $\alpha$ (S56A)*, with substitution of alanine codon instead of serine-56, encodes unphosphorylatable AteIF2 $\alpha$ -subunit. The intact and both mutated variants of *AteIF2 $\alpha$*  were cloned in vector pET19b and expressed in *Escherichia coli* cells. At N-termini of recombinant proteins the sequence of 10 histidines (10His-tag) was inserted that is necessary for their isolation. Proteins AteIF2 $\alpha$ (S56), AteIF2 $\alpha$ (S56D) and AteIF2 $\alpha$ (S56A) were isolated by affinity chromatography, dialyzed and concentrated: all of them had correct size of approximately 40 kDa. The AteIF2 $\alpha$ (S56) could be phosphorylated by special mPKR kinase in the presence of double-stranded RNA, indicating this subunit is fully functional. These recombinant subunits are necessary for exploration of the role of peIF2 $\alpha$  phosphorylation in regulation of protein synthesis in plants.

**Keywords:** translation initiation factor 2 of plants (peIF2), recombinant  $\alpha$ -subunit, cloning, mutagenesis, expression, phosphorylation.

УДК 57.052.6 : 577.217 : 577.218

**В. Ю. Кислицин, А. В. Жигайлов, Н. С. Полимбетова, Б. К. Искаков**РГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина» КН МОН РК,  
Алматы, Казахстан**КЛОНИРОВАНИЕ, МУТАГЕНЕЗ И ЭКСПРЕССИЯ КДНК-ГЕНА  $\alpha$ -СУБЪЕДИНИЦЫ ФАКТОРА ИНИЦИАЦИИ ТРАНСЛЯЦИИ 2 *ARABIDOPSIS THALIANA* И ВЫДЕЛЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНЫХ БЕЛКОВ AteIF2 $\alpha$ (S56), AteIF2 $\alpha$ (S56D) и AteIF2 $\alpha$ (S56A)**

**Аннотация.** Эукариотический фактор инициации трансляции 2 (eIF2) в комплексе с GTP доставляет на 40S рибосомную субчастицу инициаторную Met-tRNA<sub>i</sub>, с которой начинается синтез практически всех белков. Этот фактор строго необходим для выбора корректного стартового кодона и для инициации трансляции

подавляющего большинства эукариотических мРНК. В клетках животных и дрожжей фосфорилирование  $\alpha$ -субъединицы eIF2 тормозит инициацию трансляции при различных стрессах. У растений роль фосфорилирования гомологичного фактора (peIF2 $\alpha$ ) в регуляции биосинтеза белка остается невыясненной.

В настоящей работе амплифицирован и клонирован кДНК-ген  $\alpha$ -субъединицы фактора eIF2 из *Arabidopsis thaliana* (AteIF2 $\alpha$ (S56)). С помощью сайт-направленного *in vitro*-мутагенеза получены два варианта этой кДНК: AteIF2 $\alpha$ (S56D) и AteIF2 $\alpha$ (S56A). Вариант AteIF2 $\alpha$ (S56D) кодирует субъединицу AteIF2 $\alpha$  с заменой остатка серина в положении 56 на аспарагиновую кислоту, что имитирует ее конститутивно фосфорилированное состояние. Вариант AteIF2 $\alpha$ (S56A) с заменой кодона серина-56 на триплет аланина кодирует нефосфорилируемую форму AteIF2 $\alpha$ . Нативный и оба мутированных варианта кДНК-гена AteIF2 $\alpha$  клонированы в векторе pET19b и экспрессированы в клетках *Escherichia coli*. На N-конце рекомбинантные белки содержали последовательность 10 гистидинов (10His-tag), необходимую для их выделения. Белки AteIF2 $\alpha$ (S56), AteIF2 $\alpha$ (S56D) и AteIF2 $\alpha$ (S56A) выделяли методом аффинной хроматографии, диализовали и концентрировали: все они имели корректные размеры около 40 кДа. Субъединица AteIF2 $\alpha$ (S56) способна фосфорилироваться специфической киназой mPKR в присутствии двуспиральной РНК, что указывает на ее функциональную полноценность. Эти рекомбинантные субъединицы необходимы для исследования роли фосфорилирования peIF2 $\alpha$  в регуляции синтеза белков у растений.

**Ключевые слова:** фактор инициации трансляции 2 растений (peIF2), рекомбинантные  $\alpha$ -субъединицы, клонирование, мутагенез, экспрессия, фосфорилирование.

**Введение.** Фактор eIF2 – белок, присутствующий во всех типах эукариотических клеток, состоит из трех неидентичных полипептидов, обозначаемых  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ , из которых  $\alpha$ -субъединица выполняет регуляторную функцию. Этот фактор образует с молекулой GTP и инициаторной метионил-тРНК (Met-tRNA<sub>i</sub>) тройной комплекс {GTP\*eIF2\*Met-tRNA<sub>i</sub>}, который связывается с 40S рибосомной субчастицей (40S-PC), образуя 43S пре-инициаторный комплекс (43S-ПИК). При взаимодействии этого комплекса с мРНК образуется 48S-ПИК, в составе которого 43S-ПИК сканирует мРНК (в направлении 5'→3') в поисках стартового AUG-кодона, в узнавании которого принимают участие антикодон Met-tRNA<sub>i</sub>, факторы eIF1, eIF1A и eIF5. По достижении стартового кодона фактор eIF5 активирует GTP-азную активность фактора eIF2, который гидролизует молекулу GTP тройного комплекса до GDP, что приводит к высвобождению из 48S-ПИК большинства инициаторных факторов, присоединению 60S-PC и переходу к элонгации полипептидной цепи [1, 2]. После каждого цикла инициации фактор eIF2 высвобождается из 48S-ПИК в виде прочного бинарного комплекса {eIF2\*GDP}. Для того чтобы eIF2 мог участвовать в следующем цикле, молекула GDP должна быть заменена на GTP.

В клетках млекопитающих такой обмен не может протекать самостоятельно, так как сродство фактора meIF2 к GDP на два порядка выше, чем к GTP. Обмен гуаниловых нуклеотидов может происходить только при помощи вспомогательного фактора meIF2B. Фактор meIF2B образует комплекс с {meIF2\*GDP}, после чего GDP легко диссоциирует. Фосфорилирование  $\alpha$ -субъединицы meIF2 ингибирует обмен GDP→GTP, катализируемый фактором meIF2B. Фактор eIF2B не может стимулировать обмен GDP→GTP на meIF2( $\alpha$ P), что приводит к прекращению образования новых тройных комплексов {GTP\*meIF2\*Met-tRNA<sub>i</sub>}, к резкому торможению инициации трансляции и остановке синтеза белка в клетках млекопитающих [3, 4]. Аналогичный механизм был найден у дрожжей [1, 4] и считалось, что он функционирует также и в клетках растений.

Однако, согласно нашим данным, молекулярный механизм регуляции активности гомологичного фактора у растений (peIF2) существенно отличается от такового в клетках млекопитающих [5]. В частности, нами было установлено, что сродство peIF2 пшеницы к GDP лишь в 10 раз выше, чем к GTP, тогда как для meIF2 данное превышение составляет два порядка. Вследствие этого, для циклического функционирования peIF2 растений не требуется фактор eIF2B, который строго необходим у млекопитающих. Из этих данных также следует, что при достаточно высоком соотношении концентраций [GTP]/[GDP] в клетках растений обмен GDP→GTP может происходить независимо от того, фосфорилирован ли peIF2 или нет [5].

Наши результаты подтверждены другими группами исследователей [6 – 9]. У растений до сих пор не обнаружена ни биохимическая активность, ни гены peIF2B-подобного фактора [8]. Кроме того, из четырех протеинкиназ (PKR, HCR, PERK, GCN2), фосфорилирующих  $\alpha$ -субъединицу фактора meIF2 в клетках млекопитающих, у растений обнаружены активность и ген только одной pGCN2-киназы. Мутанты с поврежденным геном gcn2 вполне жизнеспособны, хотя и проявляли

повышенную чувствительность к некоторым стрессам и гербицидам, нарушающим синтез аминокислот и пуринов [9 - 11].

Экспериментальные данные свидетельствуют, что механизм ингибирования синтеза белка посредством фосфорилирования  $\alpha$ -субъединицы фактора reIF2 не используется у растений, находящихся в нормальных, но физиологически различных состояниях (например, днем или ночью) [13]. Фосфорилирование reIF2 $\alpha$  не является универсальным ответом растений на все виды стрессовых воздействий. Так при солевом (250 мМ NaCl) и окислительном (1 мМ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) стрессах [11], а также при вирусных инфекциях [10] и тепловом шоке (42° С, 2 ч) [9, 14] фосфорилирования reIF2 $\alpha$  не наблюдалось.

Вместе с тем имеются данные, что этот механизм регуляции может работать у растений при дефиците аминокислот и пуринов, хотя и не так выражено, как у животных [8, 10, 11]. Киназа pGCN2 может тормозить синтез белка у растений посредством фосфорилирования reIF2 $\alpha$  (как у других эукариот) в ответ на определенные, но не все стрессовые воздействия [8 - 11]. Детали этого регуляторного механизма еще не ясны, особенно учитывая отсутствие у растений reIF2B-подобного фактора. Требуется дополнительные экспериментальные исследования для их полного понимания.

С этой целью в данной работе нами получены рекомбинантные  $\alpha$ -субъединицы фактора eIF2 из *Arabidopsis thaliana* в нативном варианте (AteIF2 $\alpha$ (S56)), а также с заменой серина-56 на аспарагиновую кислоту (AteIF2 $\alpha$ (S56D)) либо на аланин (AteIF2 $\alpha$ (S56A)). Вариант AteIF2 $\alpha$ (S56D) имитирует конститутивно фосфорилированное состояние  $\alpha$ -субъединицы, тогда как AteIF2 $\alpha$ (S56A) не способна фосфорилироваться. Эти рекомбинантные субъединицы необходимы для исследования роли фосфорилирования reIF2 $\alpha$  в регуляции синтеза белков у растений.

### Материалы и методы исследования

В работе использовались реагенты фирм «Sigma», «Serva», «Merck», «Fermentas», «Roche», «Promega», «Bio-Rad» и «BioLabs» и олигодезоксирибонуклеотиды (олигоДНК или праймеры), приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Последовательность праймеров, использованных в данной работе

Table 1 – Sequence of primers used in the work

Праймер	Нуклеотидная последовательность
«eIF2-NdeI-FW»	5'GAATCATATGACCATGGCGAATCCTGCTCCGAATCTAGAATGTCGTATGT
«eIF2-BamHI-Rev»	5'TGCGGATCCTTTTGTTCATTCAATTATCCCGCTACCTCCATCGATATC
«eIF2-D-FW»	5'CTCCGAGCTCGATCGCCGTCGGATTGGTAGTAT
«eIF2-D-Rev»	5'CCGACGGCGATCGAGCTCGGAGAACAGGATCATT
«eIF2-A-FW»	5'CTCCGAGCTCGCGCGCCGTCGGATTGGTAGTAT
«eIF2-A-Rev»	5'CCGACGGCGCGGAGCTCGGAGAACAGGATCATT

**Компьютерный анализ.** Анализ нуклеотидных последовательностей ДНК перед встраиванием их в плазмидные вектора, а также подбор праймеров для клонирования и мутагенеза проводили с использованием компьютерных программ GenRunner 3.00, Vector NTI 8.0, RNA-structure 3.5 и Blast (<http://www.blast.genome.jp>). Нуклеотидная последовательность гена *AteIF2 $\alpha$*  была взята из базы данных NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Денситометрический анализ проводили с использованием компьютерной программы ImageJ v.1.42q.

**Выделение РНК.** Препарат тотальной РНК выделяли из листьев *A. thaliana* с использованием набора PARIS<sup>TM</sup> («Ambion») по методике производителя.

**Обратная транскрипция.** Реакцию обратной транскрипции (POT) проводили с использованием набора *QuantiTect® Reverse Transcription Kit* («Qiagen») по методике производителя. В качестве матрицы использовались препарат мРНК, выделенный из *A. thaliana*, а в качестве обратного праймера – «eIF2-BamHI-Rev».

**Амплификация κДНК *AteIF2α*.** После РОТ проводили ПЦР с использованием праймеров «eIF2-NdeI-FW» и «eIF2-BamHI-Rev» и высокоточной полимеразы Pwo («Roche») по методике производителя в следующем режиме: стадия 1 - 5 мин. при 94°C - 1 цикл; стадия 2 - 30 сек. при 94°C, 30 сек. при 54°C, 1 мин. 30 сек. при 72°C – 30 циклов; стадия 3 - 5 мин. при 72°C – 1 цикл. Продукты ПЦР анализировали в 1,5 % агарозном геле.

**Сайт направленный мутагенез.** Клонированный κДНК-ген *AteIF2α* мутировали методом ПЦР с использованием перекрывающихся праймеров «eIF2-NdeI-FW», «eIF2-BamHI-Rev», «eIF2-D-FW» и «eIF2-A-FW» в тех же условиях и в том же режиме, как при амплификации κДНК *AteIF2α*. Лигирование продуктов РОТ-ПЦР и сайт направленного мутагенеза проводили после их элюции из агарозного геля с использованием набора «DNA Gel extraction Kit» («Fermentas»). Очищенные фрагменты ДНК были обработаны рестриктазами *NdeI* и *BamHI* и лигированы в векторе pET19b по тем же сайтам рестрикции с использованием T4 ДНК-лигазы («Fermentas») по методике производителя. Общие методы молекулярной генетики и инженерии (трансформация клеток *E. coli*, выделение плазмидной ДНК, лигирование ДНК и др.) проводили согласно [15].

**Секвенирование ДНК.** Корректность всех конструкций проверялась их секвенированием с использованием набора «Big Dye® Terminator v.3.1» («Applied Biosystems») по методике производителя. Электрофорез проводили в капиллярах на генетическом анализаторе 310 «Applied Biosystems», а анализ полученных данных осуществляли с использованием программы «Sequencing Analysis 5.2».

**Экспрессия рекомбинантных белков.** Плазмидами *AteIF2α(S56)-pET19b*, *AteIF2α(S56D)-pET19b* и *AteIF2α(S56A)-pET19b* были трансформированы клетки экспрессионных штаммов *E. coli* BL21 и LysStar по стандартной методике. Клетки растили в 200 мл жидкой среды LB при 30 °C до оптической плотности  $OD^{600}=0,5$ , осаждали при 4000 g в течение 3 мин, ресуспендировали в 200 мл свежей среды LB, содержащей IPTG до конечной концентрации 1 mM, и культивировали при 30 °C в течение 4 часов.

**Выделение и анализ рекомбинантных белков.** Белки, содержащие 10His-tag, выделяли в нативных и денатурирующих условиях методом аффинной хроматографии IMAC (immobilized metal ion affinity chromatography) с использованием набора «PerfectPro Ni-NTA Agarose» («5-Prime») по методике производителя.

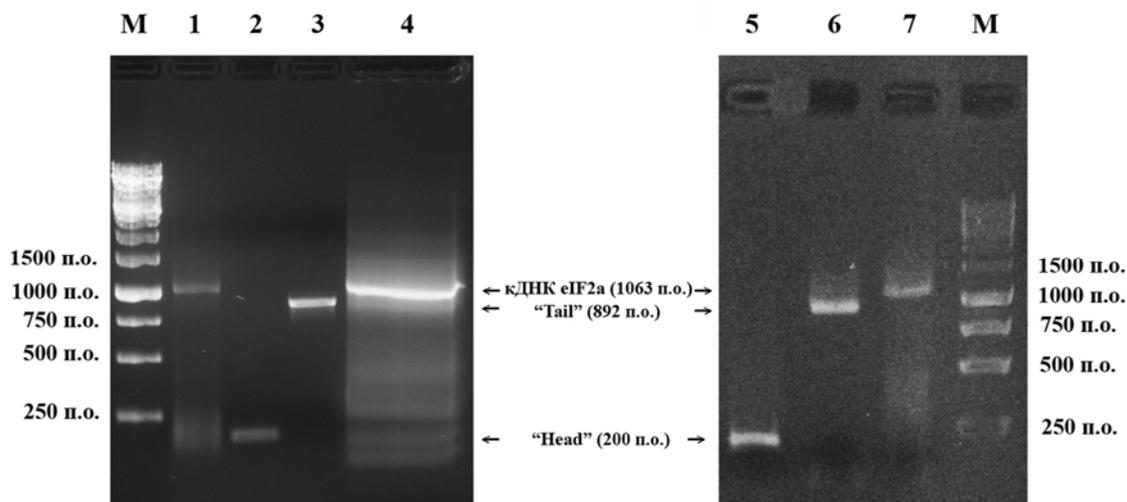
Электрофорез белков проводили в полиакриламидном (ПАА) геле (T = 12,5%, C = 0,5%) в присутствии 0,1% додецилсульфата натрия (SDS) по стандартной методике [16]. Гели окрашивали 0,125% раствором Кумасси бриллиантового синего R-250 («Serva»).

Перенос белков из ПАА-геля на нитроцеллюлозную мембрану проводили в аппарате для полусухого блотинга ("C.B.S. Scientific") в буфере для переноса (102 mM глицина, 25 mM Трис, 20% (o/o) этанола) при силе тока 0,8 mA см<sup>2</sup> в течение 1 часа. Мембрана после переноса промывалась дважды по 10 мин в буфере TBS (20 mM ТрисHCl (pH=7,6), 140 mM NaCl), дважды по 10 мин – в буфере TBST (TBS + 0,05% Tween-20) и инкубировалась в блокирующем буфере (7% сухое молоко «Frima» на TBST) в течение ночи при 4°C. После этой обработки мембрану инкубировали с первыми антителами (Penta-His mouse antibodies («5-Prime») в разведении 1:2000 в блокирующем буфере) в течение 1 часа при комнатной температуре. После трехкратной промывки в TBST по 20 мин мембрану инкубировали со вторыми антителами (Anti-mouse HRP-conjugate («5-Prime») в разведении 1:2000 в блокирующем буфере) в течение 1 часа при комнатной температуре. После двукратной промывки мембраны по 20 мин в TBST и двукратной промывки по 10 мин в TBS, проводили реакцию с хемилюминесцентным субстратом для пероксидазы фирмы «Promega» по методике производителя.

Для удаления из раствора белков имидазола или мочевины проводили диализ с использованием диализных мешков («Sigma») против буфера (20 mM TrisAc pH7,6; 90 mM KAc; 2 mM Mg(OAc)<sub>2</sub>) в течение ночи при температуре 4 °C. Концентрирование белков после диализа проводилось путём центрифугирования образцов в колонках с мембраной “10,000 MWCO NY” («Sartorius»). Концентрацию белков определяли по Бредфорду [17] в трех повторах с вычислением среднего арифметического значения ( $X_{cp}$ ) и ошибки среднего арифметического (m).

### Результаты и их обсуждение

Согласно нуклеотидной последовательности мРНК *AteIF2α* (GeneBank №: NM\_120629.3) были подобраны соответствующие праймеры для амплификации, клонирования и мутагенеза этой кДНК. Посредством РОТ-ПЦР была получена и амплифицирована кДНК *AteIF2α* (см. дорожку 1 на рисунке 1), которую клонировали в векторе pET19b по сайтам рестрикции *NdeI* и *BamHI* с получением конструкции *AteIF2α(S56)-pET19b*.



М – ДНК-маркер; 1 – продукт РОТ-ПЦР кДНК *AteIF2α(S56)*; 2 – ПЦР-продукт “Head-D”; 3 – ПЦР-продукт “Tail-D”; 4 – ПЦР-продукт, соответствующий кДНК *AteIF2α(S56D)*; 5 – ПЦР-продукт “Head-A”; 6 – ПЦР-продукт “Tail-A”; 7 – ПЦР-продукт, соответствующий кДНК *AteIF2α(S56A)*.

Рисунок 1 – Электрофоретический анализ в 1,5% агарозном геле продуктов ПЦР, образующихся в ходе сайт-направленного мутагенеза кДНК *AteIF2α*

М – DNA marker; 1 – RT-PCR product of cDNA *AteIF2α (S56)*; 2 – PCR product “Head-D”; 3 – PCR product “Tail-D”; 4 – PCR product corresponding to cDNA *AteIF2α (S56D)*; 5 – PCR product “Head-A”; 6 – PCR product “Tail-A”; 7 – PCR product corresponding to cDNA *AteIF2α(S56A)*.

Figure 1 – Electrophoretic analysis in 1.5% agarose gel of PCR products generated during site-directed mutagenesis of *AteIF2α* cDNA

Известно, что один из механизмов торможения синтеза белков в клетках млекопитающих состоит в фосфорилировании серина-51 у  $\alpha$ -субъединицы фактора *meIF2* (соответствует серину-56 у *reIF2α* из *A. thaliana*) специфическими протеинкиназами, что приводит к резкому ингибированию биосинтеза белка [3, 4, 8, 9].

Для детального исследования роли фосфорилирования  $\alpha$ -субъединицы фактора *reIF2* из *A. thaliana* необходимо получить не только исходный вариант кДНК-гена *AteIF2α (AteIF2α(S56))*, но также еще две мутированные ее формы:

– *AteIF2α(S56D)*, кодирующую форму *AteIF2α*, которая имитирует постоянно фосфорилированное состояние;

– *AteIF2α(S56A)*; кодирующую нефосфорилируемую форму *AteIF2α*.

Для этого ТСТ-кодон, кодирующий серин в положении 56 *AteIF2α*, необходимо было заменить на GAT-кодон, кодирующий аспарагиновую кислоту (в случае *AteIF2α(S56D)*), либо на GCG-кодон, кодирующий аланин (в случае *AteIF2α(S56A)*). Сайт-направленный мутагенез проводили методом ПЦР с перекрывающимися праймерами, суть которого заключается в том, что для внесения мутации используются два праймера (прямой и обратный), перекрывающиеся в месте мутагенеза, и содержащие соответствующие нуклеотидные замены.

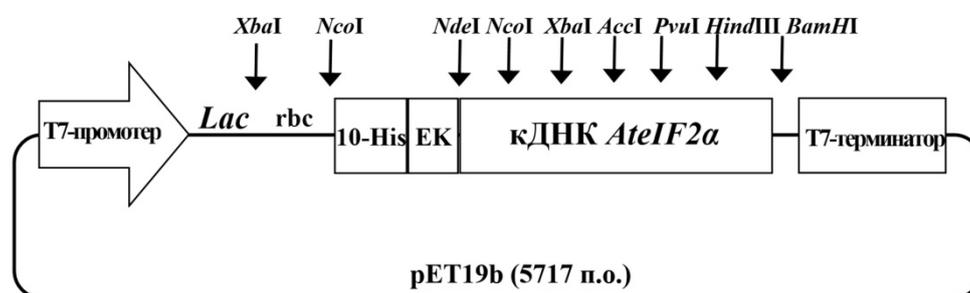
На первом этапе в качестве матрицы использовали кДНК *AteIF2α(S56)* с парой праймеров «eIF2-NdeI-FW»/«eIF2-D-Rev» (в случае кДНК *AteIF2α(S56D)*), либо парой праймеров «eIF2-NdeI-FW»/«eIF2-A-Rev» (в случае кДНК *AteIF2α(S56A)*). Продукты ПЦР размером 200 п.о.

(соответственно «eIF2-D-Head» и «eIF2-A-Head») элюировали из агарозного геля (дорожки 2 и 5 на рисунке 1).

На втором этапе в качестве матрицы использовали кДНК *AteIF2α(S56)* с парой праймеров «eIF2-D-FW»/«eIF2-BamHI-Rev» (в случае кДНК *AteIF2α(S56D)*), либо парой праймеров «eIF2-A-FW»/«eIF2-BamHI-Rev» (в случае кДНК *AteIF2α(S56A)*). Продукты ПЦР размером 892 п.о. (соответственно «eIF2-D-Tail» и «eIF2-A-Tail») элюировали из агарозного геля (дорожки 3 и 6 на рисунке 1).

Для третьего этапа ПЦР в качестве матриц использовали элюированные продукты ПЦР, полученные в ходе первых двух этапов, а в качестве праймеров в обоих случаях – «eIF2-NdeI-FW» и «eIF2-BamHI-Rev». ПЦР-продукты размером 1063 п.о. (дорожки 4 и 7 на рисунке 1), вырезали из геля, элюировали, обрабатывали рестриктазами *NdeI* и *BamHI* и клонировали в векторе pET19b, обработанном теми же рестриктазами. В итоге были получены ДНК-конструкции *AteIF2α(S56D)*-pET19b и *AteIF2α(S56A)*-pET19b.

Схематическое изображение полученных ДНК-конструкций с указанием сайтов рестрикции показано на рисунке 2.



Lac – lac-оператор; rbc – участок связывания прокариотических рибосом (последовательность Шайна-Дальгарно); 10-His – последовательность, кодирующая 10 остатков гистидина; EK – нуклеотидная последовательность, кодирующая сайт распознавания энтерокиназы для отрезания 10His-tag от рекомбинантного белка.

Рисунок 2 – Схематическое представление полученных ДНК-конструкций *AteIF2α(S56)*-pET19b, *AteIF2α(S56D)*-pET19b и *AteIF2α(S56A)*-pET19b

Lac – lac-operator; rbs – prokaryotic ribosome binding site (Shine-Dalgarno sequence); 10-His – sequence encoding 10 histidine residues; EK – nucleotide sequence that encodes enterokinase recognition site, which is required for removal of 10His-tag from recombinant protein.

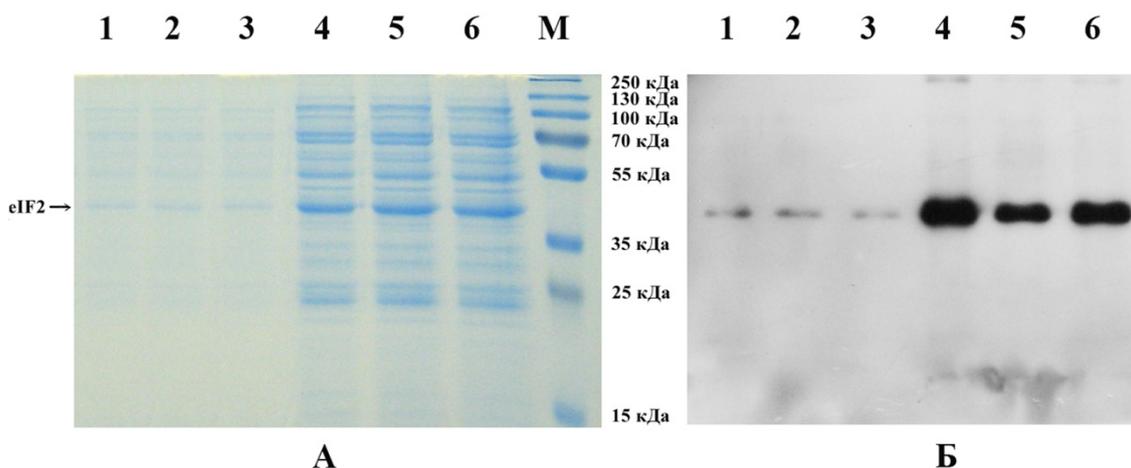
Figure 2 – Schematic presentation of obtained DNA constructs *AteIF2α(S56)*-pET19b, *AteIF2α(S56D)*-pET19b and *AteIF2α(S56A)*-pET19b

Чтобы удостовериться в корректности введенных мутаций, а также в том, что в ходе клонирования не произошло случайных изменений клонируемых кДНК, функциональные участки всех ДНК-конструкций были секвенированы.

ДНК-конструкциями *AteIF2α(S56)*-pET19b, *AteIF2α(S56D)*-pET19b и *AteIF2α(S56A)*-pET19b были трансформированы клетки экспрессионного штамма *E. coli* BL-21. После экспрессии рекомбинантных генов синтезированные белки выделяли за 10His-tag методом аффинной хроматографии ИМАС. Препараты рекомбинантных субъединиц очищали диализом, после чего их концентрировали методом центрифугирования в колонках “Sartorius” с мембраной, проницаемой лишь для молекул по массе меньше 10 кДа. Электрофоретический и вестерн-блот анализ препаратов рекомбинантных белков до и после концентрирования приведен на рисунке 3.

Концентрирование рекомбинантных белков в образцах происходило более чем в 3,5 раза. Результаты денсиметрического анализа геля и измерения концентрации белков, в препаратах, выделенных в нативных условиях после их концентрирования представлены в таблице 2.

Поскольку количество интактного белка, выделенного в нативных условиях было небольшим, то рекомбинантный белок *AteIF2α(S56)* выделяли также и в денатурирующих условиях. Такой препарат был использован для получения антител к этому белку. Выделенные препараты белков анализировали электрофорезом в 12,5% ПАА-геле, результаты которого приведены на рисунке 4.



А – 12,5% ПАА-гель, окрашенный Кумасси G250; Б – иммуноблоттинг нитроцеллюлозной мембраны с использованием в качестве первых антител Mouse Penta-His Antibodies ("5-Prime").

Дорожки: 1 – AteIF2 $\alpha$ (S56) до концентрирования; 2 – AteIF2 $\alpha$ (S56D) до концентрирования; 3 – AteIF2 $\alpha$ (S56A) до концентрирования; 4 – AteIF2 $\alpha$ (S56) после концентрирования; 5 – AteIF2 $\alpha$ (S56D) после концентрирования; 6 – AteIF2 $\alpha$ (S56A) после концентрирования; М – белковый маркер Page Ruler Plus.

Рисунок 3 – Электрофореграмма (А) и вестерн-блот анализ (Б) препаратов рекомбинантных белков, выделенных в нативных условиях

А – 12.5% PAA-gel stained with Coomassie G250; Б – immunoblotting of nitrocellulose membrane using Mouse Penta-His ("5-Prime") as the first antibodies.

Tracks: 1 – AteIF2 $\alpha$  (S56) before the concentration; 2 – AteIF2 $\alpha$  (S56D) before the concentration; 3 – AteIF2 $\alpha$  (S56A) before the concentration; 4 – AteIF2 $\alpha$  (S56) after concentration; 5 – AteIF2 $\alpha$  (S56D) after concentration; 6 – AteIF2 $\alpha$  (S56A) after concentration; М – protein marker Page Ruler Plus.

Figure 3 – Electrophoregram (A) and western blot analysis (B) of recombinant protein preparations isolated under native conditions

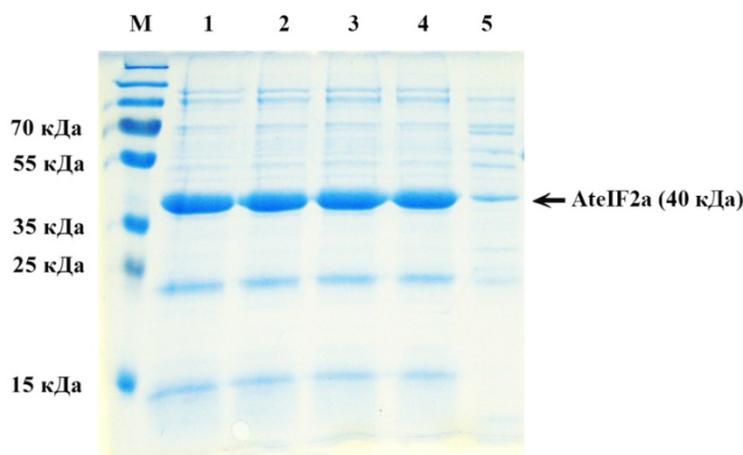
Таблица 2 – Концентрация рекомбинантных субъединиц AteIF2 $\alpha$  в препаратах белков, выделенных в нативных условиях

Table 2 – Concentration of AteIF2 $\alpha$  recombinant subunits in preparations of proteins extracted under native conditions

Белок <i>Protein</i>	Общая концентрация белка по Бредфорду (мкг/мл) <i>The total concentration of proteins by Bredford (mkg/ml)</i>	Доля интактного AteIF2 $\alpha$ в препарате, % <i>The part of intact AteIF2<math>\alpha</math> in preparation, %</i>	Концентрация интактного AteIF2 $\alpha$ (мкг/мл) <i>The concentration of intact AteIF2<math>\alpha</math> in preparation (mkg/ml)</i>	Общее количество интактного AteIF2 $\alpha$ (мкг) <i>The total amount of intact AteIF2<math>\alpha</math> in preparation (mkg)</i>
AteIF2 $\alpha$ (S56)	548,2 ± 22,1	12,6	69,1	276,4
AteIF2 $\alpha$ (S56D)	552,3 ± 12,5	12,8	70,7	282,8
AteIF2 $\alpha$ (S56A)	554,9 ± 15,0	13,4	74,4	297,6

Из данных, представленных на рисунке 4 видно, что даже по сравнению с концентрированным препаратом AteIF2 $\alpha$ (S56), выделенным в нативных условиях (дорожка 5 на рисунке 4), неконцентрированные препараты AteIF2 $\alpha$ (S56), выделенные в денатурирующих условиях, имели значительно большую концентрацию (1150,3 мкг/мл против 548,2 мкг/мл) и более высокое содержания полноразмерного белка AteIF2 $\alpha$ (S56) (53% против 12,6%).

Чтобы проверить, способна ли рекомбинантная субъединица AteIF2 $\alpha$ (S56), выделенная в нативных условиях, фосфорилироваться специфической киназой по остатку серин-56 (Ser56), ее инкубировали с рекомбинантной киназой HsPKR человека в присутствии poly(I/C) – аналога двуспиральной (дс)РНК, которая является активатором киназы. Продукты реакции анализировали электрофорезом, после чего проводили иммуноблоттинг с использованием коммерческих антител против фосфорилированной формы HseIF2 $\alpha$ (P). Результаты анализа представлены на рисунке 5.



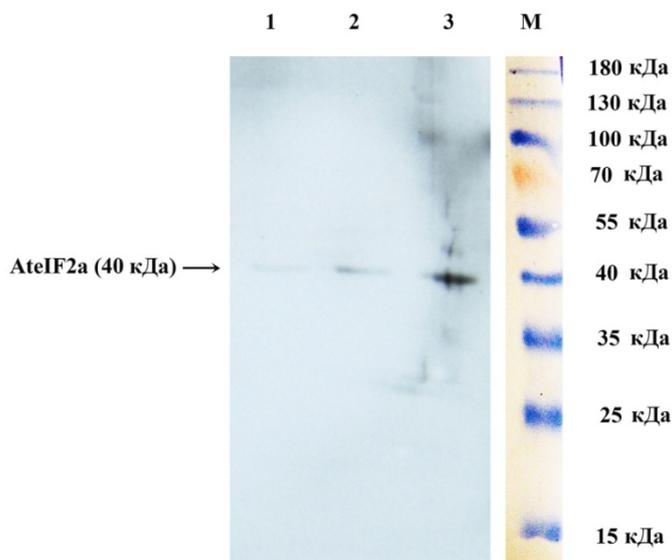
Дорожки: 1-4 – препараты AteIF2α(S56), выделенные в денатурирующих условиях без концентрирования; 5 – сконцентрированный препарат AteIF2α(S56), выделенный в нативных условиях.

М – маркерные белки PageRuler Plus, размеры которых указаны слева.

Рисунок 4 – Электрофоретический анализ в 12,5% ПАА-геле препаратов рекомбинантного белка AteIF2α(S56), выделенных в денатурирующих условиях

Lanes: 1-4 – preparations of AteIF2α(S56), isolated under denaturing conditions without concentration; 5 – concentrated AteIF2α(S56) isolated under native conditions. M - protein marker PageRuler Plus («Life science»).

Figure 4 – Electrophoretic analysis in 12.5% PAA gel of recombinant protein AteIF2α(S56) preparations isolated under denaturing conditions



М – белковый маркер PageRuler («Life science»). Дорожки: 1 – AteIF2α; 2 – AteIF2α + poly(I/C); 3 – AteIF2α + poly(I/C) + HsPKR.

Рисунок 5 – Фосфорилирование рекомбинантной субъединицы AteIF2α(S56) специфической PKR-киназой (HsPKR) в присутствии аналога dsРНК poly(I/C)

M – Protein ladder PageRuler («Life science»). Lines: 1 – AteIF2α; 2 – AteIF2α + poly(I/C); 3 – AteIF2α + poly(I/C) + HsPKR.

Figure 5 – Phosphorylation of recombinant AteIF2α(S56) subunit by specific HsPKR-kinase in the presence of dsRNA-analog poly(I/C)

Как видно из данных, представленных на рисунке 5, выделенная рекомбинантная субъединица AteIF2α(S56) в присутствии dsРНК специфически фосфорилировалась HsPKR-киназой очевидно по остатку Ser56, который соответствует остатку Ser52 в субъединице HseIF2α человека, что подтверждает физиологическую активность выделенного белка. Мутированные субъединицы AteIF2α(S56D) и AteIF2α(S56A) не могли служить субстратом для фосфорилирования киназой HseIF2α.

Имеющиеся в настоящее время данные о функционировании фактора инициации трансляции у эукариот и архей позволяют предположить, что кроме известного у животных и грибов блокирования фактора eIF2B в комплексе {Met-tRNA\*eIF2\*GTF\*eIF2B} существует более древний механизм регуляции трансляции с участием фактора eIF2, функционирующий у архей и растений, а также, возможно, сохранившийся у животных и грибов. О существовании иного механизма регуляции может свидетельствовать эксперимент, подтверждающий фосфорилирование aIF2 $\alpha$  по остатку Ser48 животной PKR-киназой и её архейным гомологом Ph0512p [18], а также тот факт, что у архей, как и у растений, не обнаружены гомологи каталитического субкомплекса eIF2B $\gamma\epsilon$  и регуляторного субкомплекса eIF2B $\alpha\beta\delta$ . Более того, у архей пока так и не обнаружены гомологи eIF5 [19], а  $\beta$ -субъединица aIF2 не имеет характерного для эукариот N-концевого домена, с которым связываются eIF5 и eIF2B $\epsilon$ . Было показано, что aIF2 имеет одинаковое сродство к GDP и GTP, и их обмен так же как у растений происходит без участия дополнительных факторов [20].

По нашему мнению, альтернативный механизм регуляции трансляции через фосфорилирование eIF2 $\alpha$  происходит путём образования стрессовых гранул. В экспериментах *in vivo* было показано, что в клетках растений и животных фосфорилирование eIF2 $\alpha$  является необходимым условием для сборки стрессовых гранул [21, 22]. Стрессовые гранулы представляют собой дискретные включения нетранслируемых мРНК и различных белков, обладающих мРНК связывающим свойством. К настоящему времени известно, что в состав стрессовых гранул входят факторы инициации трансляции eIF2, eIF3, eIF4E, поли(А)-связывающий белок, 40S рибосомная субчастица, TIA-1/R и другие белки [22].

В настоящей работе мы клонировали кДНК-ген *AteIF2 $\alpha$* , получили варианты этой кДНК, кодирующие мутированные формы белка AteIF2 $\alpha$  (не фосфорилируемую и фосфомиметическую) с заменой Ser56 на Ala56 или Asp56 соответственно. Выделили рекомбинантные белки AteIF2 $\alpha$ (S56), AteIF2 $\alpha$ (S56D) и AteIF2 $\alpha$ (S56A) аффинной хроматографией. Препараты белков были очищены и сконцентрированы. Нативная и мутированные рекомбинантные субъединицы AteIF2 $\alpha$  необходимы для изучения роли фосфорилирования eIF2 $\alpha$  у растений. Согласно нашим предварительным данным, рекомбинантные субъединицы могут входить в состав фактора peIF2, что позволяет изучать влияние внесенных в них мутаций на активность peIF2 в системах *in vitro* и *in vivo*.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках грантовых проектов: 1920/ГФ4 «Исследование регуляции трансляции мРНК у растений посредством фосфорилирования альфа-субъединицы фактора инициации 2 (peIF2 $\alpha$ )» и 4538/ГФ4 «Разработка биотехнологии создания генетически модифицированных растений картофеля с повышенной устойчивостью к абиотическим стрессам на основе оптимизации экспрессии мутированных вариантов трансгена *AteIF2 $\alpha$* ».

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hinnebusch A.G., Lorsch J.R. The mechanism of eukaryotic translation initiation: New insights and challenges // Cold Spring Harbor Perspectives in Biology. – 2012. – Vol. 4.
- [2] Hinnebusch A.G. Molecular mechanism of scanning and start codon selection in eukaryotes // Microbiology and Molecular Biology Reviews. – 2011. – Vol. 75. – P. 434-467.
- [3] Baird Th.D., Wek R.C. Eukaryotic initiation factor 2 phosphorylation and translational control in metabolism // Advances in Nutrition. – 2012. – Vol. 3. – P. 307-321.
- [4] Wortham N.C., Proud Ch.G. eIF2B: recent structural and functional insights into a key regulator of translation // Biochemical Society Transactions. – 2015. – Vol. 43. – P. 1234-1240.
- [5] Shaikhin S.M., Smailov S.K., Lee A.V., Kozhanov E.V., Isakov B.K. Interaction of wheat germ translation initiation factor 2 with GDP and GTP // Biochimie. – 1992. – Vol. 74. – P. 447-454.
- [6] Janaki N., Krishna V.M., Ramaiah K.V.A. Phosphorylation of wheat germ initiation factor 2 (eIF-2) by N-ethylmaleimide-treated wheat germ lysates and by purified casein kinase II does not affect the guanine nucleotide exchange on eIF-2 // Archives of Biochemistry and Biophysics. – 1995. – Vol. 324. – P. 1-8.
- [7] Krishna, V. M., Janaki, N., Ramaiah, K. V. A. Wheat germ initiation factor 2 (WG-eIF2) decreases the inhibition in protein synthesis and eIF2B activity of reticulocyte lysates mediated by eIF2 $\alpha$  phosphorylation // Archives of Biochemistry and Biophysics. – 1997. – Vol. 346. – P. 28-36.
- [8] Immanuel T.M., Greenwood D.R., MacDiarmid R.M. A critical review of translation initiation factor eIF2 $\alpha$  kinases in plants – regulating protein synthesis during stress // Functional Plant Biology. – 2012. – Vol. 39. – P. 717-735.
- [9] Browning K.S., Bailey-Serres J. Mechanism of cytoplasmic mRNA translation // The Arabidopsis Book. – 2015. – e0176 - P.1-39. – <http://dx.doi.org/10.1199/tab.0176>.
- [10] Zhang Y., Wang Y., Kanyuka K., Parry M.A.J., Powers S.J., Halford N.G. GCN2-dependent phosphorylation of eukaryotic translation initiation factor-2 $\alpha$  in Arabidopsis // Journal of Experimental Botany. – 2008. – Vol. 59. – P. 3131-3141.

- [11] Lageix S., Lanet E., Pouch-Pelissier M.N., Espagnol M.C., Robaglia C., Deragon J.M., Pelissier T. Arabidopsis eIF2 $\alpha$  kinase GCN2 is essential for growth in stress conditions and is activated by wounding // *BMC Plant Biology*. – 2008. – Vol. 8. – <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2229-8-134>.
- [12] Boex-Fontvieille E., Daventure M., Jossier M., Zivy M., Hodges M., Tcherkez G. Photosynthetic control of Arabidopsis leaf cytoplasmic translation initiation by protein phosphorylation // *PLOS ONE*. – 2013. – Vol. 8, e70692. – Available at: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0070692>.
- [13] Munoz A., Castellano M.M. Regulation of translation initiation under abiotic stress conditions in plants: Is it a conserved or not so conserved process among eukaryotes? // *Comparative and Functional Genomics*. – 2012. – Vol. 2012. – 8 p. – Available at: <http://www.hindawi.com/journals/ijg/2012/406357>.
- [14] Li M.W., AuYeung W.K., Lam H.M. The GCN2 homologue in Arabidopsis thaliana interacts with uncharged tRNA and uses Arabidopsis eIF2 $\alpha$  molecules as direct substrates // *Plant Biology*. – 2013. – Vol. 15. – P. 13-18.
- [15] Sambrook J., Russel D.W. Molecular cloning: A laboratory manual: 3 volumes. – Third edition. – New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2001. (CSHLP).
- [16] Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of head of bacteriophage T4 // *Nature*. – 1970. – Vol. 227. – P. 680-685.
- [17] Bradford M.M. Rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing principle of protein-dye binding // *Analytical Biochemistry*. – 1976. – Vol. 72. – P. 248-254.
- [18] Tahara M., Ohsawa A., Saito S. and Kimura M. In vitro phosphorylation of initiation factor 2 alpha (aIF2 alpha) from hyperthermophilic archaeon *Pyrococcus horikoshii* OT3 // *J. Biochem. (Tokyo)*. – 2004. – Vol. 135. – P. 479-185.
- [19] Dev K, Santangelo T.J., Rothenburg S, Neculai D., Dey M., Sicheri F., Dever T.E., Reeve J.N. Hinnebusch A.G. Archaeal aIF2B interacts with eukaryotic translation initiation factors eIF2 $\alpha$  and eIF2B $\alpha$ : implications for aIF2B function and eIF2B regulation // *J Mol Biol*. – 2009. – Vol. 392. – P. 701-722.
- [20] Pedulla N., Palermo R., Hasenohrl D., Blasi U., Cammarano P., Londei P. The archaeal eIF2 homologue: functional properties of an ancient translation initiation factor // *Nucleic Acids Res*. – 2005. – Vol. 33. – P. 1804-1812.
- [21] Kimball S., Horetsky L., Ron D., Jefferson L., Harding H. Mammalian stress granules represent sites of accumulation of stalled translation initiation complexes // *Cell Physiol*. – 2003. – Vol. 284. – P. 273-284.
- [22] Anderson P., Kedersha N. RNA granules // *The Journal of Cell Biology. Rev*. – 2006. – Vol. 172. – P. 803-808.

## REFERENCES

- [1] Hinnebusch A.G., Lorsch J.R. The mechanism of eukaryotic translation initiation: New insights and challenges. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, **2012**, Vol. 4, P. 1-25.
- [2] Hinnebusch A.G. Molecular mechanism of scanning and start codon selection in eukaryotes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 2011, Vol. 75, P. 434-467.
- [3] Baird Th.D., Wek R.C. Eukaryotic initiation factor 2 phosphorylation and translational control in metabolism. *Advances in Nutrition*, **2012**, Vol. 3, P. 307-321.
- [4] Wortham N.C., Proud Ch.G. eIF2B: recent structural and functional insights into a key regulator of translation. *Biochemical Society Transactions*, **2015**, Vol. 43, P. 1234-1240.
- [5] Shaikhin S.M., Smailov S.K., Lee A.V., Kozhanov E.V., Iskakov B.K. Interaction of wheat germ translation initiation factor 2 with GDP and GTP. *Biochimie*, **1992**, Vol. 74, P. 447-454.
- [6] Janaki N., Krishna V.M., Ramaiah K.V.A. Phosphorylation of wheat germ initiation factor 2 (eIF-2) by N-ethylmaleimide-treated wheat germ lysates and by purified casein kinase II does not affect the guanine nucleotide exchange on eIF-2. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **1995**, Vol. 324, P. 1-8.
- [7] Krishna, V. M., Janaki, N., Ramaiah, K. V. A. Wheat germ initiation factor 2 (WG-eIF2) decreases the inhibition in protein synthesis and eIF2B activity of reticulocyte lysates mediated by eIF2 $\alpha$  phosphorylation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **1997**, Vol. 346, P. 28-36.
- [8] Immanuel T.M., Greenwood D.R., MacDiarmid R.M. A critical review of translation initiation factor eIF2 $\alpha$  kinases in plants – regulating protein synthesis during stress. *Functional Plant Biology*, **2012**, Vol. 39, P. 717-735.
- [9] Browning K.S., Bailey-Serres J. Mechanism of cytoplasmic mRNA translation. *The Arabidopsis Book*, **2015**, e0176 - P.1-39. <http://dx.doi.org/10.1199/tab.0176>.
- [10] Zhang Y., Wang Y., Kanyuka K., Parry M.A.J., Powers S.J., Halford N.G. GCN2-dependent phosphorylation of eukaryotic translation initiation factor-2 $\alpha$  in Arabidopsis. *Journal of Experimental Botany*, **2008**, Vol. 59, P. 3131-3141.
- [11] Lageix S., Lanet E., Pouch-Pelissier M.N., Espagnol M.C., Robaglia C., Deragon J.M., Pelissier T. Arabidopsis eIF2 $\alpha$  kinase GCN2 is essential for growth in stress conditions and is activated by wounding. *BMC Plant Biology*, **2008**, Vol. 8, <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2229-8-134>.
- [12] Boex-Fontvieille E., Daventure M., Jossier M., Zivy M., Hodges M., Tcherkez G. Photosynthetic control of Arabidopsis leaf cytoplasmic translation initiation by protein phosphorylation. *PLOS ONE*, **2013**, Vol. 8, e70692.
- [13] Munoz A., Castellano M.M. Regulation of translation initiation under abiotic stress conditions in plants: Is it a conserved or not so conserved process among eukaryotes? *Comparative and Functional Genomics*, **2012**, Vol. 2012, 8 pages.
- [14] Li M.W., AuYeung W.K., Lam H.M. The GCN2 homologue in Arabidopsis thaliana interacts with uncharged tRNA and uses Arabidopsis eIF2 $\alpha$  molecules as direct substrates. *Plant Biology*, **2013**, Vol. 15, P. 13-18.
- [15] Sambrook J., Russel D.W. Molecular cloning. *A laboratory manual: 3 volumes. Third edition*, New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, **2001**.
- [16] Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of head of bacteriophage T4. *Nature*, **1970**, Vol. 227, P. 680-685.

- [17] Bradford M.M. Rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, **1976**, Vol. 72, P. 248-254.
- [18] Tahara M., Ohsawa A., Saito S. and Kimura M. In vitro phosphorylation of initiation factor 2 alpha (eIF2 alpha) from hyperthermophilic archaeon *Pyrococcus horikoshii* OT3. *J. Biochem. (Tokyo)*, **2004**, Vol. 135, P. 479-185.
- [19] Dev K, Santangelo T.J., Rothenburg S, Neculai D., Dey M., Sicheri F., Dever T.E., Reeve J.N. Hinnebusch A.G. Archaeal eIF2B interacts with eukaryotic translation initiation factors eIF2alpha and eIF2Balpha: implications for eIF2B function and eIF2B regulation. *J Mol. Biol.*, **2009**, Vol. 392, P. 701-722.
- [20] Pedulla N., Palermo R., Hasenohrl D., Blasi U., Cammarano P., Londei P. The archaeal eIF2 homologue: functional properties of an ancient translation initiation factor. *Nucleic Acids Research*, **2005**, Vol. 33, P. 1804-1812.
- [21] Kimball S., Horetsky L., Ron D., Jefferson L., Harding H. Mammalian stress granules represent sites of accumulation of stalled translation initiation complexes. *Cell Physiology*, **2003**, Vol. 284, P. 273-284.
- [22] Anderson P., Kedersha N. RNA granules. *The Journal of Cell Biology. Rev.*, **2006**, Vol. 172, P. 803-808.

**В. Ю. Кислицин, А. В. Жигайлов, Н. С. Полимбетова, Б. Қ. Ысқақов**

ҚР БҒМ ҒК РМҚ «М. А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты»,  
Алматы, Қазақстан

**ARABIDOPSIS THALIANA-НЫҢ ТРАНСЛЯЦИЯ БАСТАУ ФАКТОРЫ 2 КДНҚ ГЕНИНІҢ  
α-СУББӨЛШЕГІН КЛОНДАУЫ, МУТАГЕНЕЗІ МЕН ЭКСПРЕССИЯ ЖӘНЕ  
РЕКОМБИНАНТ БЕЛОҚТАРДЫ AteIF2α(S56), AteIF2α(S56D) МЕН AteIF2α(S56A) БӨЛІП АЛУ**

**Аннотация.** eIF2 α-суббөлшегінің фосфорильденуі жануарлар мен ашытқыштарда әртүрлі жағымсыз жағдайда трансляция басталуын толық тоқтатады. Өсімдіктерде осындай фактордың (peIF2α) белок биотүзілудегі реттелуі зерттелмей қалыпты.

Трансляция басталуының эукариоттық факторы 2 (eIF2) эукариоттық мРНК-дарының басым көпшілігіне трансляция басталу үшін қажет.

Жұмыста КТӨ-ПТӨ әдісімен eIF2 факторының *Arabidopsis thaliana*-дан алынған (AteIF2α(S56)) α-суббөлшегінің кДНК-гені көбейтілді. Сайтқа-бағ-ытталған *in vitro*-мутагенез көмегімен осы кДНК-ның екі варианты алынды: AteIF2α(S56D) мен AteIF2α(S56A). AteIF2α(S56D) AteIF2α суббөлшегін кодтай-ды, 56 орындағы серин қалдығын аспарагин қышқылына ауыстырғанда, бұл конститутив фосфорильденген жағдайды ұқсататын болады. AteIF2α(S56A) AteIF2α-ның фосфорильденбейтін түрін кодтайды, 56 орындағы серинді алан-инге ауыстырады. Табиғи және AteIF2α кДНК-генінің екі мутацияланған варианты pET19b векторында экспрессияланды да *Escherichia coli* жасушаларын-да клондалды. Осы кДНК-генімен кодталатын сәйкес келетін жиналған рек-омбинант AteIF2α(S56), AteIF2α(S56D) мен AteIF2α(S56A) суббөлшектер аффиндік хроматография әдісімен бөлініп алынды, диализбен тазаланды да тығыз-дау бағанасымен центрифугалау арқылы тығыздалды: олардың барлығы да әдепті мөлшері болды. AteIF2α(S56) суббөлшегі өзіндік мРНК киназасы мен қосспираль РНҚ бірге болғанда, фосфорильденуге қабілетті, осындай жағдай-да, ол өзінің әрекеттік жарамдылығын көрсетеді. Бұл рекомбинант суббөлшектер peIF2α фосфорильдену рөлін зерттеу үшін де, өсімдіктерде белоктар түзілуін реттеу үшін де керек.

**Түйін сөздер:** трансляция басталуының өсімдік факторы 2 (eIF2), рекомбинант α-суббөлшектер, клондау, мутагенез, экспрессия, фосфорильдену.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 48 – 52

**A. K. Baymagambetov**

International Kazakh -Turkish University A. Yasavi, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: amirhan.baymaganbetov@ayu.edu.kz

**EPIDEMIOLOGY AND DYNAMICS OF CONGENITAL  
HEART DISEASE IN NEONATES ZHAMBYL REGION**

**Abstract.** The article presents an analysis of the incidence of congenital heart defects in newborns treated at the regional perinatal center of Zhambyl region for 2 years (2014-2015.). The pathology structure dominated by ventricular septal defect, atrial septal defect, patent ductus arteriosus, and pulmonary stenosis. For the last years the number of non korregirovat defects increases significantly. Uchitivat This is important in clinical practice. The features of the natural course of congenital heart disease with high mortality in children, especially in the 1st year of life.

**Keywords:** congenital heart defects, newborns, prevalence, structure.

УДК 616-089;617.5

**A. K. Баймагамбетов**

Международный казахско-турецкий университет им. А. Ясави, Шымкент, Казахстан

**ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И ДИНАМИКА ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ  
СЕРДЦА У НОВОРОЖДЕННЫХ В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аннотация.** Цель в данном исследовании приведены анализ частоты встречаемости врожденных пороков сердца у новорожденных, находившихся на лечении в областном перинатальном центре, Жамбылской области за 2 года (2014-2015 гг.). Методы исследование – ретроспективное, когортное. Были выбраны 176 новорожденных с врожденным пороком сердца в ОПЦ Жамбылской области в 2014-2015 годах. В качестве первичной документации использованы: истории болезней детей с пороками развития, находившихся на лечении в областном перинатальном центре Жамбылской области. Частота врожденного порока сердца рассчитывались как отношение числа всех случаев порока к общему числу живорожденных. В статистическую разработку были внесены только те случаи пороков развития у детей, родители которых постоянно проживают на территории Жамбылской Области. В структуре патологии преобладали дефект межжелудочковой перегородки, дефект межпредсердной перегородки, открытый артериальный проток и стеноз легочной артерии. К последним годам значительно увеличивается количество не коррегированных пороков. Это важно учитывать в клинической практике. При определении частот отдельных нозологических форм врожденных аномалии полученное отношение умножалось на 1000, т.е. частота отдельных видов пороков рассчитывались на 1000 рождений. Полученные данные обрабатывались с помощью программы Statistica 5.5 (StatSoft Inc. США). В результате отмечено, что летальность детей при ВПС чаще была связана с комбинированными сложными пороками сердца или с осложнениями, возникшими в момент оперативной коррекции или в послеоперационном периоде. Авторы исследования пришли к выводу, что особенностями течения ВПС на современном этапе являются рост их частоты, повышение удельного веса сложных и комбинированных пороков сердца. Естественное течение ВПС характеризуется высокой летальностью детей, особенно на 1-м году жизни. Своевременное выявление ВПС с последующей коррекцией в раннем возрасте будет способствовать снижению уровня смертности и инвалидизации среди детей.

**Ключевые слова:** врожденные пороки сердца, новорожденные, распространенность, структура.

**Введение.** Основной стратегией кардиохирургической помощи пациентам с врожденными пороками сердца (ВПС) является изучение распространенности структуры данной патологии. По мнению зарубежных авторов (Knowles et al., 2005) и российских авторов (Бокерия Л.А., 2007), в развитых странах наблюдается тенденция к возрастанию частоты и выявляемости ВПС. Частота выявления ВПС варьирует в широких пределах – 2,4–14,15 на 1000 живорожденных (Шарыкин А.С., 2009). По данным института EUROCAT, средняя популяционная распространенность ВПС в странах Западной Европы составляет в среднем 8,0 на 1000 детского населения (Dolk et al., 2011). По статистическим данным ВОЗ ежегодно в странах мира рождается до 5-6% детей с пороками развития, при этом в половине случаев – это летальные и тяжелые пороки, требующие сложной хирургической коррекции (Лазерова К.И., 2007).

По данным Шарыкин А.С. и соавторов (2004) в странах с высоким уровнем медицинской помощи, при низких показателях младенческой смертности (6,7-8,5‰), врожденные пороки и наследственные заболевания занимают первое место в структуре причин младенческой смертности, причем не за счет истинного повышения их частоты, а в связи со снижением смертности от другой патологии

Согласно международным данным, 40% детей от общего количества нуждаются в оперативной коррекции порока в течение первого года жизни. При естественном течении врожденного порока сердца, к концу первой недели смертность представлена 29% детей, к исходу 1-го месяца 42%, 1 году 87% (Лазерова К.И., 2007).

В Казахстане структуре детской смертности ВПС занимают одно из первых мест. С каждым годом увеличивается процент выявляемости и рождаемости детей с данной патологией. В Республике ежегодно рождается около 3000 детей с ВПС, из них 80% умирает до года, в первые недели жизни - до 20%, в первый месяц - до 27%. В возрастной структуре смертности от врожденных аномалий сердца и магистральных сосудов - 91% составляют дети первого года жизни, среди них более половины составляют дети неонатального периода (Тулгалиева А.Г., 2012).

**Целью исследования:** изучение эпидемиологии врожденных пороков развития новорожденного в Жамбылской области.

**Материал и методы.** Материалом послужили ретроспективный анализ 176 историй развития новорожденных с различными ВПС за 2014-2015гг. Областной перинатальный центр, Жамбылской области. ВПС регистрировались согласно номенклатурным рубрикам Q20–Q28 “Врожденные аномалии системы кровообращения” XVII класса “Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения” Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем (10-й пересмотр). В качестве первичной документации использованы: истории болезней детей с пороками развития, находившихся на лечении в областном перинатальном центре Жамбылской области. Частота врожденного порока сердца рассчитывались как отношение числа всех случаев порока к общему числу живорожденных. В статистическую разработку были внесены только те случаи пороков развития у детей, родители которых постоянно проживают на территории Жамбылской области. При определении частот отдельных нозологических форм врожденных аномалий полученное отношение умножалось на 1000, т.е. частота отдельных видов пороков рассчитывались на 1000 рождений.

Полученные данные обрабатывались с помощью программы Statistica 5.5 (StatSoft Inc. США). Количественные признаки представлены в виде среднего арифметического значения  $\pm$  стандартное отклонение, их сравнение выполнено с использованием t-критерия Стьюдента. Сравнение частотных признаков проводилось с помощью критерия  $\chi^2$ . Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Проведенный анализ позволил выявить, что 2014 году из 7695 младенцев с аномалиями сердце было 84 детей (1,1%) , из них 31 мальчиков, 51 девочек. В 2015 году зарегистрировано 92 детей (1,2%) с ВПС на 7748 родившихся, из них 48 мальчиков, 44 девочек.

Из Жамбылской области за двух годичную (2014-2015 гг.) период высокоспециализированную помощь новорожденным детям и детей первого года жизни с ВПС 4 детских кардиохирургических центров (г. Астана, Алматы) отправлено - 67 детей, из них умерли 20. Летальность составило - 29,8%.

Таблица 1 – Распространенность и летальность фенотипических вариантов ВПС у детей Жамбылской области

Фенотипические варианты ВПС	Абсолютное число выявленных (структура (%))		Абсолютное число умерших (летальность (%))	
	2014	2015	2014	2015
Врожденный дефект межжелудочковой перегородки	43 (51,2)	32 (34,8)	–	2(6,2)
Врожденный открытый артериальный проток	14 (26,7)	23 (25,0)	2(14,2)	3(13,0)
Врожденный дефект межпредсердной перегородки	3 (3,6)	2 (2,2)	–	–
Врожденный дефект предсердно-желудочковой перегородки	1 (1,2)	4 (4,3)	–	3(75,0)
Врожденная атрезия клапана легочной артерии	4 (4,8)	6 (6,5)	3(75,0)	1(16,6)
Другие врожденные аномалии крупных артерий (Д- ТМС)	3 (3,6)	7 (7,6)	–	–
Тетрада Фалло	3 (3,6)	4 (4,3)	–	–
Врожденный стеноз аортального клапана	2 (2,4)	3 (3,3)	–	1(33,3)
Синдром левосторонней гипоплазии сердца	2 (2,4)	3 (3,3)	–	1(33,3)
Другие врожденные аномалии сердечных камер и соединений (Единственный желудочек сердца)	2 (2,4)	–	–	–
Врожденное удвоение выходного отверстия правого желудочка	1 (1,2)	2 (2,2)	1(100,0)	–
Синдром правосторонней гипоплазии сердца	1 (1,2)	2 (2,2)	–	–
Общий артериальный ствол	1 (1,2)	–	–	–
Другие врожденные аномалии аорты (Перерыв дуги аорты)	1 (1,2)	–	–	–
Тотальный аномальный дренаж лёгочных вен (ТАДЛВ)	1 (1,2)	2 (2,2)	–	1(50,0)
Аномалия Эбштейна	–	1 (1,1)	–	1(100,0)
Врожденная коарктация аорты	2 (2,4)	1 (1,1)	1(50,0)	–
<b>Всего</b>	<b>84 (100)</b>	<b>92 (100)</b>	<b>7(8,3)</b>	<b>13(14,1)</b>

Таблица 2 – Число отправленные дети и летальность с ВПС на высокоспециализированную помощь, г. Алматы

Название медицинские организации	Абсолютное число отправленные дети (структура (%))		Абсолютное число умерших (летальность (%))	
	2014	2015	2014	2015
РГКП, «Научный центр педиатрии и детской хирургии»	11	24	4	6
ГККП, «Центр перинатологии и детской кардиохирургии»	10	14	3	4

Таблица 3 – Число отправленные дети и летальность с ВПС на высокоспециализированную помощь, г. Астана

Название медицинские организации	Абсолютное число отправленные дети (структура (%))		Абсолютное число умерших (летальность (%))	
	2014	2015	2014	2015
АО «Национальный научный кардиохирургический центр»	2	3	1	1
РГП, «Национальный Научный Медицинский Центр»	1	2	–	1



Структура ВПС у новорожденных и дети до 1 года жизни (2014-2015 гг.) Жамбылской области

Среди всех ВПС чаще были диагностированы дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП) – 4,9 (в расчете на 1000 детского населения); открытый артериальный проток (ОАП) – 2,4; дефект межпредсердной перегородки (ДМПП) – 0,7 и стеноз легочной артерии – 0,6. Реже выявлялись транспозиция магистрального сосуда, тетрада Фалло и пороки развития системы периферических сосудов. Комбинированные ВПС составили 23,85% от числа всех пороков сердца. В 2014 году от ВПС умерли 7 детей, в 2015 году – 13. Показатель летальности с 8,3% повысился до 14,1%. Но при этом хочется отметить, что смерть детей чаще была связана с комбинированными сложными пороками сердца или с осложнениями, возникшими в момент оперативной коррекции или в послеоперационном периоде.

**Вывод.** Таким образом, за период 2014 – 2015 г. г. отмечается тенденция к увеличению рождения детей с врожденными пороками сердца. Особенности течения ВПС на современном этапе являются рост их частоты, повышение удельного веса сложных и комбинированных пороков сердца. Естественное течение ВПС характеризуется высокой летальностью детей, особенно на 1-м году жизни. Своевременное выявление ВПС с последующей коррекцией в раннем возрасте будет способствовать снижению уровня смертности и инвалидизации среди детей. К сожалению многие ВПС остаются не диагностированными или выявляются тогда, когда излечить детьми невозможно.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бокерия Л.А., Ступаков И.Н., Самородская И.В., Болотова Е.В., Очерет Т.С. Общие тенденции показателей заболеваемости врожденными пороками сердца населения Российской Федерации // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. – М., 2007. – № 8 (5). – С. 28-34.
- [2] Knowles R., Griebisch I., Dezateux C., Brown J., Bull C., Wren C. Newborn screening for congenital heart defects: asystematic review and cost-effectiveness analysis // Health Technol. Assess. – 2005. – N 9(44). – P. 1-176.
- [3] Шарыкин А.С. Врожденные пороки сердца. – Бином. – 2009. – 252 с.
- [4] Dolk H., Loane M., Garne E. Prevalence and Perinatal Mortality, 2000 to 2005 // Circulation. – 2011. – N 123. – P. 841-9.
- [5] Лазерова К.И. Частота и структура врожденных пороков развития у новорожденных Ростовской обл. и факторы риска их формирования: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Ростов-на-Дону, 2007. – 179 с.
- [6] Тулегалиева А.Г. Об организации кардиохирургической помощи детям с врожденными пороками сердца в Республике Казахстан // Вестник Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан. – 2012. – № 2. – С. 6.

#### REFERENCES

- [1] Bokeriya L.A., Stupakov I.N., Samorodskaya I.V., Bolotova Ye.V., Ocheret T.S. Obshchkiye tendentsii pokazateley za-bolevayemosti vrozhdannymi porokami serdtsa naseleniya Rossiyskoy Federatsii // Byulleten' NTSSSKH im. A. N. Bakuleva RAMN. 2007. N 8(5). P. 28-34.

[2] Knowles R., Griebisch I., Dezateux C., Brown J., Bull C., Wren C. Newborn screening for congenital heart defects: asystematic review and cost-effectiveness analysi // HealthTechnol. Assess. 2005. N 9(44). P. 1-176.

[3] Sharykin A.S. Vrozhdennyye poroki serdtsa. Binom. 2009. 252 p.

[4] Dolk H., Loane M., Garne E. Prevalence and Perinatal Mortality, 2000 to 2005 // Circulation. 2011. N 123. P. 841-9.

[5] Lazerova K.I. Chastota i struktura vrozhdennykh porokov razvitiya u novorozhdennykh Rostovskoy obl. i faktory riska ikh formirovaniya: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Rostov-na-Donu, 2007. 179 p.

[6] Tulegaliyeva A.G. Ob organizatsii kardiokhirurgicheskoy pomoshchi detyam s vrozhdennymi porokami serdtsa v Respublike Kazakhstan // Vestnik Meditsinskogo tsentra Upravleniya delami Prezidenta Respubliki Kazakhstan. 2012. N 2. P. 6.

#### **А. К. Баймағамбетов**

Қ. А. Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университеті, Шымкент, Қазақстан

#### **ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНДАҒЫ НӘРЕСТЕЛЕРДЕГІ ЖҮРЕКТІҢ ТУА БІТКЕН ДАМУ АҚАУЛАРЫНЫҢ ЭПИДЕМИОЛОГИЯСЫ МЕН ДИНАМИКАСЫ**

**Түйін сөздер:** жүректің туа біткен даму ақаулары, нәрестелер, таралуы, құрылымы.

**Баймағамбетов А. К.** – доктор медицинских наук, заведующий кафедры травматологии, ортопедии и онкологии международного казахско-турецкого университета им. А. Ясауи, Шымкент, Казахстан.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 53 – 59

**M. M. Burkitbayev<sup>1</sup>, R. A. Islamov<sup>2\*</sup>, T. S. Kustova<sup>2</sup>, G. A. Kon<sup>2</sup>, A. N. Sabitov<sup>2</sup>, A. I. Ilin<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,<sup>2</sup>Scientific Center for Anti-Infectious Drugs, Almaty, Kazakhstan.

\*E-mail: renatislamov@gmail.com

**THE STUDY OF ACUTE TOXICITY OF NANOSULFUR**

**Abstract.** Acute oral toxicity of nanosulfur size of about 75 nm was studied in female's mice. LD<sub>50</sub> values were between 300–2000 mg/kg for females in mice. Toxic signs were manifested in the form of depression locomotor activity. The thoracic and abdominal cavities were meticulously examined. At necropsy and histology we revealed flatulence colon, dystrophic changes in the liver and kidneys. Hepatocytes are filled with small and medium-sized lipid droplets. These results indicate that nanosulfur more toxic than powdered sulfur.

**Keywords:** nanosulfur, nanomaterial, acute toxicity, nanotoxicology.

УДК 546.22-121+ 544.773.422+57.016+615.9

**М. М. Буркитбаев<sup>1</sup>, Р. А. Исламов<sup>2\*</sup>,  
Т. С. Кустова<sup>2</sup>, Г. А. Кон<sup>2</sup>, А. Н. Сабитов<sup>2</sup>, А. И. Ильин<sup>2</sup>**<sup>1</sup>РГП «Казахский национальный университет им. аль-Фараби», Алматы, Казахстан,<sup>2</sup>АО «Научный центр противоиных препаратов», Алматы, Казахстан**ИЗУЧЕНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ НАНОСЕРА**

**Аннотация.** Острую токсичность при пероральном введении наносера размером около 75 нм изучали на самках мышей. Было показано, что средняя смертельная доза находилась в диапазоне 300–2000 мг/кг. Наблюдались токсические симптомы в виде снижения активности животных. При некропсии и гистологическом исследовании обнаружили вздутие толстого кишечника, дистрофические изменения в печени и почках. Гепатоциты содержали мелкие и средние жировые капли. В результате было установлено, что наносера токсичнее, чем молотая сера.

**Ключевые слова:** наносера, наноматериал, острая токсичность, нанотоксикология.

**Введение.** Широкая активность против бактерий, грибов, а также в отношении насекомых, паразитирующих на кожных покровах, показана для наночастиц серы. Степень этой эффективности зависит от полиморфизма, размеров и формы серы. При этом относительно низкая токсичность элементарной серы для клеток млекопитающих делает наночастицы серы весьма перспективными для получения на их основе антимикробных препаратов [1-4]. Есть также данные о противоопухолевой активности элементарной серы [5]. Однако если токсичность осажденной микрокристаллической серы хорошо изучена, то её наноформа требует глубоких исследований [6]. Известно, что структура и компоновка атомов или молекул в кристалле оказывают влияние на биологическую активность фармацевтических субстанций [7]. Помимо полиморфизма кристаллов, размеры частиц также влияют на свойства вещества. Показано, что от размера частиц серы, селена, цинка, меди, титана зависит их биологическая доступность, активность и токсичность, причём не во всех случаях эта зависимость линейная [8-17]. В связи с этим было проведено исследование острой токсичности наносера размером частиц около 75 нм на лабораторных мышах.

**Материалы и методы исследования.** Исследуемое вещество – наносера с размерами блоков когерентного рассеяния 75 нм [18]. В качестве носителя использовали дистиллированную воду.

Острую токсичность исследовали на белых аутбредных самках мышей массой 20-24 г в соответствии с методическими рекомендациями Организации экономического сотрудничества и развития (ОЕСД) №. 423 [19]. Класс токсичности оценивали по системе классификации и маркировки химических веществ и смесей (СГС, англ. GHS) [19]. Раствор наносеры вводили внутривентрикулярно однократно с помощью зонда в объеме 0,5 мл. Животных содержали в условиях вивария РГКП «Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга». Мыши находились в клетках с подстилкой из древесной стружки, предварительно выдержанной под воздействием УФ лучей. Подстил меняли 2 раза в неделю. Температура окружающей среды составила  $21 \pm 2$  °С, влажность  $50 \pm 10$  %, искусственный световой режим 12:12. Для животных была подобрана смешанная диета, включающая преимущественно корма, содержащие натуральные ингредиенты (корнеплоды, зерно). Кормление животных проводили 2 раза в день в одно и то же время суток. Доступ к воде был *ad libitum*. Маркировку животных осуществляли отметкой маркером участка шерсти на конечностях, спине и голове. Эвтаназию проводили с соблюдением правил гуманного обращения с лабораторными животными в CO<sub>2</sub> камере, содержащей 70 % CO<sub>2</sub> при скорости потока 30 л/мин (протокол этической комиссии № 38 от 26.10.2015 г). При некропсии изучали легкие, сердце, селезенку, печень, почки, желудочно-кишечный тракт. Органы фиксировали в 10 % растворе нейтрального формалина. Гистологические препараты готовили по общепринятой методике [20]. Из парафиновых блоков делали срезы толщиной 5-7 микрон на полуавтоматическом микротоме ERM3000, срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Препараты исследовали при помощи микроскопа прямого света DM1000 (Leica, Германия).

Математическую обработку полученных результатов проводили в Microsoft Excel-2010. После получения первичных данных, независимо от эксперимента, высчитывали среднее арифметическое значение и стандартное отклонение. Для выявления достоверности различий между экспериментальными значениями использовали коэффициент Стьюдента. Значения достоверности  $P > 0,05$  считали не существенными.

**Результаты и обсуждение.** После внутривентрикулярного введения наносеры в дозе 2000 мг/кг в течение первых трех часов умерла одна мышь, в течение первых суток – вторая. Сразу после введения и до 2 суток у животных реакция на внешние раздражители была значительно снижена. Мыши забились в угол клетки и практически не двигались. Дыхание было учащенное. При вскрытии брюшной полости погибших мышей обнаружили вздутие петель толстого кишечника (рисунок 1).



Рисунок 1 – Некропсия брюшной полости мыши, получившей 2000 мг/кг наносеры

Пищевод проходим и без изменений. Двенадцатипёрстная кишка и тонкий кишечник без каких-либо патологических изменений. Содержимое желудка светло-жёлтого цвета с незначительным серым оттенком, со слабым запахом сернистого газа, что указывает на взвесь наносеры. Одно животное выжило, и было оставлено до окончания эксперимента. На 15 сутки животное было подвергнуто эвтаназии и некропсии (рисунок 2).



Рисунок 2 – Некрозия мышцы на 15 день эксперимента, получившей 2000 мг/кг наносеры

При некропии мыши из группы 2000 мг/кг, подвергнутого эвтаназии, было обнаружено следующее (рисунок 2). Грудная полость была свободной от жидкости, поверхность плевры без изменений; легкие бледно-розового цвета, воздушные, отдельные доли полнокровны. В сердце четко прослеживались коронарные сосуды. Купол диафрагмы не изменен. Поверхность висцеральных органов, петли кишечника (тонкого и толстого), брыжеечные лимфатические узлы были без изменений. Однако толстый кишечник вздут. Селезенка темно – вишневого цвета была увеличена, при продольном срезе не оставляла соскоб на лезвие скальпеля. Почки светло-коричневого цвета, капсула почки тяжело снималась. При разрезе граница между мозговым и корковым слоем четко дифференцировалась, лоханки расширены и несколько отечные. В желудке отмечалось содержимое, складчатая структура слизистой была сохранена. При поперечном разрезе двенадцатиперстной кишки вытекал гомогенный химус светло-желтого цвета без запаха. Петли толстого кишечника вздуты. Органы репродуктивной системы были без изменений. При зондировании рога матки проходима. Полость рта свободная, слизистая без изменений.

Поскольку наблюдали смертность животных в дозе 2000 мг/кг, согласно руководству [19], доза наносеры была снижена до 300 мг/кг. Смертность животных при 300 мг/кг отсутствовала в течение всего периода наблюдения (14 дней). При этом в первые часы эксперимента наблюдали следующие токсические симптомы: животные сбивались в кучу, повышалась реакция на внешние раздражители (шум). Все симптомы исчезали через 4 часа после введения исследуемого вещества. Динамика изменения массы тела животных в ходе эксперимента представлена в таблице.

Изменение массы тела мышей после однократного внутривентрикулярного введения наносеры в дозе 300 мг/кг,  $M \pm m$

Условия эксперимента	Средняя масса животных, г		
	1 сутки	8 сутки	15 сутки
Контрольные животные (растворитель)	22,0±0,5	22,9±0,5	24,2±0,5
Наносера	22,4 ± 0,8	22,4 ± 1,2	22,0 ± 1,9

Исследование динамики массы тела мышей, получавших раствор наносеры, не выявило достоверного снижения этого параметра. По истечению 15 суток всех животных выводили из эксперимента путем эвтаназии в CO<sub>2</sub> камере и проводили макроскопию внутренних органов экспериментальных животных (рисунок 3).

Положение органов анатомически правильно, брюшина была гладкая и блестящая, в грудной и брюшной жидкости не обнаруживалось. Печень темно-коричневого цвета, края выглядели округлыми у лопастей с вентральной стороны, при разрезе слабый соскоб, у всех лопастей поверхность ровная и гладкая. Селезенка темно-вишневого цвета, увеличена, набухшая капсула выглядела напряженной, блестящей, при разрезе прослеживалась белая пульпа. Слабый соскоб на лезвии



Рисунок 3 – Некропсия мыши, получившей 300 мг/кг наносеры

скальпеля. Почки бобовидной формы гладкие, блестящие, упругие, капсула снималась легко. На разрезе граница коркового и мозгового вещества четкая, преобладало корковое вещество. Органы малого таза были без изменений. Подкожные лимфатические узлы не увеличены.

При гистологическом исследовании печени мышей контрольной группы наблюдали типичную морфологическую картину, характерную для данного органа, без патологических изменений. При исследовании почек структурных изменений также не выявлено. В гистологических срезах селезенки, патолого-морфологических изменений в структурных компонентах органа не наблюдалось. Структура легких, сердца и желудка была без изменений.

Гистологическое исследование тканей мышей из группы 2000 мг/кг выявило в печени гепатоциты с гиперхромным ядром и гомогенной эозинофильной цитоплазмой. Гепатоциты в состоянии мелко- и средне-капельной жировой дистрофии. Строма органа очагово инфильтрирована лимфоидно-клеточными элементами. Обнаружена активация клеток Купфера. Расширение пространства Диссе преимущественно в перипортальной зоне. Очаговый периваскулярный отек (рисунок 4).

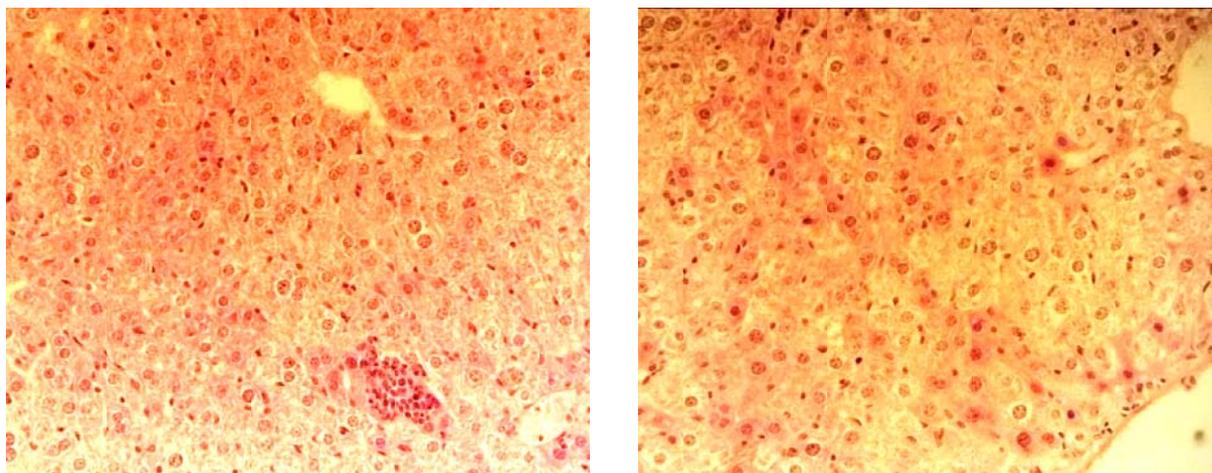


Рисунок 4 – Гистоструктура печени мышей из группы 2000 мг/кг (увеличение: об.×40, ок. 10; окраска: гематоксилин-эозин)

В почках отмечаются дистрофические изменения проксимальных канальцев, в отдельных канальцах эпителиоциты полностью закрывают просвет. В просветах дистальных канальцев, петель Генле отмечается гомогенно окрашенное содержимое (рисунок 5). В селезенке наблюдали выраженное обеднение красной и белой пульпы лимфоцитами, делимфатизацию периферических зон фолликула и отек стромы (рисунок 6).

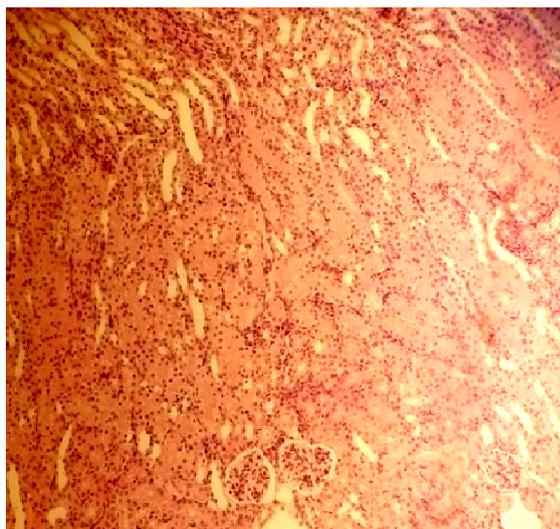


Рисунок 5 – Гистоструктура почки мыши из группы 2000 мг/кг (увеличение: об.×20, ок. 10; окраска: гематоксилин-эозин)

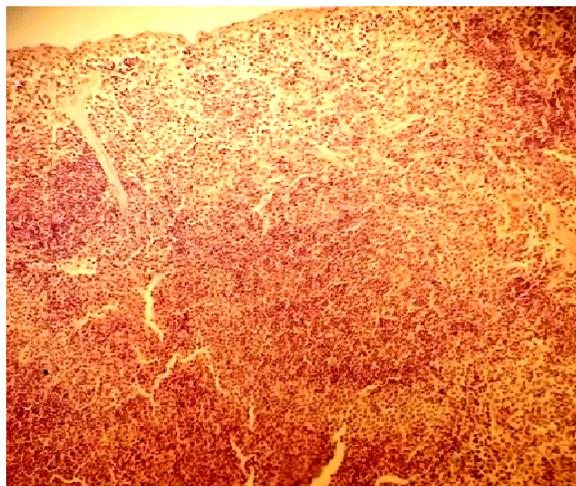


Рисунок 6 – Гистоструктура селезенки мыши из группы 2000 мг/кг (Увеличение: об.×20, ок. 10; окраска: гематоксилин-эозин)

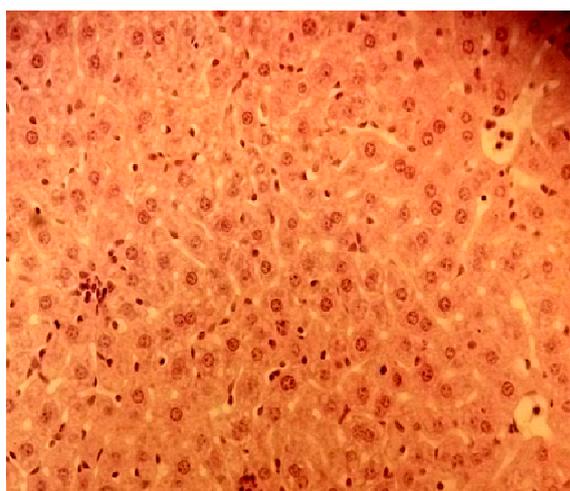


Рисунок 7 – Гистоструктура печени мышей из группы 300 мг/кг (Увеличение: об.×40, ок. 10; окраска: гематоксилин-эозин)

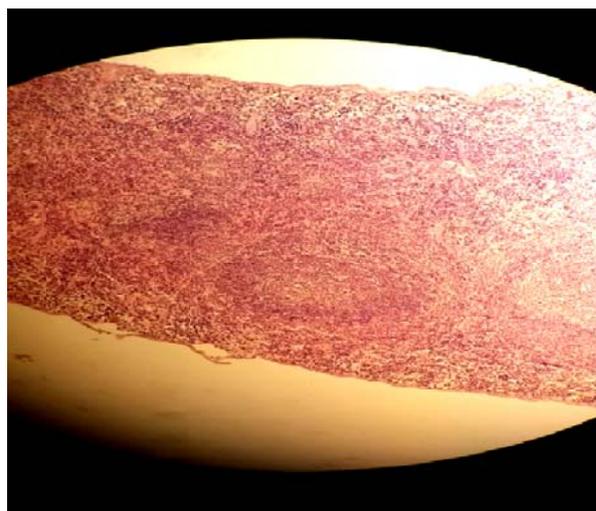


Рисунок 8 – Гистоструктура селезенки мышей из группы 300 мг/кг (Увеличение: об.×20, ок. 10; окраска: гематоксилин-эозин)

Печень мышей, получивших 300 мг/кг наносеры, имела нормальное дольковое строение (рисунок 7). Гепатоциты нормального строения редко с двумя и более ядрами. Выявлена слабая активация клеток Купфера. Патологических изменений в почках не выявлено. Исследование селезенки показало незначительное сокращение белой пульпы, с обеднением красной и белой пульпы лимфоцитами (рисунок 8).

Таким образом, изучение острой токсичности наносеры позволило установить её степень и класс опасности. Средняя смертельная доза составляет  $>300 < 2000$  мг/кг. Согласно согласованной на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ исследуемое вещество – наносера относится к 4 классу токсичности. Некропсия позволила установить, что органами-мишенями токсического поражения являются печень и почки. Для сравнения, средняя смертельная доза элементарной серы при однократном оральном введении составляет выше 2000 мг/кг [21].

**Заключение.** В настоящем исследовании острой токсичности на мышах было показано, что наносера относится к 4 классу токсичности с диапазоном ЛД<sub>50</sub> от 300 до 2000 мг/кг. Гистологические исследования выявили органы-мишени токсического поражения, которыми являются печень и почки.

**Благодарность.** Работа выполнялась в рамках программно-целевого финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2015-2017 гг. по приоритету «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции»: 0130/ПЦФ-14 «Разработка новых методов получения наночастиц серы для создания технологий производства препаратов различного функционального назначения».

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gupta A.K., Nicol K. The use of sulfur in dermatology // *J. Drugs Dermatol.* – 2004. – Vol. 3, N 4. – P. 427-431.
- [2] Schneider T., Baldauf A., Ba L.A., Jamier V., Khairan K., Sarakbi M.B., Reum N., Schneider M., Röseler A., Becker K., Burkholz T., Winyard P.G., Kelkel M., Diederich M., Jacob C. Selective antimicrobial activity associated with sulfur nanoparticles // *J. Biomed. Nanotechnol.* – 2011. – Vol. 7, N 3. – P. 395-405.
- [3] Choudhury S.R., Mandal A., Ghosh M., Basu S., Chakravorty D., Goswami A. Investigation of antimicrobial physiology of orthorhombic and monoclinic nanoallotropes of sulfur at the interface of transcriptome and metabolome // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2013. – Vol. 97, N 13. – P. 5965-78.
- [4] Choudhury S.R., Goswami A. Supramolecular reactive sulphur nanoparticles: a novel and efficient antimicrobial agent // *J. Appl. Microbiol.* – 2013. – Vol. 114, N 1. – P. 1-10. – doi: 10.1111/j.1365-2672.2012.05422.x.
- [5] Duan F., Li Y., Chen L., Zhou X., Chen J., Chen H., Li R. Sulfur inhibits the growth of androgen-independent prostate cancer in vivo // *Oncol. Lett.* – 2015. – Vol. 9, N 1. – P. 437-441.
- [6] Pesticides and toxic substances. Sulfur. United States Environmental Protection Agency. – 1991. – P. 4.
- [7] Сарвилина И.В., Каркищенко В.Н., Горшкова Ю.В. Междисциплинарные исследования в медицине. – М.: Техносфера, 2007. – 369 с.
- [8] Boyda E.S., Druschel G.K. Involvement of intermediate sulfur species in biological reduction of elemental sulfur under acidic, hydrothermal conditions // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2013. – Vol. 79, N 6. – P. 2061-2068.
- [9] Choudhury S.R., Ghosh M., Mandal A., Chakravorty D., Pal M., Pradhan S., Goswami A. Surface-modified sulfur nanoparticles: an effective antifungal agent against *Aspergillus niger* and *Fusarium oxysporum* // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2011. – Vol. 90, N 2. – P. 733-743.
- [10] Sudarsan B., Pragati S.P., Chandrababu C.K. Anti-microbial studies using sulphur nano particles on dandruff causing *Malassezia* yeasts // *Proceedings of the World Congress on Engineering.* – 2015. – Vol. II. – London. U.K. – 1 p.
- [11] Peng D., Zhang J., Liu Q., Taylor W. Size effect of elemental selenium nanoparticles (Nano-Se) at supranutritional levels on selenium accumulation and glutathione S-transferase activity // *J. Inorg. Biochem.* – 2007. – Vol. 101, N 10. – P. 1457-1463.
- [12] Chen Z. Acute toxicological effects of copper nanoparticles in vivo // *Toxicology Letters.* – 2006. – Vol. 163. – Iss. 2. – P. 109-120.
- [13] Heinlaan M., Ivask A., Blinov I., Dubourguier H.-Ch., Kahru A. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO<sub>2</sub> to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus* // *Chemosphere.* – 2008. – Vol. 71. – Iss. 7. – P. 1308-1316.
- [14] Wang B. Acute toxicity of nano- and micro-scale zinc powder in healthy adult mice // *Toxicology Letters.* – 2006. – Vol. 161. – Iss. 2. – P. 115-123.
- [15] Ostiguy C., Lapointe G., Trottier M., Menard L., Cloutier Y., Boutin M., Antoun M., Normand Ch. Health effects of nanoparticles. Studies and research projects. IRSST. – 2006. – P. 52.
- [16] Karlsson H.L., Gustafsson J., Cronholm P., Möller L. Size-dependent toxicity of metal oxide particles--a comparison between nano- and micrometer size // *Toxicol. Lett.* – 2009. - Vol. 188, N 2. – P. 112-118.
- [17] Jiang W., Mashayekhi H., Xing B. Bacterial toxicity comparison between nano- and micro-scaled oxide particles // *Environ. Pollut.* – 2009. – Vol. 157, N 5. – P. 1619-1625.
- [18] Urakaev F.Kh., Bulavchenko A.I., Uralbekov B.M., Massalimov I.A., Tatykayev B.B., Bolatov A.K., Dzharlykasimova D.N., Burkitbayev M.M. Mechanochemical synthesis of colloidal sulfur particles in the Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-H<sub>2</sub> (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>)-Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> system // *Colloid Journal.* – 2016. – Vol. 78, N 2. – P. 210-219.
- [19] Acute Oral Toxicity – Acute Toxic Class Method. OECD guidelines for the testing of chemicals. – OECD. – 2001. – № 423. – 14 p.
- [20] Wayt R., Maclarson T., Newman W. Histology. Modern principles and methods // Elsevier. – 1996. – 323 p.
- [21] Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance sulfur. EFSA Scientific Report. – 2008. – Vol. 221. – P. 1-70.

#### REFERENCES

- [22] Gupta A.K., Nicol K. *J. Drugs Dermatol.* **2004**, 3, 427-431.
- [23] Schneider T., Baldauf A., Ba L.A., Jamier V., Khairan K., Sarakbi M.B., Reum N., Schneider M., Röseler A., Becker K., Burkholz T., Winyard P.G., Kelkel M., Diederich M., Jacob C. *J. Biomed. Nanotechnol.* **2011**, 7, 395-405.
- [24] Choudhury S.R., Mandal A., Ghosh M., Basu S., Chakravorty D., Goswami A. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **2013**, 97, 5965-78.

- [25] Choudhury S.R., Goswami A. *J. Appl. Microbiol.* **2013**, *114*, 1-10. doi: 10.1111/j.1365-2672.2012.05422.x
- [26] Duan F., Li Y., Chen L., Zhou X., Chen J., Chen H., Li R. *Oncol. Lett.* **2015**, *9*, 437-441.
- [27] Pesticides and toxic substances. Sulfur. *United States Environmental Protection Agency.* **1991**, 4.
- [28] Sarvilina I.V., Karkishhenok V.N., Gorshkova Ju.V. *Tehnosfera*, **2007**, 369 (in Russ.).
- [29] Boyda E.S., Druschel G.K. *Appl. Environ. Microbiol.* **2013**, *79*, 2061-2068.
- [30] Choudhury S.R., Ghosh M., Mandal A., Chakravorty D., Pal M., Pradhan S., Goswami A. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **2011**, *90*, 733-743.
- [31] Sudarsan B., Pragati S.P., Chandrababu C.K. *Proceedings of the World Congress on Engineering.* **2015**, *II*, 1.
- [32] Peng D., Zhang J., Liu Q., Taylor W. *J. Inorg. Biochem.* **2007**, *101*, 1457-1463.
- [33] Chen Z. *Toxicology Letters.* **2006**, *163*, 109-120.
- [34] Heinlaan M., Ivask A., Blinov I., Dubourguier H.-Ch., Kahru A. *Chemosphere.* **2008**, *71*, 1308-1316.
- [35] Wang B. *Toxicology Letters.* **2006**, *161*, 115-123.
- [36] Ostiguy C., Lapointe G., Trottier M., Menard L., Cloutier Y., Boutin M., Antoun M., Normand Ch. *IRSSST.* **2006**, 52.
- [37] Karlsson H.L., Gustafsson J., Cronholm P., Möller L. *Toxicology Letters.* **2009**, *188*, 112-118.
- [38] Jiang W., Mashayekhi H., Xing B. *Environ. Pollut.* **2009**, *157*, 1619-1625.
- [39] Urakaev F.Kh., Bulavchenko A.I., Uralbekov B.M., Massalimov I.A., Tatykayev B.B., Bolatov A.K., Dzharlykashimova D.N., Burkitbayev M.M. *Colloid Journal.* **2016**, *78*, 210-219.
- [40] Acute Oral Toxicity – Acute Toxic Class Method № 423. OECD guidelines for the testing of chemicals. *OECD.* **2001**, 14.
- [41] Wayt R., Maclarson T., Newman W. *Elsevier*, **1996**, 323.
- [42] Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance sulfur. *EFSA Scientific Report.* **2008**, *221*, 1-70.

**М. М. Буркитбаев<sup>1</sup>, Р. А. Исламов<sup>2\*</sup>, Т. С. Кустова<sup>2</sup>, Г. А. Кон<sup>2</sup>, А. Н. Сабитов<sup>2</sup>, А. И. Ильин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,  
<sup>2</sup>Инфекцияға қарсы препараттардың ғылыми орталығы, Алматы, Қазақстан

#### **НАНОКҮКІРТТІҢ ЖЕДЕЛ УЫТТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ**

**Аннотация.** Нанокүкірттің жедел уыттылығын мөлшері 75 нм болатын аналық тышқандарға жұтқызу арқылы зерттелді. Орта өлім-жітімге әкелетін доза 300–2000 мг/кг ауқымында болатыны көрінді. Қозғалыс белсенділігінің төмендеуіне сәйкес улану симптомдары байқалды. Некропсия және гистологиялық зерттеу кезінде тоқ ішектің ісінуі мен бауыр және бүйректе дистрофикалық өзгерістері пайда болды. Гепатоциттер ұсақ және орта май тамшыларынан құралды. Нәтижесінде, нанокүкірттің ұнтақталған күкіртке қарағанда уытты екені анықталды.

**Түйін сөздер:** нанокүкірт, наноматериал, жедел уыттылық, нанотоксикология.

#### **Сведения об авторах:**

**Буркитбаев М.М.** – первый проректор КазНУ им аль-Фараби, член-корреспондент НАН РК, доктор химических наук, профессор, e-mail: Mukhambetkali.Burkitbayev@kaznu.kz;

**Исламов Р.А.** – начальник отдела доклинических испытаний, АО «Научный центр противинфекционных препаратов», кандидат биологических наук, e-mail: renatislamov@gmail.com;

**Кустова Т.С.** – заведующий лабораторией фармакологии и токсикологии, АО «Научный центр противинфекционных препаратов», PhD;

**Кон Г.А.** – научный сотрудник лаборатории фармакологии и токсикологии, АО «Научный центр противинфекционных препаратов»;

**Сабитов А.Н.** – управляющий исследовательской базой, АО «Научный центр противинфекционных препаратов», кандидат химических наук;

**Ильин А.И.** – председатель Правления АО «Научный центр противинфекционных препаратов», доктор химических наук, академик КазНАЕН.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 60 – 65

**A. I. Sedlovsky, L. N. Tyupina, A. I. Tezhenova**

Institute of Biology and Biotechnology of MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: gen\_sai@mail.ru

**SCREENING OF WHEAT SAMPLES RESISTANT  
TO MOISTURE DEFICIT**

**Abstract.** Investigation of the resistance of wheat to drought and the creation of drought-resistant cultivars and samples of wheat is now an urgent problem. Moreover, the stock of genetic material from soft wheat varieties is not enough to solve this problem. Inexhaustible reserve agronomic characters to improve cultivars of wheat are the gene pool of many wild relatives. To create a drought-resistant forms it is necessary to apply methods of rapid and mass assessment of potential drought-resistant forms of the early stages of the selection process. Various laboratory and field methods of diagnosis of drought resistance of cultivated and wild species are known. However, the actual problem is the use laboratory and field methods of evaluation and selection of drought-tolerant forms. This paper presents the results of development of the technology of drought-resistant wheat samples using gene pool of wild relatives in improving wheat varieties that combine the potential drought resistance and high productivity; evaluation of drought resistance using laboratory methods; selection of drought-tolerant samples in the field of stress conditions and environmental assessment of promising drought-tolerant forms. It is experimentally shown that the selection of promising drought-resistant samples using laboratory methods, field test under stressful conditions, and widespread use of environmental assessment perspective samples can achieve positive results in improving the drought tolerance of wheat.

**Keywords:** wheat, breeding, drought, environmental test.

УДК 633.11:631.52

**А. И. Седловский, Л. Н. Тюпина, А. И. Тэженова**

Институт биологии и биотехнологии МОН РК, Алматы, Казахстан

**СКРИНИНГ ОБРАЗЦОВ ПШЕНИЦЫ,  
УСТОЙЧИВЫХ К ДЕФИЦИТУ ВЛАГИ**

**Аннотация.** Исследование закономерностей устойчивости пшеницы к засухе и создание засухоустойчивых образцов и сортов пшеницы является в настоящее время актуальной проблемой. Причем, запаса генетического материала у сортов мягкой пшеницы недостаточно для решения этой проблемы. Неисчерпаемый резерв хозяйственно-ценных признаков для улучшения сортов пшеницы представляет генофонд многочисленных диких сородичей. Для создания засухоустойчивых форм необходимы методы быстрой и массовой оценки потенциально засухоустойчивых форм на ранних этапах селекционного процесса. Известны различные лабораторные и полевые методы диагностики засухоустойчивости культурных и дикорастущих видов. Однако актуальной задачей остается использование лабораторных и полевых методов быстрой оценки и отбора засухоустойчивых образцов. В настоящей работе представлены результаты разработки технологии создания засухоустойчивых образцов пшеницы с использованием генофонда дикорастущих сородичей при улучшении сортов мягкой пшеницы, сочетающих потенциальную устойчивость к засухе и высокую продуктивность; оценку засухоустойчивости с использованием лабораторных методов; отбор засухоустойчивых образцов в полевых стрессовых богарных условиях и экологическую оценку перспективных засухоустойчивых образцов. Экспериментально показано, что отбор перспективных засухоустойчивых

образцов с использованием лабораторных методов, а затем их полевое испытание в стрессовых условиях и широкое использование экологической оценки перспективных образцов позволяет достичь положительных результатов в повышении засухоустойчивости пшеницы.

**Ключевые слова:** пшеница, селекция, засухоустойчивость, экологическое испытание.

**Введение.** Чтобы удовлетворить потребности в продовольствии растущее население мира, которое увеличится до 8,5 млрд. до 2025 г. [1] необходимо повышение продуктивности сельскохозяйственных культур и прежде всего пшеницы.

Казахстан входит в пятерку лидеров в мире по производству и экспорту пшеницы на душу населения, но потенциал этой отрасли еще не используется в полной мере. Одна из причин этого заключается в низкой урожайности зерновых культур, обусловленной тем, что природно-климатические условия в основных зерносеющих регионах Казахстана относятся к зоне рискованного земледелия. Необходимо продолжить технологическую модернизацию отрасли, увеличить валовые сборы культур, ориентированных на экспорт, внедрять новые высокопродуктивные сорта [2].

Недостаток водных ресурсов – одна из главных проблем в мировом производстве пшеницы. Более половины посевов мировой пшеницы, составляющих 237 млн. га, периодически подвергаются засухе. В развивающихся странах – это 45%, или 120 млн. га [3]. В связи с этим исследование закономерностей устойчивости пшеницы к засухе и создание засухоустойчивых образцов и сортов пшеницы является особенно актуальной проблемой.

К сожалению, запаса генетического материала у сортов мягкой пшеницы недостаточно для решения этой проблемы [4-6]. Более того, ее генофонд в значительной степени обеднен из-за широкого распространения однотипных сортов с перекрывающимися родословными. Неисчерпаемый резерв хозяйственно-ценных признаков для улучшения этой главной продовольственной культуры земного шара представляет генофонд многочисленных родственных видов и родов пшеницы [7-9].

Увеличение генетического разнообразия сортов пшеницы как критерия повышения продуктивности возможно с использованием генетических ресурсов местных сортов и диких сородичей. Однако существует лишь небольшое число сородичей пшеницы, чьи хромосомы способны конъюгировать с хромосомами пшеницы и, следовательно, чьи полезные гены могут быть переданы пшенице обычными селекционными методами. Для большинства же диких сородичей необходимо использовать специальные приемы геномной и хромосомной инженерии с тем, чтобы их генетическое разнообразие преобразовать в форму, доступную для традиционной селекции [10].

В связи с этим разработка и использование эффективных методов использования генофонда дикорастущих сородичей для улучшения пшеницы принадлежит к числу наиболее актуальных проблем генетики и селекции.

**Методы исследования.** Для создания засухоустойчивых форм необходимы методы быстрой и массовой оценки потенциально засухоустойчивых форм на ранних этапах селекционного процесса. Известны различные лабораторные и полевые методы диагностики засухоустойчивости культурных и дикорастущих видов [11-16]. Однако актуальной задачей остается использование лабораторных и полевых методов быстрой оценки и отбора засухоустойчивых образцов [17].

Материалом для исследования служили перспективные образцы яровой мягкой пшеницы, созданные на основе гермаплазмы диких сородичей.

В лабораторных условиях использовали методику оценки засухоустойчивости по степени прорастания на растворах сахарозы [18].

Семена пшеницы выращивали в чашках Петри, при температуре 21 °С, в течение 3 и 7 суток.

**Результаты исследования.** Лабораторная оценка засухоустойчивости диких злаков по прорастанию на растворе сахарозы показала их высокую степень засухоустойчивости от среднеустойчивых до высокоустойчивых. Высокоустойчивыми от 81 до 99% были *Triticum macha*, *Tr. Kiharae*, *Tr. dicocum*, *Tr. monococcum*, *Tr. psevdomonococcum*, *Tr. sinssaja*, *Tr. Psevdomonococcum*, *Tr. spelta*, *Aegilops triansialis*, *Ae. ovata*. Энергия прорастания семян на 3 сутки была высокой (80-99%) у *Tr. macha*, *Tr. monococcum*, *Tr. sinskaja*, *Tr. psevdomonococcum*, *Ae. triansialis*.

Наибольшей потенциальной устойчивостью к засухе по прорастанию на растворе сахарозы обладали 18 образцов: №№ 1239, 4292, 3233, 4400, 259/07, 3380, 1256-09, 2690, 1258, 488, 3531, 340, 4435, 2713, 4297, 2425, 2354, 2694 (рисунки 1).

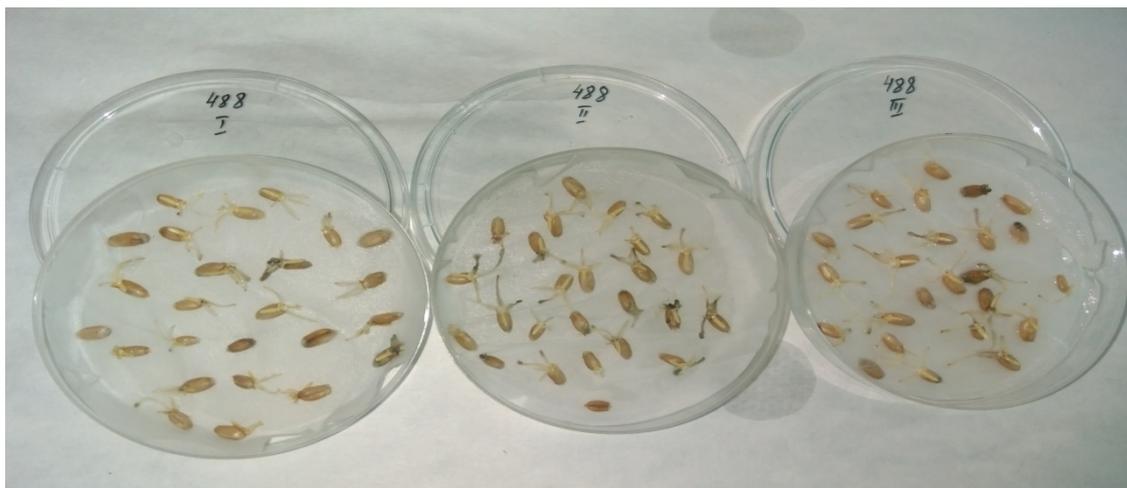


Рисунок 1 – Прорастание на растворе сахарозы Женис х Тг.macha

В комплексе факторов, определяющих засухоустойчивость и урожайность растений на ранних этапах, большая роль принадлежит первичной корневой системе [19]. В зависимости от того, насколько велика усвояющая поверхность корней, как глубоко они проникают в почву, как быстро идет этот процесс, растения неодинаково переносят недостаток влаги в период засухи. Повышение температуры ускоряет начало появления корней, но в то же время уменьшает их число [20].

Известно, что в засушливых условиях большое значение для развития растений имеет формирование корневой системы: 3-6 зародышевых корней, играющих большую роль в жизнедеятельности растения, и вторичной корневой системы (узловые корни). Боковые побеги появляются из узла кушения несколько раньше узловых корней – при формировании 3-го листа. В процессе кушения всего образуется от 1 до 6 узловых корней, как одному из основных показателей засухоустойчивости. Нами было изучено количество зародышевых корней в засушливых условиях агрофирмы «EVVA» (п. Караой Алматинской области) у 70 образцов пшеницы в период 2-3 листьев. В качестве стандартов были взяты засухоустойчивые сорта Акмола-2, Эритроспермум-841, Саратовская-29, Казахстанская-10.

По числу зародышевых корней, темпу их развития и образованию листьев выделились 15 образцов: №№ 4148, 4400, 4292, 3233, 3340, 3531, 2690, 4435 (Лютесценс-782/153 х *Triticum Kiharae*), 2713 (Женис х *Aegilops triaristatum*), 4297 (Лютесценс-782/153 х *Triticum Kiharae*), 2354 (Пшенично пырейный гибрид х Лютесценс-239), 2694 (Женис х *Aegilops triaristatum*), 1239, 2425, 488. По рассматриваемым признакам они превысили показания лучшего стандарта.

В условиях КазНИИЗиР отобрано 15 перспективных образцов, коррелирующих с засухоустойчивостью по морфологическим признакам. Семь из них по признакам продуктивности колоса: количество колосков на главном колосе, количество зерен на колосе, масса зерна с колоса превышали по этим признакам лучший стандарт Казахстанская-10.

В результате анализа вклада морфологических признаков в продуктивность засухоустойчивых межвидовых гибридов пшеницы в условиях с минимальным выпадением осадков в агрофирме «EVVA» и КазНИИЗиР установлено, что в условиях засухи имеет место уменьшение количества колосков и соответственно количества зерен в колосе и массы зерна с колоса. Вместе с тем для потенциально засухоустойчивых образцов, как правило, характерно полноценное формирование колоса. Эта особенность хорошо прослеживается у сортов являющихся стандартами по засухоустойчивости. Это такие сорта, как Казахстанская-10, Саратовская-29, Эритроспермум-841, Акмола-2. Наблюдается зависимость озерненности колоса и выполненности зерна от длины последнего междоузлия (рисунок 2).

Анализ связи длины последнего междоузлия и выноса колоса с высотой растения у потенциально засухоустойчивых образцов в условиях богары свидетельствует о том, что вынос колоса составляет большую часть длины стебля, а вынос колоса соответственно составляет практически половину длины последнего междоузлия. Корреляция признаков «длина последнего междоузлия»

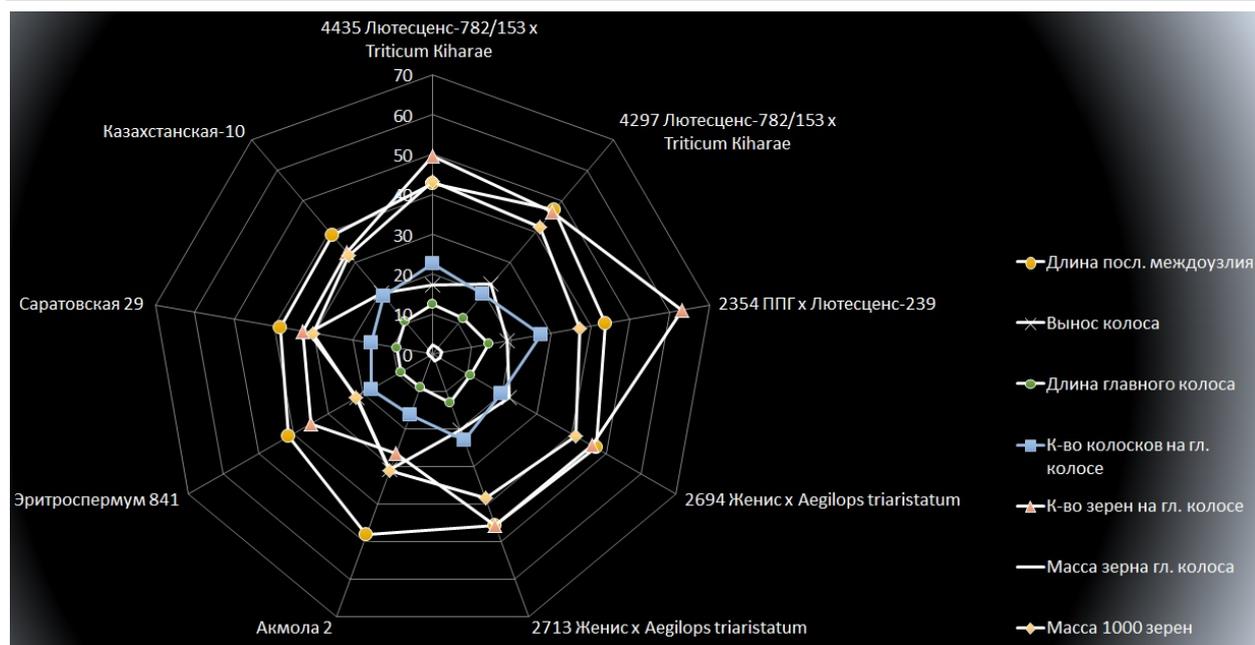


Рисунок 2 – Выраженность признаков в условиях с минимальным выпадением осадков

и «вынос колоса» составляет  $r = 0,5$ , высота растения с длиной последнего междоузлия  $r = 0,6$ . Поэтому высота растения и вынос колоса являются лучшими показателями устойчивости растений пшеницы к засухе.

Высокая корреляция наблюдается между длиной главного колоса с количеством зерен в главном колосе ( $r = 0,8$ ); длиной главного колоса с массой зерна с главного колоса ( $r = 0,9$ ); количества зерен на главном колосе с массой зерна с главного колоса ( $r = 0,7$ ), массы 1000 зерен с количеством первичных корней ( $r = 0,8$ ); массы 1000 зерен с длиной первичных корней ( $r = 0,7$ ), количества первичных корней с длиной первичных корней.

**Выводы.** В результате комплексной оценки образцов с дикими злаками выделены образцы 4435 (Лютеценс-782/153 x *Triticum kiharae*), 2713 (Женис x *Aegilops triaristatum*), 4297 (Лютеценс-782/153 x *Triticum kiharae*), 2425 (Пшенично пырейный гибрид x Лютеценс-239), 2354 (Пшенично пырейный гибрид x Лютеценс-239), 2694 (Женис x *Aegilops triaristatum*) превышающие стандарты Казахстанская-10 и Арай от 2 до 12 ц/га, которые могут быть родоначальниками новых засухоустойчивых сортов.

**Источник финансирования исследований.** Министерство образования и науки Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mujeeb-Kazi A., Rajaram. Transferring Alien Genes from Related Species and Genera for Wheat Improvement. Bread Wheat Improvement and Production. FAO. – Rome, 2002. – P. 199-215.
- [2] Назарбаев Н.А. Выступление на форуме работников АПК // Акмолинская правда. – 2011. – № 162.
- [3] Richards R.A. Breeding Opportunities for Increasing the Efficiency of Water Use and Crop Yield in Temperate Cereals. Crop Sci. – 2002. – Vol. 42. – P. 111-121.
- [4] Feldman M. The wild gene resources of wheat. / M. Feldman & R.G. Sears // Sei. Amer – 1981. – Vol. 244, N 1. – P. 98-107.
- [5] Hope H.J. Ice encasement tolerance of prairienland ryegrass, orbit tall wheatgrass and puma rye grown under controlled environments / H. J. Hope, A. Comea, P. Hasty // Cereal Res. Communic. Szegtd. 1984. – Vol. 12, N 1/2. – P. 101-103
- [6] Kimber G. Evolutionary relationships and their influence on plant breeding. // Gene manipulation in plant improvement. 16<sup>th</sup> Stadler Genetics Symp. – 1984. – P. 281-293.
- [7] Fedak G. Alien species as sources of physiological trait for wheat improvement // Euphytica. – 1985. – Vol. 105. – P. 673-680.
- [8] Кожамметов К.К., Абугалиева А.И. Расширение биоразнообразия мягкой пшеницы методом отдаленной гибридизации // Сборник пленарных докладов Международной научно-практической конференции «Достижения и перспективы развития аграрной науки в области земледелия и растениеводства», посвященной 80-летию Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства, 27-28 июня. – 2014. – С. 246

- [9] Авакян А.Э. Использование диких пшениц в селекции на адаптивность и устойчивость // Материалы IX междунационального симпозиума «нетрадиционное растениеводство, эволюция, экология и здоровье». – Алушта, 2000. – С. 294-295.
- [10] Feldman M. Cytogenetic and molecular approaches to alien gene transfer in wheat // Proc 7th Int. Wheat Genet. Symp. – 1988. – Vol. 1. – P. 23-32.
- [11] Гончаров Н.П. Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео». – 2009. – 425 с.
- [12] Калоша О.И., Шматько И.Г., Полтарев Е.И. // Унифицированные методы оценки селекционного материала на зимостойкость и засухоустойчивость. – Киев: ИФР АН УССР, 1976. – 30 с.
- [13] Атимошоаев М.В., Мустяуа Н.В. А.С. N 1292680 СССР. Способ определения засухоустойчивости пшеницы. Институт физиологии и биохимии растений АН Молдавии, опубл. 28.02.87, Бюлл. № 8.
- [14] Игнатьев Л.А. А.С. N 1494878 СССР, МКИ<sup>4</sup> АО1G7/00 "Способ оценки засухоустойчивости яровой пшеницы". Институт почвоведения и агрохимии СО АН СССР N 427-2555/30-13: Заявл. 10.04.87, опубл. 23.07.89, бюлл. № 27.
- [15] Родченко О.П., Бурбанова Р.С. А.С. N 1209097, АО1G7/00 АО1Н1/04 "Способ оценки устойчивости растений к низким положительным температурам на ранних этапах онтогенеза. Сибирский институт физиологии и биохимии растений. 3673802/30-15; заявл. 15.12.83. Опубл. 07.02.86. Бюлл. № 52.
- [15] Родченко О. П., Гюльвердиева Г.Г., Бурбанова Р.С. Заявка на авторское свидетельство N 4748158/13 (Положительное решение от марта 1991 г.). Способ оценки устойчивости растений к засухе на ранних этапах онтогенеза. ТТТ1 ТТТ2.
- [16] Родченко О.П., Гюльвердиева Г.Г. Патент № 2062564, 1Н1/04, «Способ оценки устойчивости растений к засухе Северного и Южного типа на ранних этапах онтогенеза» Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, 5064585/13; заявл. 08.06.1992. опубл. 27.06.1996.
- [17] Удовенко Г.В., Синельникова В.Н., Давыдова Г.В. Оценка засухоустойчивости полевых культур // В кн.: Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство). – Л., 1988. – С. 10-46.
- [18] Терлецкая Н.В., Хайленко Н.А., Тюпина Л.Н., Жамбакин К.Ж. Инновационный патент № 22962, заяв. 15.10.2010. Способ оценки устойчивости зерновых культур к стрессовым воздействиям
- [19] Лепехов С.Б. Морфо биологические параметры исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на засухоустойчивость и урожайность в условиях алтайского края. Автореферат на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 – Селекция и семеноводство. – Тюмень, 2013.
- [20] Доспехов Б.Н. Методика полевого опыта с основными обработками результатов исследований. – М.: Колос, 1979. – 419 с.

#### REFERENCES

- [1] Mujeeb-Kazi A., Rajaram. Transferring Alien Genes from Related Species and Genera for Wheat Improvement. Bread Wheat Improvement and Production. FAO. Rome, 2002. P. 199-215.
- [2] Nazarbaev N.A. Vystuplenie na forume rabotnikov APK // Akmolinskaja pravda. 2011. N 162.
- [3] Richards R.A. Breeding Opportunities for Increasing the Efficiency of Water Use and Crop Yield in Temperate Cereals. Crop Sci. 2002. Vol. 42. –P. 111-121.
- [4] Feldman M. The wild gene resources of wheat. / M. Feldman & R.G. Sears // Sei. Amer 1981. Vol. 244, N 1. P. 98-107.
- [5] Hope H.J. Ice encasement tolerance of prairieland ryegrass, orbit tall wheatgrass and puma rye grown under controlled environments / H. J. Hope, A.Comea, P. Hasty // Cereal Res. Communic. Szegtd. 1984. Vol. 12, N 1/2. P. 101-103.
- [6] Kimber G. Evolutionary relationships and their influence on plant breeding // Gene manipulation in plant improvement. 16th Stadler Genetics Symp. 1984. P. 281-293.
- [7] Fedak G. Alien species as sources of physiological trait for wheat improvement // Euphytica. 1985. Vol. 105. P. 673-680.
- [8] Kozhahmetov K.K., Abugaliev A.I. Rasshirenie bioraznoobrazija mjagkoj pshenicy metodom otdalenoj gibridizacii // Sbornik plenarnyh dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Dostizhenija i perspektivy razvitiija agrarnoj nauki v oblasti zemledelija i rastenievodstva», posvjashhennoj 80-letiju Kazahskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zemledelija i rastenievodstva, 27-28 ijunja. 2014. P. 246.
- [9] Avakjan A.Э. Ispol'zovanie dikih pshenic v selekcii na adaptivnost' i ustojchivost' // Materialy IX mezhd.simpoziuma «netradiccionnoe rastenievodstvo, jeniologija, jekologija i zdorov'e». Alushta, 2000. P. 294-295.
- [10] Feldman, M. Cytogenetic and molecular approaches to alien gene transfer in wheat // Proc 7th Int. Wheat Genet. Symp. 1988. Vol. 1. P. 23-32.
- [11] Goncharov N.P. Goncharov P.L. Metodicheskie osnovy selekcii rastenij. Novosibirsk: Akademicheskoe izdatel'stvo «Geo», 2009. 425 p.
- [12] Kalosha O.I., Shmat'ko I.G., Poltarev E.I.//Unificirovannye metody ocenki selekcionnogo materiala na zimostojkost' i zasuhoustojchivost'. Kiev: IFR AN USSR, 1976. 30 p.
- [13] Atimoshojev M.V., Mustjaua N.V. A.S. N 1292680 SSSR. Sposob opredelenija zasuhoustojchivosti pshenicy. Institut fiziologii i biohimii rastenij AN Moldavii, opubl. 28.02.87, Bjull. № 8.
- [14] Ignat'ev L.A. A.S. N 1494878 SSSR, MKI4 АО1G7/00 "Sposob ocenki zasuhoustojchivosti jarovoj pshenicy". Institut pochvovedenija i agrohimii SO AN SSSR N 427-2555/30-13: Zajavl. 10.04.87, opubl. 23.07.89, bjull. № 27.
- [15] Rodchenko O.P., Burbanova R.S. A.S. N 1209097, АО1G7/00 АО1Н1/04 "Sposob ocenki ustojchivosti rastenij k nizkim polozhitel'nym temperaturam na rannih jetapah ontogeneza. Sibirskij institut fiziologii i biohimii rastenij. 3673802/30-15; zajavl. 15.12.83. Opubl. 07.02.86. Bjull. № 52.]
- [15] Rodchenko O.P., Gjul'verdieva G.G., Burbanova R.S. Zajavka na avtorskoje svidetel'stvo N 4748158/13 (Polozhitel'noe reshenie ot marta 1991 g.). Sposob ocenki ustojchivosti rastenij k zasuhe na rannih jetapah ontogeneza. ТТТ1 ТТТ2.

[16] Rodchenko O.P., Gjul'verdieva G.G. Patent № 2062564, 1H1/04, «Sposob ocenki ustojchivosti rastenij k zasuhe Severnogo i Juzhnogo tipa na rannih jetapah ontogeneza» Sibirskij institut fiziologii i biohimii rastenij SO RAN, 5064585/13; zajavl. 08.06.1992. opubl. 27.06.1996.

[17] Udovenko G.V., Sinel'nikova V.N., Davydova G.V. Ocenka zasuhoustojchivosti polevyh kul'tur. // V kn.: Diagnostika ustojchivosti rastenij k stressovym vozdeystvijam (metodicheskoe rukovodstvo). L., 1988. P. 10-46.

[18] Terleckaja N.V., Hajlenko N.A., Tjupina L.N., Zhambakin K.Zh Innovacionnyj patent № 22962, zajav. 15.10.2010.

[19] Lepehov S.B. Morfo biologicheskie parametry ishodnogo materiala jarovoj m'jagkoj pshenicy dlja selekcii na zasuhoustojchivost' i urozhajnost' v uslovijah altajskogo kraja. Avtoreferat na soiskanie uchjonoj stepeni kandidata sel'skohozjajstvennyh nauk po special'nosti 06.01.05 – Selekcija i semenovodstvo. Tjumen', 2013.

[20] Dosphehov, B.N. Metodika polevogo opyta//s osnovnymi obrabotkami rezul'tatov issledovanij. M.: Kolos, 1979. 419 p.

**А. И. Седловский, Л. Н. Тюпина, А. И. Тәженова**

ҚР БҒМ Биология және биотехнология институты, Алматы, Қазақстан

### **ЫЛҒАЛДЫҢ ЖЕТІСПЕУШІЛІГІНЕ ТӨЗІМДІ БИДАЙ ҮЛГІЛЕРІНІҢ СКРИНИНГІ**

**Аннотация.** Қазіргі таңда құрғақшылыққа төзімді бидай үлгілері мен құрғақшылыққа төзімді бидай сорттарын зерттеу басты мәселенің бірі болып табылады. Сонымен қатар, жұмсақ бидай сорттарының генетикалық материалдық қоры бұл мәселені шешу үшін жеткіліксіз болып отыр. Бидай сорттарын жақсарту үшін сарқылмас резервтік агрономиялық көрсеткіштер көптеген астық тұқымдастарының гендік қоры болып табылады. Селекциондық кезеңінің алғашқы массалық бағалау кезеңдерінде құрғақшылыққа төзімді бидай үлгілерін тандап алған жөн. Зертханалық және далалық зерттеу жұмыстарында анықталғандай жабайы астық тұқымдастарының құрғақшылыққа төзімді әр түрлі әдістері белгілі. Дегенмен өзекті мәселе зертханалық және далалық бағалауды қолдана отырып, құрғақшылыққа төзімді үлгілерге тез іріктеу жұмыстарын жүргізу арқылы тандап алу әдістері болып табылады. Бұл жұмыста ұсынылған нәтижелер бойынша құрғақшылыққа төзімділік пен жоғары өнімділікті біріктіруге бидай сорттарын жақсартуда астық тұқымдастарының генофондын пайдалана отырып құрғақшылыққа төзімді бидай үлгілерін технологиясын дамыту нәтижелерін ұсынады; зертханалық әдістерді пайдалана отырып, құрғақшылыққа төзімділігін бағалау; стресс суарылмайтын жағдайларда және құрғақшылыққа төзімді үлгілерін келешекті экологиялық бағалау саласындағы құрғақшылыққа төзімді үлгілерді тандау. Лабораториялық әдістерді қолданып перспективті құрғақшылыққа төзімді үлгілерді тандау және оларды стресс жағдайында егіс алқабында бақылау мен перспективті үлгілердің экологиялық бағалауын кеңінен қолдану қысқа мерзімнің ішінде оң нәтижеге қол жеткізуге және құрғақшылыққа төзімді бидай сорттарын шығаруға мүмкіндік беретіні алғашқы рет эксперимент ретінде көрсетілді.

**Түйін сөздер:** бидай, селекция, құрғақшылыққа төзімділік, экологиялық сынау.

#### **Сведения об авторах:**

Седловский Анатолий Иванович – доктор биологических наук, профессор, академик РАЕН, Институт биологии и биотехнологии растений, e-mail: gen\_sai@mail.ru

Тюпина Любовь Николаевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт биологии и биотехнологии растений, e-mail: gen\_tln@mail.ru

Тәженова Айғаным Ибатолаевна – Институт биологии и биотехнологии растений, e-mail: gen\_tln@mail.ru

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 66 – 73

S. S. Murzataeva<sup>1</sup>, A. V. Perfilyeva<sup>1</sup>, K. B. Jantaeva<sup>1</sup>, L. A. Skvortsova<sup>1</sup>, Nurzhibek<sup>1</sup>,  
S. A. Kasimuratova<sup>1</sup>, N. K. Altynova<sup>1</sup>, L. Z. Kuon<sup>2</sup>, E. M. Khussainova<sup>1</sup>,  
B. O. Bekmanov<sup>1</sup>, L. B. Dzhanugurova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>"Institute of General Genetics and Cytology" SC MES RK, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>"Republican special boarding school-college of Olympic reserve named after Karken Akhmetov",  
Almaty, Kazakhstan

### ACE AND NOS3 GENE POLYMORPHISMS AS MARKERS FOR SPORT QUALITIES DETERMINATION

**Abstract.** In this study, we carried out the molecular genetic analysis of the association of polymorphisms 4a/b *NOS3* and I/D *ACE* with the development of sports skills and the establishment of the risk of occupational pathologies on the basis of molecular epidemiological studies of cohorts of athletes and non-athletes of Kazakhstan. It is shown that with the sports achievements the most associated are heterozygous genotype of *NOS3* gene – 4a/b (OR = 2,49, speed, strength, coordination ability and endurance to prolonged physical activity); homozygous genotype 287I / I *ACE* gene (OR = 1,53, athletic endurance to hypoxia at high altitude resistance); heterozygous genotype 287I / D *ACE* gene (OR = 1,35, endurance, strength, speed).

**Keywords:** sports selection, molecular genetic markers, polymorphisms of genes.

УДК 577.2: 796/799

С. С. Мурзатаева<sup>1</sup>, А. В. Перфильева<sup>1</sup>, К. Б. Джантаева<sup>1</sup>, Л. А. Скворцова<sup>1</sup>, Нуржибек<sup>1</sup>,  
С. А. Касимуратова<sup>1</sup>, Н. К. Алтынова<sup>1</sup>, Л. З. Куон<sup>2</sup>, Э. М. Хусайнова<sup>1</sup>,  
Б. О. Бекманов<sup>1</sup>, Л. Б. Джансугурова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>«Институт общей генетики и цитологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>«Республиканская специализированная школа-интернат-колледж олимпийского резерва  
им. Каркена Ахметова», Алматы, Казахстан

### ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНОВ NOS3 И ACE В КАЧЕСТВЕ МАРКЕРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПОРТИВНЫХ КАЧЕСТВ

**Аннотация.** В работе проведен молекулярно-генетический анализ ассоциации полиморфизмов 4a/b *NOS3* и I/D *ACE* с развитием спортивных качеств и установление риска развития профессиональных патологий на основе молекулярно-эпидемиологического исследования когорт спортсменов и неспортсменов Казахстана. Показано, что со спортивными достижениями наиболее ассоциированы: гетерозиготный генотип гена *NOS3* – 4a/b (OR=2,49, быстрота, сила, координационные способности и выносливость к длительным физическим нагрузкам); гомозиготный генотип 287I/I гена *ACE* (OR=1,53, спортивная выносливость, устойчивость к гипоксии в условиях высокогорья); гетерозиготный генотип 287I/D гена *ACE* (OR=1,35, выносливость, сила, быстрота).

**Ключевые слова:** спортивный отбор, молекулярно-генетические маркеры, полиморфизмы генов.

Выход Казахстана на международную спортивную арену и жесткая конкуренция во всех видах спорта требуют новых подходов к развитию физической культуры и спорта.

В настоящее время рост спортивных достижений в большинстве видов спорта невозможен без тщательных научных исследований, которые ориентированы на главные проблемы современного спорта и отвечают на вопросы: что лимитирует уровень достижений в избранном виде спорта; какие средства и методы тренировки оказывают наибольшее воздействие; как лучше всего построить тренировку, чтобы достичь наибольшего прироста спортивного результата; как можно корректировать и видоизменить воздействие традиционных тренировочных средств за счет применения дополнительных диетических, фармакологических, физиотерапевтических средств.

Одним из самых перспективных направлений в этой области является спортивная генетика, которая занимается определением генетической предрасположенности к проявлению физических качеств человека.

Известно, что успех в любой деятельности человека, в том числе и спортивной, на 75-80% зависит от его генотипа, и лишь 15-20 % успеха дают воспитание, обучение, тренировки и все другие средовые факторы [1]. Изучение наследственных факторов спортсмена позволяет провести спортивный отбор наиболее перспективных по наследственным качествам кандидатов, индивидуализировать тренировочный процесс, дать рекомендации по выбору спортивного профиля, комбинации физических нагрузок, определить характер необходимого медицинского наблюдения, особенности диеты. Таким образом, удается повысить результативность самого спортсмена и спорта в целом.

В основе спортивной генетики лежит изучение влияния полиморфизма генов в развитии спортивных качеств. В настоящее время выявлены более 200 полиморфных генов кандидатов, ассоциированных с активной физической деятельностью и формированием патологий, связанных со спортом. Одними из них являются гены *NOS3* и *ACE*.

Ген *NOS3* локализован в 7 хромосоме, состоит из 26 экзонов и кодирует эндотелиальную синтазу окиси азота, функцией которого является выработка оксида азота. В результате синтеза оксида азота в организме человека протекают такие важные процессы, как расслабление гладкой мускулатуры, потребление глюкозы во время нагрузок, передача нервных импульсов, снижение адгезии тромбоцитов. Одним из наиболее изучаемых в спортивной генетике является полиморфизм в интроне 4 гена *NOS3*, относящийся к тандемным повторам. Этот полиморфизм представлен двумя аллелями: 4a состоит из 4 повторяющихся фрагментов, 4b из 5 повторяющихся фрагментов. Генотип а/а связан с нарушением экспрессии гена *NOS3*, что приводит к уменьшению выработки NO.

Ген *ACE* локализован в 23 локусе 17-й хромосомы и состоит из 26 экзонов. Продукт гена – ангиотензин превращающего фермент играет важную роль в регуляции кровяного давления, поддержании водно-солевого гомеостаза, баланса электролитов, также он катализирует образование вазоконстриктора ангиотензина II и разрушение вазодилатора брадикинина. Наиболее изученным и значимым полиморфизмом *ACE* гена является полиморфизм инсерция/делеция (I/D) в 16 интроне. Вставка размером 287 п.н. состоит из Alu-повторов. Наличие D-аллеля ассоциировано с более высоким содержанием *ACE* фермента и более высокой активностью тканевого фермента.

Установление ассоциаций данных полиморфизмов с предрасположенностью к выполнению физических упражнений различной длительности и интенсивности, а также с фенотипами, значимыми в условиях спортивной деятельности, может позволить разработать систему критериев прогностической оценки физических способностей человека и снизить травматизм. В настоящее время подобных исследований в Казахстане не проводилось. Новизна этой работы, а также необходимость роста спортивных показателей в стране определяют актуальность таких исследований.

В связи с вышесказанным, целью настоящей работы было изучение роли полиморфизмов 4a/b *NOS3* и I/D *ACE* в развитии спортивных качеств и установление риска развития профессиональных патологий на основе молекулярно-эпидемиологического исследования когорт спортсменов и неспортсменов.

**Материалы и методы исследования.** Работа была выполнена на базе лаборатории Молекулярной генетики РГП «Институт общей генетики и цитологии» КН МОН РК (г. Алматы). Для проведения исследования была достигнута договоренность с «Республиканской специализированной школой – интернат – колледж олимпийского резерва имени Каркена Ахметова» о сборе биообразцов для молекулярно-генетического исследования. Таким образом, была сформирована

опытная группа, состоящая из 60 спортсменов высокого уровня (спортсмены олимпийского резерва, кандидаты и мастера спорта). Контрольная группа из 30 человек была сформирована на основе анализа анкетных данных спортсменов на базе лицея № 134 и студентов, обучающихся в КазНУ им. аль-Фараби. В исследование были включены возрастные группы с 1995 по 2003 года рождения. Участие в данном исследовании было добровольное, все участники вместе с родителями/ближайшими родственниками были ознакомлены с основными правилами для участия в исследовании, заполнили анкеты и подписали информированные согласия об участии в исследовании. На каждого исследуемого была составлена анкета и в последующем отобрана венозная кровь в объеме 5 мл.

**Выделение ДНК.** ДНК из образцов периферической крови и ткани выделяли с использованием набора для быстрого выделения ДНК *Gene Jet Whole Blood Genomic DNA Purification* (*Thermo Fisher Scientific*, США) согласно протоколу производителя. Количество и качество выделенной ДНК оценивали при помощи спектрофотометра и электрофореза в 0,7% агарозном геле. Образцы ДНК хранили при -20°C и -80°C.

**Полимеразная цепная реакция.** Для детекции полиморфизмов 4a/b eNOS3 и I/D ACE использовали метод ПЦР.

Аmplификацию проводили в 20 мкл общего объема смеси, содержащей 50 нг геномной ДНК, 10 мкл 2×PCR Master Mix (0.05 U/μL TaqDNA полимеразы, реакционный буфер, 4 mM MgCl<sub>2</sub>, 0.4 mM каждого dNTP (*Thermo Fisher Scientific*, США) и 5pM каждого праймера: s 5'-AGG CCC TAT GGT AGT GCC TTT-3' и as 5'-TCT CTT AGT GCT GTG GTC AC-3' для 4a/b NOS3; s 5'-AGA CCA CTC CCA TCC TTT CT3' и as 5'-GGC CAT CAC ATT CGT CAG AT-3' для I/D ACE. Для ПЦР были подобраны следующие оптимальные условия: начальная денатурация 3 мин при 95 °С, за которой следовали 35 циклов амплификации в режиме 95°C - 30 сек., 54°C для 4a/b NOS3; 60°C для I/D ACE – 30 сек., 72°C - 1 мин. и заключительный цикл - 72°C 7 мин. Анализ ПЦР-продуктов проводили в 2% агарозном геле с последующей визуализацией в проходящем УФ-свете. Варианты генотипов были определены по размеру аллель-специфичных фрагментов: для 4a/b NOS3 573 п.н. - 4a аллель и 604 п.н. - 4b аллель; для I/D ACE 190 п.н. - 287D аллель и 480 п.н. - 287I аллель.

**Методы статистической обработки результатов.** Уровень значимости (*p*) определяли с использованием *Chi2* и *t*-критерия Стьюдента. Достоверным считался результат, для которого уровень значимости *p* не превышал 0,05 (5% ошибки). Оценка коэффициента относительного риска рассчитывалась по методу «OR» (отношение шансов) в сочетании с оценкой 95% доверительного интервала (95% ДИ) и «хи-квадрат» ( $\chi^2$ ) теста для степеней свободы = 1 с применением программного обеспечения «Калькулятора для расчета статистики в исследованиях «случай-контроль»» (<http://www.tapotili.ru>).

### Результаты и их обсуждение

Анализ анкетных данных когорты профессиональных спортсменов и когорты людей, не занимающихся спортом и не проявляющих значительные спортивные способности, показал, что значимых различий по возрасту, полу, этнической принадлежности, между контрольной и опытной группами, выявлено не было (таблица 1).

Таблица 1 – Соответствие контрольной и опытной групп

Когорта (всего, чел.)	Год рождения (средний возраст)	Пол, чел. (%)		Этническая принадлежность, чел. (%)	
		мужчин	женщин	казахи и другие азиаты	русские и другие европейцы
Спортсмены (60)	1995-2003 (15.88±1.47)	39 (65.00)	21 (35.00)	36 (60.00)	24 (40.00)
Не занимающиеся спортом (30)	1995-2003 (16.16±1.71)	19 (63.33)	11 (36.67)	20 (66.67)	10 (33.33)
<i>t<sub>st</sub></i>	0.123	0.092	0.126	0.383	0.466
<i>P</i>	0.922	0.941	0.920	0.767	0.381
*Достоверность $p \geq 0,95$ ; **достоверность $p \geq 0,99$ ; ***достоверность $p \geq 0,999$ .					

Таким образом, сформированные когорты можно считать соответствующими для проведения молекулярно-эпидемиологического исследования по методу «случай-контроль» для выявления роли полиморфизмов генов *NOS3*, *ACE* в развитии спортивных качеств.

**Генотипирование полиморфизма 4a/b гена *NOS3*.** В когортах профессиональных спортсменов и в соответствующей контрольной группе было проведено генотипирование полиморфизма 4a/b гена *NOS3* с помощью ПЦР-анализа, как это описано в главе «Материалы и методы».

Распределение аллелей соответствовало распределению Харди Вайнберга, как для не занимающихся спортом ( $\chi^2=7,951$ ;  $p=0,019$ ), так и для профессиональных спортсменов ( $\chi^2=2,100$ ;  $p=0,702$ ). В популяции спортсменов частота аллеля 4a гена *NOS3* – 0,158, а аллеля 4b – 0,842. В когорте неспортсменов 4a аллель представлен с частотой 0,117, а аллель 4b – 0,883. Эти данные подтверждаются данными по другим изученным популяциям: 4b аллель является мажорным, а 4a – минорным [2].

В таблице 2 представлены результаты статистического анализа ассоциации полиморфизма 4a/b гена *NOS3* с развитием спортивных характеристик.

Таблица 2 – Данные статистического анализа ассоциации полиморфизма 4a/b *NOS3* гена с развитием спортивных качеств для исследований по типу «случай-контроль»

Вид полиморфизма	Генотип	Спортсмены (%), n=60	Контроль (%), n=30	OR	CI	$\chi^2$	p
<i>NOS3</i> 4a/b Общая модель	4b/b	44(73,3)	25(83,3)	0,55	0,18-1,68	1,892	0,388
	4a/b	13(21,7)	3(10,0)	2,49	0,65-9,52		
	4a/a	3(5,0)	2(6,7)	0,74	0,12-4,67		
<i>NOS3</i> 4a/b Доминантная модель	4b/b,a/b	0,950	0,933	1,36	0,21-8,59	0,106	0,745
	a/a	0,050	0,067	0,74	0,12-4,67		
<i>NOS3</i> 4a/b Рецессивная модель	4b/b	0,733	0,833	0,55	0,18-1,68	1,118	0,290
	4a/b,a/a	0,267	0,167	1,82	0,59-5,56		

Согласно общей модели наследования со спортивными достижениями наиболее ассоциирован гетерозиготный генотип - 4a/b (OR=2,49;  $\chi^2=1,892$ ;  $p=0,388$ ; 95%CI =0,65-9,52). Гомозиготы как 4a/a (OR=0,74;  $\chi^2=1,892$ ;  $p=0,388$ ; 95%CI =0,12-4,67), так и 4b/b (OR=0,55;  $\chi^2=1,892$ ;  $p=0,388$ ; 95%CI =0,18-1,68) не проявляют явной ассоциации со спортивными качествами. Однако данные не являются статистически достоверными.

По доминантной модели наследования высокие спортивные показатели ассоциируются с наличием в генотипе аллеля b (b/b и a/b): OR=1,36;  $\chi^2=0,106$ ;  $p=0,745$ ; 95%CI =0,21-8,59.

В отношении рецессивной модели наследования носителей аллеля a (генотипы a/b и a/a) в группе спортсменов больше, чем среди не занимающихся спортом (OR=1,82;  $\chi^2=0,118$ ;  $p=0,290$ ; 95%CI=0,59-5,56). Однако, стоит учитывать, что среди этих носителей гомозигот по a/a среди спортсменов очень мало (3 чел.), преимущество имеются гетерозиготы (13 чел.).

Среди спортсменов много носителей аллеля 4b в гетерозиготе (44 чел.), в контроле их тоже много (25 чел.). То есть выносливых людей в группе спортсменов много, в том числе супервыносливых (4b/b). Супервыносливых много и в контрольной группе, но они не занимаются спортом.

Наши данные подтвердили данные литературных источников о наибольшей встречаемости благоприятного генотипа 4b/b, по сравнению с генотипами 4a/b и 4a/a.

Важно отметить, что генотип a/a связан с нарушением экспрессии гена *NOS3*, что приводит к уменьшению выработки NO. Данный генотип связан с увеличением риска возникновения таких заболеваний, как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, гипертония, гипоксия. Людям с неблагоприятным генотипом a/a не рекомендуется чрезмерная физическая нагрузка. При физических нагрузках необходим строгий контроль за деятельностью сердечно-сосудистой системы. Индивиды с генотипом b/b имеют более высокий уровень нитритов и нитратов, чем с a/a. У гомозигот 4b/b отмечена хорошо развитая мышечная активность, высокий уровень контроля кровотока, артериального давления. Индивиды с данным генотипом наиболее предрас-

положены к занятию видами спорта, требующими хорошей выносливости. Носителям гетерозиготной формы генотипа гена *NOS3* характерны: хорошая физическая активность, поддержание систолического кровяного давления, но также гетерозиготная форма 4a/b гена *NOS3* ассоциирована с эндотелиальной дисфункцией коронарных артерий, поэтому носителям генотипа 4a/b не рекомендуется чрезмерная физическая нагрузка.

**Генотипирование полиморфизма I/D гена ACE.** В когортах профессиональных спортсменов и в соответствующей контрольной группе было проведено генотипирование полиморфизма I/D гена *ACE* с помощью ПЦР-анализа, как это описано в главе «Материалы и методы».

Распределение аллелей соответствовало распределению Харди Вайнберга, как для не занимающихся спортом ( $\chi^2=4.609$ ;  $p=0.100$ ), так и для профессиональных спортсменов ( $\chi^2=12.604$ ;  $p=0.923$ ).

В популяции спортсменов частота аллеля I гена *ACE* – 0,400, а аллеля D – 0,600. В когорте неспортсменов I аллель встречается с частотой 0,350, а аллель D – 0,650. Полученные нами результаты согласуются с данными других литературных источников по другим изученным популяциям: гетерозиготная форма гена *ACE* является наиболее часто встречаемой [3,4], но относительно гомозиготных форм, данные не согласуются, в европейских популяциях частота встречаемости генотипа I/I выше, чем D/D [5]. Данных по азиатским популяциям в литературе нет.

В таблице 3 представлены показатели относительного риска влияния полиморфизма 287I/D гена *ACE* на развитие спортивных характеристик с учетом 3-х моделей наследования.

Таблица 3 – Данные статистического анализа ассоциации полиморфизма 287 I/D гена *ACE* с развитием спортивных качеств для исследований по типу «случай-контроль»

Вид полиморфизма	Генотип	Спортсмены (%, n=60)	Контроль (%, n=30)	OR	CI	$\chi^2$	<i>p</i>
<i>ACE</i> 287I/D Общая модель	I/I	3(0,050)	1(0,033)	1,53	0,15- 15,33	0,756	0,685
	I/D	42(0,700)	19(0,633)	1,35	0,54-3,41		
	D/D	15(0,250)	10(0,333)	0,67	0,26-1,74		
<i>ACE</i> 287I/D Доминантная модель	I/I и I/D	0,750	0,667	1,50	0,58-3,91	0,692	0,405
	D/D	0,250	0,333	0,67	0,26-1,74		
<i>ACE</i> 287I/D Рецессивная модель	I/I	0,050	0,033	1,53	0,15-15,33	0,131	0,718
	I/D и D/D	0,950	0,967	0,66	0,07-6,58		

Согласно общей модели наследования с высокими спортивными достижениями наиболее ассоциирован гомозиготный генотип - 287I/I (OR=1,53;  $\chi^2=0,756$ ;  $p=0,685$ ; 95%CI =0,15-15,33). Генотипы 287I/D (OR=1,35;  $\chi^2=0,756$ ;  $p=0,685$ ; 95%CI =0,54-3,41) и генотип 287D/D (OR=0,67;  $\chi^2=0,756$ ;  $p=0,685$ ; 95%CI =0,26-1,74) не проявляют явной ассоциации со спортивными качествами.

По доминантной модели наследования носителей аллеля I (I/I и I/D) в группе спортсменов больше, чем среди не занимающихся спортом (OR=1,50;  $\chi^2=0,692$ ;  $p=0,405$ ; 95%CI=0,58-3,91), то есть спортсмены более выносливы по сравнению с контрольной группой.

По рецессивной модели наследования носителей аллеля D (I/D и D/D), отвечающего за спринтерские способности, в группе не занимающихся спортом больше, чем среди профессиональных спортсменов (OR=1,53;  $\chi^2=0,131$ ;  $p=0,718$ ; 95%CI =0,15-15,33), то есть спортсмены характеризуются большей выносливостью к длительным физическим нагрузкам по сравнению с контролем. Контрольная группа обладает более развитыми скоростными, силовыми и координационными способностями.

Среди спортсменов чуть больше носителей аллеля I, чем в контроле. Преимущественным в группе спортсменов является гетерозиготный генотип (287 I/D – 42 чел.), то есть более благоприятным для занятий спортом является комплексный гетерозиготный генотип, ассоциирующийся с развитием таких качеств, как выносливость, сила и быстрота. Носители гетерозиготного генотипа имеют преимущество в достижении более высоких результатов при условии интенсивных тренировок и правильной диеты (OR=1.35).

Наши данные подтвердили данные литературных источников о наибольшей встречаемости комплексного гетерозиготного и наиболее благоприятного генотипа I/D, по сравнению с гомозиготными вариантами [3,6].

I/I генотип связан с нормальным уровнем ангиотензинпревращающего фермента в крови. Генотип I/I ассоциирован с низкой активностью гена *ACE* и повышенной спортивной выносливостью, предрасположенностью человека к успешным занятиям видами спорта, направленными на развитие выносливости и устойчивости к гипоксии в условиях высокогорья. Носители генотипа I/I обладают наибольшей выносливостью. Также генотип I/I ассоциирован с большим процентом волокон 1 типа (медленно сокращающиеся волокна), которые являются более эффективными при длительной физической нагрузке, чем быстро сокращающиеся волокна 2 типа. Данный генотип в большинстве случаев преобладает в группе стайеров. Генотип I/I наиболее благоприятен при занятии такими видами спорта, как марафонский бег, плавание на длинные дистанции, лыжный спорт, биатлон, альпинизм, футбол, регби, баскетбол, спортивные игры, единоборства, требующие выносливости [6-14].

Генотип D/D, напротив, ассоциирован с более высокой активностью гена *ACE* и проявлением быстроты, силы и координационных способностей у спортсменов. Уровень ангиотензин – превращающего фермента у носителей генотипа D/D повышен в 2 раза по сравнению с генотипом I/I. Люди с генотипом D/D имеют пониженную выносливость и им не рекомендованы длительные физические нагрузки. У носителей генотипа D/D наблюдается риск развития большого числа патологий, в особенности, таких как: инфаркт миокарда, артериальная гипертензия, гипертрофическая кардиомиопатия. Эффективность тренировки мышц у носителей генотипа D/D в 2 раза ниже, чем у людей с генотипом I/I. Также наблюдается высокий риск развития нефропатии у больных сахарным диабетом [11, 12].

Люди с гетерозиготным вариантом генотипа I/D имеют оба варианта гена и являются носителями комплексного варианта генотипа и, как правило, обладают хорошей выносливостью, силой и быстротой. Однако из-за наличия неблагоприятного D аллеля, индивидам с гетерозиготной формой гена *ACE* не рекомендованы чрезмерные длительные физические нагрузки [6, 10-12].

Анализ ассоциации полиморфизма *ACE* 287I/D в группе молодых казахстанцев-профессиональных спортсменов и людей, не занимающихся спортом, подтвердил тенденции, отмеченные другими научными исследованиями при анализе разных популяций. Безусловно, генотипирование полиморфизма *ACE* гена является достаточно информативным для определения влияния разных форм генотипов *ACE* на развитие выдающихся спортивных качеств, в особенности, таких как выносливость к длительной физической нагрузке, сила, скорость и другие. Также благодаря определению полиморфизма гена *ACE* можно установить предрасположенность индивида к разным патологиям, в особенности к патологиям сердечно-сосудистой системы. Важно отметить, что поскольку мы живем в предгорьях Заилийского Алатау (около 3000 м над уровнем моря), этот полиморфизм особенно интересен, поскольку может дать необходимую информацию для составления тренировочной нагрузки спортсменов в условиях высокогорья.

Таким образом, в данной работе проведен молекулярно-генетический анализ ассоциации полиморфизмов 4a/b *NOS3* и 287I/D *ACE* с развитием спортивных качеств и установление риска развития профессиональных патологий на основе молекулярно-эпидемиологического исследования когорт спортсменов и неспортсменов. Показано, что со спортивными достижениями наиболее ассоциированы: гетерозиготный генотип гена *NOS3* - 4a/b (OR=2,49, быстрота, сила, координационные способности и выносливость к длительным физическим нагрузкам); гомозиготный генотип 287I/I гена *ACE* (OR=1,53, спортивная выносливость, устойчивость к гипоксии в условиях высокогорья); гетерозиготный генотип 287I/D гена *ACE* (OR=1,35, выносливость, сила, быстрота).

Данное исследование являлось пилотным, однако доказало информативность полиморфизмов 4a/b *NOS3* и 287I/D *ACE* в развитии выдающихся спортивных качеств, мы предполагаем продолжить настоящие исследования с увеличением объема выборки профессиональных спортсменов и соответствующей группы не занимающихся спортом людей, а также тестированием ряда других кандидатных полиморфизмов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Глотов А.С., Глотов О.С., Панин В.С. Наследственность и спорт: курс лекций. СПбГу: НИИАГ им. Д. О. Отта, 2013.
- [2] Ларина Н.В. Особенности церебральной гемодинамики у больных, перенесших ишемический инсульт с различными полиморфизмами генов *АПФ*, *eNOS*, *MTGFR* // Таврический медико-биологический вестник. – 2014. – С. 81.
- [3] Аристова И.К., Собынин Ф.Н. К вопросу об использовании полиморфизма гена ангиотензин превращающего фермента *ACE* для определения предрасположенности к разным видам спорта // Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Научные ведомости. Серия Медицина. – 2013. – № 11 (154). – Вып. 22.
- [4] Иманбекова М.К., Жолдыбаева Е.В., Есентаев Т.К., Момыналиев К.Т., Спорт и генетика // Биотехнология. Теория и практика. – 2013. – № 2. – С. 4-11.
- [5] Rogozkin V.A. Genetic markers of human physical performance. Theory and Practice of physical culture. 2000. N 12. P. 33-36.
- [6] Бражник В.А. и др. Полиморфные маркеры I/D и G7831A гена фермента, превращающего ангиотензин 1 и гипертрофия миокарда у больных артериальной гипертензией // Кардиология. – 2003. – № 2. – С. 44-49.
- [7] Montgomery H., Clarkson P., Barnard M., Bell J., Brynes A., et al Angiotensin-converting-enzyme gene insertion/deletion polymorphism and response to physical training // Lancet. – 1999. – Vol. 353. – P. 541-545.
- [8] Линде Е.В. и др. «Спортивное сердце» и генетический полиморфизм // Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. – 2006. – № 4 (19). – С. 18-25.
- [9] Баранов В.С. Геном человека и гены «предрасположенности» // Введение в предиктивную медицину. – СПб.: Интермедика. – 2000. – 263 с.
- [10] Беляков А.М., Лидов П.И., Сеченова И.М., Гаврилов Д.А. Анализ полиморфизма генов *ACE* и *BDKRB2* у спортсменов // Вестник спортивной науки. – 2006. – № 1. – С. 23-26.
- [11] Орлова Н.В., Ситников В.Ф., Чукаева И.И., Прохин А.В. Изучение генетической обусловленности артериальной гипертензии как фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний // Медицинский альманах. – 2011. – № 3. – С. 81-82.
- [12] Рыскова А.А., Даутова А.З., Галикеева Г.Ф. Особенности кислородтранспортной системы организма у лиц с разными полиморфными вариантами гена ангиотензин-превращающего фермента // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 3 (часть 4). – С. 755-758.
- [13] Kochergina A.A., Yakovlev A.A. Подготовка лыжников-гонщиков с учетом генетического обследования по генам *ACE* и *PPARA* // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 7(113). – С. 104-109.
- [14] Гундэгмаа Л. Взаимосвязь между полиморфными генотипами гена *ACE* (ангиотензин – превращающий фермент) и морфофункциональными показателями монгольских спортсменов // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2014. – № 6 (112). – С.110-115.

REFERENCES

- [1] Glotov A.S., Glotov O.S., Panin V.S. Heredity and Sports – lectures. NIIAG named after D. O. Otta., St. Petersburg State University, 2013 (in Russ).
- [2] Larina N.V. Features of cerebral hemodynamics in patients with ischemic stroke with different polymorphisms of *ACE*, *eNOS*, *MTGFR* genes. Taurian Medical and Biological Bulletin. 2014. P. 81 (in Russ).
- [3] Aristova I.K., Sobyenin F.N. To a question on the use of gene polymorphism angiotensin converting enzyme *ACE* to determine predisposition to various sports. Belgorod State National Research University, Scientific statements, series Medicine. 2013. N11 (154). P. 22 (in Russ).
- [4] Imanbekova M.K., Zholdybaeva E.V., Esentai T.K., Momynaliev K.T. Sport and genetics. Biotechnology, Theory and Practice. 2013. N 2. P. 4-11 (in Russ).
- [5] Rogozkin. V.A. Genetic markers of human physical performance. Theory and Practice of physical culture. 2000. N 12. P. 33-36 (in Russ).
- [6] Brazhnik V.A. et al. Polymorphic markers I/D and G7831A gene enzyme that converts angiotensin 1, and myocardial hypertrophy in hypertensive patients. Cardiology. 2003. N 2. P. 44-49 (in Russ).
- [7] Montgomery H., Clarkson P., Barnard M., Bell J., Brynes A., et al. *Lancet*. 1999. Vol. 353. P. 541-45 (in Eng).
- [8] Linde E.V. et al. Athlete's heart and genetic polymorphism. Physical education in the prevention, treatment and rehabilitation. 2006. N 4 (19). P. 18-25 (in Russ).
- [9] Baranov V.S. Human genome and "predisposition" genes. Introduction to predictive medicine. SPb.: Intermedika. 2000. P. 263 (in Russ).
- [10] Belyakov A.M., Lidov P.I., Sechenova I.M., Gavrilo D.A. Analysis of the *ACE* and *BDKRB2* gene polymorphism in athletes. Journal of Sport Science. 2006. N 1. P. 23-26 (in Russ).
- [11] Orlova N.V., Sitnikov V.F., Chukaeva I.I., Prohin A.V. The study of genetic conditions of hypertension as a risk factor for cardiovascular disease. Medical Almanac. 2011. N 3. P. 81-82 (in Russ).
- [12] Ryskova A.A., Dautova A.Z., Galikeeva G.F. Features of oxygen transport system of the body in patients with different polymorphic variants of the gene of angiotensin-converting enzyme. Basic Research. 2014. N 3 (part 4). P. 755-758 (in Russ).
- [13] Kochergina A.A., Yakovlev A.A. Training skiers considering genetic testing for the genes *ACE* and *PPARA*. Scientific notes of University named after P. F. Lesgaft. 2014. N 7 (113). P.104-109 (in Russ).
- [14] Gundegmaa L. Relationship between polymorphic ACE gene genotypes (angiotensin - converting enzyme) and Mongolian athletes morphofunctional indicators. Scientific notes of University named after P. F. Lesgaft. 2014. N 6 (112). P. 110-115 (in Russ).

С. С. Мұрзатаева<sup>1</sup>, А. В. Перфильева<sup>1</sup>, К. Б. Джантаева<sup>1</sup>, Л. А. Скворцова<sup>1</sup>, Нұржібек<sup>1</sup>,  
С. А. Касимуратова<sup>1</sup>, Н. К. Алтынова<sup>1</sup>, Л. З. Қуон<sup>2</sup>, Э. М. Хусаинова<sup>1</sup>,  
Б. О. Бекманов<sup>1</sup>, Л. Б. Жансүгірова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ҚР БҒМ ҒК «Жалпы генетика және цитология институты», Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>«Көркен Ахметов атындағы олимпиада резервінің мамандандырылған республикалық мектеп-интернат-колледжі», Алматы, Қазақстан

### **СПОРТТЫҚ САПАНЫ АНЫҚТАУДА ГЕНЕТИКАЛЫҚ МАРКЕР РЕТІНДЕ *NOS3* ЖӘНЕ *ACE* ГЕНДЕРІНІҢ ПОЛИМОРФИЗМІ МҮМКІНДІКТЕРІН БАҒАЛАУ**

**Аннотация.** Жұмыста Қазақстандағы спортшылар мен спортпен шұғылданбайтын адамдарда 4a/b *NOS3* және I/D *ACE* гендерінің полиморфты жағдайларының спорттық сапаға әсері мен молекулалы-эпидемиологиялық зерттеу арқылы кәсіби сырқаттың даму қауіпінің анықтауы қарастырылған. Зерттеу нәтижесінде спорттық жетістіктерге мына генотиптер әсер ететіні анықталды: *NOS3* генінің гетерозиготалы 4a/b генотипі (OR=2,49, жылдамдық, күш, тепе-теңдік қабілеті және ұзақ әсер ететін физикалық күшке төзімділік); *ACE* генінің 287I/I гомозиготалы генотипі (OR=1,53, спорттық төзімділік, биік тауда болатын гипоксияға тұрақтылық); *ACE* генінің 287I/D гетерозиготалы генотипі (OR=1,35, төзімділік, күш және жылдамдық).

**Түйін сөздер:** спорттық сұрыптау, молекулалы-генетикалық маркерлер, гендер полиморфизмі.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 74 – 80

**A. S. Amirgalieva, M. O. Begmanova, N. V. Mit, L. B. Djansugurova**

«Institute of General Genetics and Cytology» CS MES RK, Almaty, Kazakhstan

## THE ESTIMATION OF FOREGROUND POLLUTANTS GENOTOXICAL POTENTIAL IN ATYRAU REGION OF PRIKASPIY

**Abstract.** The genotoxic potential of water and soil main pollutants was estimated in 3 inhabited localities of Atyrau region in Prikaspiy. It was shown, what foreground pollutants of the soil were heavy metals (lame, nickel, cobalt), which were able to induce the recessive lethal mutation in X-chromosome and autosomes of *Drosophila*. The moderate mutagenic and teratogenic effect of soil samples to *Drosophila melanogaster* was demonstrated in short-term screening tests. Histological analysis revealed the absence of carcinogenic effect of soil samples to *Drosophila* ontogenesis.

**Keywords:** genotoxic potential, short-term screening tests, *Drosophila melanogaster*, recessive lethal mutations.

УДК 575.224.46

**А. С. Амиргалиева, М. О. Бегманова, Н. В. Мить, Л. Б. Джансугурова**

«Институт общей генетики и цитологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

## ОЦЕНКА ГЕНОТОКСИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

**Аннотация.** В работе проведена оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей воды и почвы 3-х населенных пунктов Атырауской области Прикаспийского региона. Установлено, что приоритетными загрязнителями почвы являются тяжелые металлы (хром, никель, кобальт), которые способны индуцировать рецессивные летальные мутации в X-хромосоме и аутосомах дрозофилы. В результате краткосрочных скрининговых тестов продемонстрирован слабый мутагенный и тератогенный эффект проб почвы на *Drosophila melanogaster*. Методами гистологического анализа показано отсутствие канцерогенного эффекта проб почвы на онтогенез дрозофилы.

**Ключевые слова:** генотоксический потенциал, краткосрочные скрининговые тесты, *Drosophila melanogaster*, рецессивные летальные мутации.

Прикаспийский регион нашей страны, располагающий ценными биологическими ресурсами, значительным минерально-сырьевым потенциалом имеет исключительно важное стратегическое значение в экономике и огромные перспективы развития. В настоящее время Прикаспийский регион испытывает ряд трудностей, связанных с негативным влиянием экологических проблем, включая последствия подъема уровня моря, нерешенные проблемы загрязнения окружающей среды прошлых лет, текущие загрязнения, продолжающаяся деградация экосистем, катастрофическое сокращение запасов биологического разнообразия и других факторов [1].

Экологическая ситуация в регионе осложнилась, прежде всего, из-за последствий негативного влияния техногенных факторов. В связи с ростом объемов добычи углеводородного сырья на суше и увеличением объемов их транспортировки, а также с началом производства поисково-разве-

дочных работ на Каспийском шельфе, в регионе возрастает опасность возникновения промышленных аварий на объектах нефтегазодобычи и вероятность крупных разливов нефти на море. На сегодняшний день общая экологическая ситуация в Прикаспийском регионе характеризуется совокупностью загрязнений почвы, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных водных объектов, а также загрязнения донных отложений моря и организма биологических ресурсов моря.

Осложнение экологической ситуации оказывает негативное влияние на условия проживания населения и медико-демографическую ситуацию в регионе [2]. В связи с вышесказанным особую актуальность приобретает оценка потенциальных генотоксических эффектов загрязнителей окружающей среды с использованием адекватных тест-систем [3].

Целью данной работы было изучение возможной мутагенной, тератогенной и канцерогенной активности приоритетных загрязнителей Атырауской области Прикаспийского региона с использованием в качестве тест системы плодовой мушки *Drosophila melanogaster*. Исходя из анализа литературных данных об экологическом состоянии и характере загрязнения Урало-Каспийского бассейна для оценки техногенного влияния, были выбраны 3 мониторинговые зоны, представляющие географически отдаленные населенные пункты Атырауской области: 1) г. Атырау; 2) г. Кульсары; 3) пгт. Индер.

### Материалы и методы исследования

Материалом для исследований явились пробы воды и почвы из выбранных мониторинговых точек. Материал собирали согласно установленным стандартам отбора материала для химического анализа [4-5]. При заборе проб воды из каждой мониторинговой точки брали пробы питьевой воды двух типов: для людей (водопроводная вода) и для сельскохозяйственных животных (реки, колодцы). Пробы воды собирали в стеклянные бутылки объемом 2 и 5 литров, пробы почвы отбирали в полотняные мешочки. Материал транспортировали до лабораторий в течение 14 часов с использованием самолета и автотранспорта. Далее проводили определение приоритетных загрязнителей в отобранных пробах, а именно определяли содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов, полициклических ароматических углеводородов (бенз(а)пирена), фенола и нитритов/нитратов [6].

Мутагенный, тератогенный и канцерогенный эффект оценивали с применением следующих линий *Drosophila melanogaster*:

а) *Oregon R* – линия дикого типа.

б) *double yellow* – лабораторная линия, позволяющая учитывать рецессивные летальные мутации в X-хромосоме. Самки этой линии имеют две сцепленные X-хромосомы, маркированные геном *yellow* (желтая окраска тела), а также дополнительную Y-хромосому.

в) *Cy/Pm; D/Sb* – балансерная лабораторная линия, позволяющая учитывать летальные мутации одновременно по второй и третьей аутосомам. Линия содержит 4 доминантные мутации с инверсиями, которые препятствуют кроссинговеру: *Cyrlly* (*Cy*, 2-6.1) – крылья закручены вверх, рецессивный летальный эффект; *Plum* (*Pm*, 2-104.5) – доминантный аллель *brown*, коричневые глаза, рецессивный летальный эффект; *Dichaete* (*D*, 3-40.7) – крылья растопырены под углом 45°, рецессивный летальный эффект; *Stabble* (*Sb*, 3-58.2) – короткие щетинки, рецессивный летальный эффект.

Для анализа мутагенности использовали автоклавированные образцы воды и растворенные в ДМСО бензольные вытяжки проб почвы, которые разбавляли в 100 раз до достижения концентрации 5 мг/мл, поскольку первоначальная концентрация ДМСО (0,5 г/мл) токсична для дрозофилы. Образцы воды добавляли в корм для дрозофилы в концентрациях 3%, 5% и 10%, бензольные вытяжки проб почвы в концентрациях 0,1%, 0,3%, 0,5% в 1 мл корма. На питательную среду сажали по 5 самцов и 5 самок линии *Oregon R* и выращивали культуру. В контроле вводили физиологический раствор или ДМСО в соответствующих концентрациях, или вообще не использовали обработку. Всех имаго F<sub>0</sub>, выращенных на обработанном корме, просматривали под биноклем для выявления морфологически измененных особей. Для определения тератогенного эффекта подсчитывали процент имаго с измененным фенотипом. Результаты обрабатывали традиционными методами вариационной статистики [7].

Для учета рецессивных летальных мутаций использовали самцов линии *Oregon R*, выращенных на обработанном корме, которых скрещивали индивидуально с самками тестерных линий. Для

учета рецессивных летальных мутаций в X-хромосоме использовали линию *double yellow* [8]. Для учета рецессивных летальных мутаций в аутосомах дрозофилы использовали балансирную линию *Cy/Pm;D/Sb* [9]. Со всеми выделенными мутациями проводился тест на аллелизм, что позволило исключить повторную регистрацию леталей. Выделенные аутосомные летали использовали для выяснения вопроса о канцерогенности проб воды и почвы. На личинках третьего возраста, имеющих аутосомные летали, проводили гистологический анализ согласно стандартной методике [10].

### Результаты и их обсуждение

Химический анализ проб воды и почвы проводился в ТОО «Научный аналитический центр», Алматы, Казахстан. Анализ проб воды показал, что в образцах питьевой воды как для людей, так и для животных ни по одному из определенных элементов концентрации тяжелых металлов не превышают ПДК. При анализе образцов почвы установлено, что содержание свинца и кадмия находится в пределах нормы, однако наблюдается превышение ПДК по хрому, никелю и кобальту. Так, образцы почвы из г. Атырау демонстрируют превышение ПДК по хрому (3,5-6,4 ПДК), кобальту (1,4-1,9 ПДК) и никелю (8,8-12,8 ПДК). Образцы почвы из г. Кульсары показывают превышение ПДК по хрому (1,8-2,0 ПДК) и никелю (3,1-3,5 ПДК). Образцы почвы из природоохранной зоны (пгт. Индер) также в высокой степени загрязнены тяжелыми металлами: превышение ПДК по хрому (5,9-6,8 ПДК), кобальту (2-2,1 ПДК) и никелю (10,4-11,6 ПДК).

Установлено, что в отобранных пробах воды и почвы из гг. Атырау, Кульсары, и пгт. Индер не наблюдается повышенного содержания нефтепродуктов. Также не наблюдается превышающего ПДК содержания полиароматических углеводородов, фенолов, нитратов и нитритов. Таким образом, приоритетными загрязнителями почвы в Атырауской области являются тяжелые металлы хром, никель и кобальт.

Далее проводили оценку мутагенного потенциала приоритетных загрязнителей воды и почвы путем индукции и скрининга летальных мутаций в X-хромосоме и аутосомах дрозофилы. В каждом варианте опыта проанализировано по 100 индивидуальных X-хромосом, в контроле по 10 индивидуальных X-хромосом. Скрининг летальных мутаций в X-хромосоме показал, что при добавлении в корм дрозофил проб питьевой воды для людей и животных не было зарегистрировано ни одного случая возникновения рецессивных летальных мутаций в X-хромосоме. По одной летальной мутации зарегистрировано при добавлении проб почвы из г. Атырау в концентрациях 0,1% (0,04%) и 0,3% и две летали (0,08%) – в концентрации 0,5%. В контрольных экспериментах отмечен 1 случай (2,5%) возникновения летальной мутации в концентрации 10% PBS. Статистический анализ показал, что отличия от контрольных экспериментов не являются достоверными ( $t_{st} = 0,587$ ,  $p > 0,1$ ).

Среди других нарушений отмечена повышенная частота кукольной гибели (более 3%) для вариантов 5 и 10% обработки корма питьевой водой (люди) из г. Атырау: 3,33% и 4,26%, соответственно. Эти же варианты обработки стимулировали невысокую стерильность самцов (0,16–0,30%). Стерильность самцов характерна также для 5 и 10% обработки корма питьевой водой для животных, однако повышенная частота кукольной гибели в данном случае проявилась только при 10% обработке (3,65%). При исследовании проб из г. Кульсары не наблюдали повышенной гибели на стадии куколки (0,81–2,86%), однако для всех проб отмечена стерильность самцов с частотой от 0,08 до 0,36%. При анализе образцов из пгт. Индер гибель куколок была в пределах 0,74-1,70%, стерильность самцов – 0,15–0,88%.

Таким образом, в тесте на индукцию рецессивных летальных мутаций в X-хромосоме дрозофилы не зарегистрирован мутагенный эффект проб питьевой воды (люди и животные) и почвы, однако отмечено воздействие всех проб на онтогенез дрозофилы, выражающееся в индукции мужской стерильности и повышенной гибели куколок.

Далее проводили анализ проб воды и почвы на индукцию рецессивных летальных мутаций аутосом. В каждом варианте эксперимента изучено по 100 индивидуальных хромосом. Результаты суммированы в таблице 1 с учетом результатов теста на аллелизм.

Как видно из представленных данных, спонтанная частота индукции рецессивных летальных мутаций аутосом составляет 4% (контроль без обработки) и 3–4% в случае обработки физиологическим буфером или ДМСО. Среди опытных вариантов самая высокая частота возникновения

Таблица 1 – Результаты учета рецессивных летальных мутаций в аутосомах дрозофилы под действием проб воды и почвы из гг. Атырау, Кульсары и пгт. Индер

Обработка пробой, использованное разведение, %	Рецессивные летальные мутации 2 и 3-ей аутосомы*		
	г. Атырау	г. Кульсары	пгт. Индер
Питьевая вода (люди)			
3%	1 леталь (1%)	3 летали (3%)	5 леталей (5%)
5%	2 летали (2%)	3 летали (3%)	2 летали (2%)
10%	7 леталей (7%)	5 леталей (5%)	4 летали (4%)
Питьевая вода (животные)			
3%	4 летали (4%)	4 летали (4%)	1 леталь (1%)
5%	5 леталей (5%)	5 леталей (5%)	нет (0%)
10%	8 леталей (8%)	6 леталей (6%)	1 леталь (1%)
Бензольная вытяжка из проб почвы			
0,1%	9 леталей (9%)	7 леталей (7%)	нет (0%)
0,3%	12 леталей (12%)	13 леталей (13%)	1 леталь (1%)
0,5%	17 леталей (17%)	13 леталей (13%)	6 леталей (6%)
Контроль			
Без обработки, 0%	4 летали (4%)		
3% 1xPBS	3 летали (3%)		
5% 1xPBS	3 летали (3%)		
10% 1xPBS	4 летали (4%)		
0,1% ДМСО	3 летали (3%)		
0,3% ДМСО	4 летали (4%)		
0,5% ДМСО	3 летали (3%)		

леталей зафиксирована при обработке корма 0,5% вытяжкой из почвы г. Атырау (17%). Статистический анализ показал, что в данном случае отличия от контроля находятся на грани достоверности ( $t_{st}=1,613$ ;  $p \geq 0,1$ ). В остальных случаях отличия от контрольного уровня мутаций недостоверны ( $p > 0,1$ ).

Помимо способности индуцировать мутации отмечены онтогенетические нарушения, такие как куколочная гибель и стерильность самцов. Однако частота этих нарушений также не выходит за пределы нормы.

Таким образом, в результате проведенного тестирования установлена способность образцов почвы из Атырауской области индуцировать новые рецессивные летальные мутации X-хромосом и аутосом дрозофилы, а также вызывать онтогенетические нарушения (гибель на куколочной стадии и мужскую стерильность). Как свидетельствуют литературные данные, частота спонтанных мутаций и морфозов в диких и лабораторных популяциях дрозофилы без индуцированного воздействия колеблется в пределах 2–5% [8, 11]. В нашем исследовании в большинстве вариантов отличия от контрольных экспериментов не являются достоверными ( $p > 0,1$ ), а зафиксированные частоты мутаций и онтогенетических нарушений не выходят за пределы спонтанных частот мутагенеза. Несмотря на статистическую недостоверность отдельных зарегистрированных изменений, по совокупности эффектов можно констатировать слабое мутагенное действие проб почв из Атырауской области на дрозофилу.

Для изучения тератогенного эффекта на онтогенез дрозофилы проводили скрининг мух  $F_0$ , выращенных на обработанном корме, имеющих видимые морфологические изменения. Все особи с морфологическими изменениями подвергались индивидуальным скрещиваниям с линией *Oregon R*. Вывод о наследуемости данных изменений делали на основании анализа расщепления в  $F_2$  и  $F_3$  от этих скрещиваний. В результате выявлено, что все наблюдаемые изменения являются ненаследуемыми, то есть морфозами. Наиболее частыми морфогенетическими нарушениями были изменения крыльев и изменения строения тергитов. Спектр и частота выявленных нарушений представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфологические изменения имаго у дрозофилы после обработки питательной среды пробами воды и почвы из гг. Атырау, Кульсары и пгт. Индер

Обработка пробой, использованное разведение, %	Спектр тератологических нарушений	Процент измененных особей		
		г. Атырау	г. Кульсары	пгт. Индер
Контроль без обработки, 0%	Нерасправленные или смятые крылья, нарушение строения тергитов	4,8%		
Контроль, 3–10% 1xPBS	Нерасправленные или смятые крылья, нарушение строения тергитов	3,3–4,6%		
Контроль, 0,1–0,5% ДМСО	Нерасправленные или смятые крылья, нарушение строения тергитов, выемки на глазах.	4,3–5,5%		
Питьевая вода (люди), 3–10%	Дефекты крыльев: без левого крыла, смятые, подпаленные крылья, крыло со складкой, растопыренные крылья.	г. Атырау	г. Кульсары	пгт. Индер
		3,23–4,03%	3,19–3,49%	2,5–2,6%
Питьевая вода (животные), 3–10%	Дефекты крыльев: одно короче другого, волнистые, смятые, нерасправленные, подпаленные, растопыренные крылья, крылья со складкой. Нарушения строения тергитов, дефекты ног.	3,55–3,68%	3,41–3,82%	2,4–2,6%
Бензольная вытяжка из проб почвы 0,1–0,5%	Дефекты крыльев: оторванные крылья, смятые, «подпаянные» крылья, растопыренные крылья, отсутствие крыла и половины груди. Нарушения строения тергитов.	4,66–4,96%	4,41–5,01%	2,6–3,5%

На рисунке 1 представлены зарегистрированные морфологические нарушения развития имаго дрозофилы.

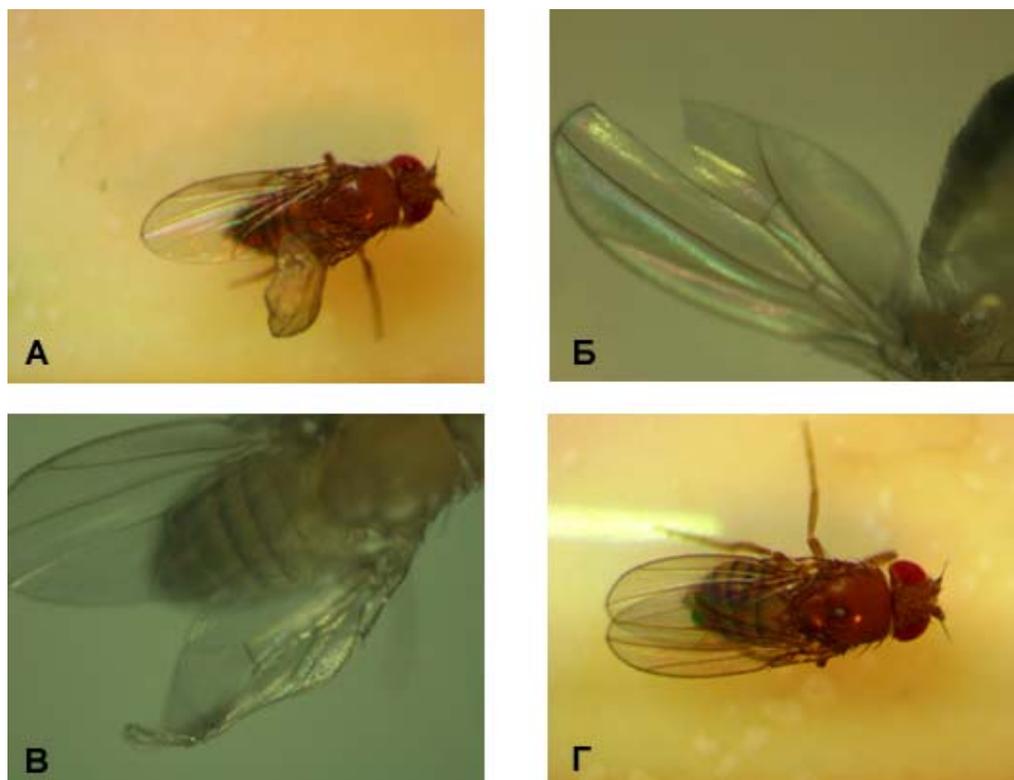


Рисунок 1 – Морфологические изменения имаго:  
 А – смятое крыло, вода для животных 10% г. Атырау, 1x20;  
 Б – вырезка на крыле, вода для животных г. Кульсары, 10%, 1x20;  
 В – смятое крыло, г. Кульсары, почва 0,5%, 1x20;  
 Г – изменения тергитов, вода для людей 10%, пгт. Индер, 1x20

Как видно из таблицы 2, частота морфозов, индуцируемая пробами воды и почвы определена в диапазоне 3,19–5,01%, что не превышает контрольные уровни. Таким образом, в экспериментах с использованием проб воды и почвы из гг. Атырау и Кульсары и пгт. Индер тератогенного эффекта не зарегистрировано.

Для анализа канцерогенных свойств проб воды и почвы проводили гистологический анализ личинок 3-го возраста, содержащих в гетерозиготе выявленные нами рецессивные летальные мутации по аутосомам.

Пролиферирующими тканями у личинок дрозофилы являются имагинальные диски [8, 11, 12]. Помимо имагинальных дисков, других активно пролиферирующих тканей нами не было обнаружено на изученных гистологических препаратах. В ряде случаев были отмечены пятна лизиса, которые, возможно, проявляются у носителей летальных мутаций, гибнущих на стадии куколки. У личинок 3-го возраста в интактном контроле и после обработки корма 3–10% физиологическим раствором и 0,3–0,5% ДМСО также не было выявлено тканей с малигнизирующими признаками. Пересадки тканей личинок в брюшко взрослых мух не проводили в виду отсутствия свидетельств индукции новообразований.

На рисунке 2 представлены гистологические препараты, демонстрирующие отсутствие канцерогенного эффекта во всех вариантах эксперимента.

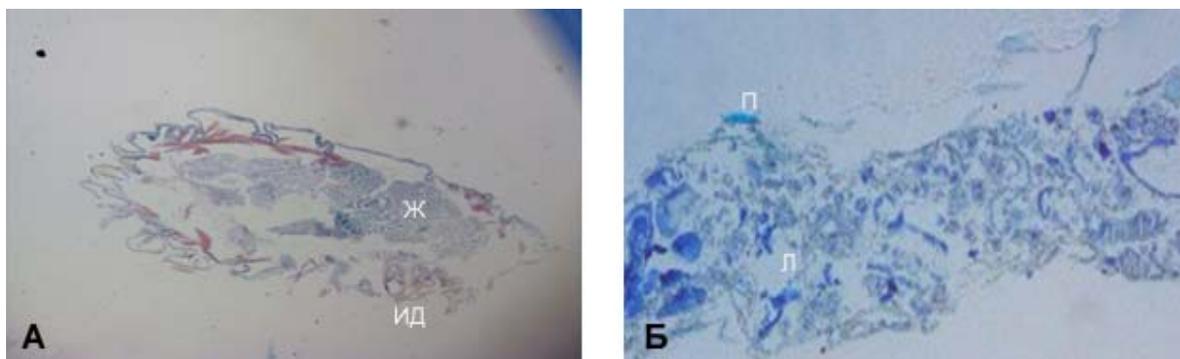


Рисунок 2 – Результаты гистологического анализа личинок – носителей рецессивных летальных мутаций в аутосомах: Окраска по Романовскому-Гимза. П – покровные ткани, ИД – имагинальные диски, Ж – жировая ткань, Л – лизис.

А – нормальное гистологическое строение, контроль без обработки, 10x20;

Б – нормальное гистологическое строение, почва, г.Кульсары, разведение 0,5%, 10x10

Таким образом, гистологический анализ тканей личинок 3-го возраста линий дрозофилы с рецессивными летальными мутациями по аутосомам показал, что пробы воды, бензольные вытяжки из почвы из гг. Атырау, Кульсары и пгт. Индер не вызывают канцерогенного эффекта у дрозофилы.

В дальнейших экспериментах планируется провести оценку генотоксического потенциала воды и почвы из населенных пунктов Мангистауской области Прикаспийского региона.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за август 2015 г. // Министерство энергетики РК. РГП «Казгидромет». Департамент экологического мониторинга. – Астана, 2015. – Вып. № 8(180). – 202 с.

[2] Демоскоп weekly. – № 539-540, 21 января – 3 февраля 2013 г.

[3] Худoley В.В. Характеристика современных мутагенных тестов для выявления канцерогенов окружающей среды // Успехи современной биологии. – 1984. – Т. 98, вып. 2, № 5. – С. 177-192.

[4] ГОСТ 29269-91 Почвы. Общие требования к проведению анализов.

[5] Государственный стандарт Союза ССР, Методы отбора и подготовка проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – ГОСТ 17.4.4.02-84.

[6] Пиккеринг У.Ф. Современная аналитическая химия. М.: Химия, 1977. – 556 с.

[7] Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. – Минск: Высшая школа, 1978. – 448 с.

[8] *Drosophila in a practical approach*. Ed. by Roberts D.B. 2d edition // Oxford, New-York, Tokyo: Oxford University Press, 1998. – 389 p.

- [9] Джансугурова Л.Б., Тажин О.Т., Берсимбаев Р.И. Большой практикум по генетике дрозофилы. – Алматы: Казак университети, 1998. – 43 с.
- [10] Lilly B.D. Histopathologic technic and practical histochemistry. – New York, 1954. – P. 118-119.
- [11] Дрозофила в экспериментальной генетике // Сб. под ред. В. В. Хвостова. – Сиб. отд. – Новосибирск: Наука, 1978. – 288 с.
- [12] Guidance Notes for Analysis and Evaluation of Chronic Toxicity and Carcinogenicity Studies // *Env. J. M. MONO.* – 2002. – Vol. 20.

#### REFERENCES

- [1] Newsletter on the Environment of the Republic of Kazakhstan for August 2015 (2015) [Informacionnyj bjulleten' o sostojanii okruzhajushhej sredej Respubliki Kazahstan za avgust 2015 g.] *The Ministry of Energy. "Kazgidromet" RSE. Ecological Monitoring Department.* [Ministerstvo jenergetiki RK. RGP «Kazgidromet». Departament jekologicheskogo monitoringa], Astana 8(180) (in Russian).
- [2] *Demoscope weekly* (2013) January 21 – February 3 539-540. ISSN 1726-2887 (in Russian).
- [3] Khudoley V.V. (1984) The feature of modern mutagenic tests for the detection of environmental carcinogens [Harakteristika sovremennyh mutagennyh testov dlja vyjavlenija kancerogenov okruzhajushhej sredej]. *Successes of modern biology* [Uspehi sovremennoj biologii] 98:2:5:177-192 (in Russian).
- [4] StSt [GOST] 29269-1991. Soils. General requirements for analysis [Pochvy. Obshhie trebovanija k provedeniju analizov]. Moscow, Russia, 1991 (in Russian).
- [5] StSt [GOST] 17.4.4.02-1984. The State Standard of the USSR [Gosudarstvennyj standart sojuza SSR]. Methods of sampling and sample preparation for chemical, bacteriological, helminthological analysis [Metody otbora i podgotovka prob dlja himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza]. Russia, 1984. (in Russian).
- [6] Pickering W.F. (1977) Modern analytical chemistry [Sovremennaja analiticheskaja himija]. Chemistry, Moscow. ISBN: 200002543293 (in Russian).
- [7] Rokitsky P.F. (1978) Introduction to statistical genetics [Vvedenie v statisticheskiju genetiku]. - Higher School [Vysshaja shkola], Minsk (in Russian).
- [8] Roberts D.B. (1998) *Drosophila* in a practical approach, second edition. Oxford University Press Oxford, New-York, Tokyo. ISBN 0199636605.
- [9] Djansugurova L.B., Tazhin O.T., Bersimbay R.I. (1998) Large workshop in *Drosophila* genetics [Bol'shoj praktikum po genetike drozofily]. Almaty: Kazak universiteti (in Russian).
- [10] Lillie B.D. (1965) Histopathologic technic and practical histochemistry, third edition. McGraw-Hill Book Co, New York-Toronto-Sidney-London.
- [11] Khvostov V.V. (1978) *Drosophila* in the Experimental Genetics [Drozofila v jeksperimental'noj genetike]. Nauka, Novosibirsk, Russia.
- [12] Guidance Notes for Analysis and Evaluation of Chronic Toxicity and Carcinogenicity Studies (2002) *Env. JM. MONO.* V.20. <http://search.Proecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?co20&docLanguage=En>

Ә. С. Әмірғалиева, М. О. Бегманова, Н. В. Мить, Л. Б. Жансүгірова

ҚР ҒК БҒМ «Жалпы генетика және цитология институты», Алматы, Қазақстан

#### КАСПИЙ МАҢЫ АЙМАҒЫНДАҒЫ АТЫРАУ ОБЛЫСЫНЫҢ БАСЫМ ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ ГЕНОТОКСИКАЛЫҚ ПОТЕНЦИАЛЫН БАҒАЛАУ

**Аннотация.** Жұмыста Каспий маңы аймағының Атырау облысындағы үш елді мекенінен жиналған су және топырақтың басым ластаушыларының генотоксиндік потенциалын бағалау мәселелері қарастырылды. Топырақтың басым ластаушылары *Drosophila melanogaster* шыбыны аутосомасында және X-хромосомасында рецессивті өлім мутацияны тудыратын қабілеті бар ауыр металдар (хром, никель, кобальт) болып табылатындығы анықталды. Нәтижесінде қысқа мерзімді скринингті тестілеу *Drosophila melanogaster* шыбынына топырақ үлгілері орташа мутагендік және тератогендік әсер ететіндігі көрсетілді. Гистологиялық талдау әдістері арқылы дрозофиланың онтогенезіне топырақ үлгілерінің канцерогендік әсер көрсетпейтіндігі анықталды.

**Түйін сөздер:** генотоксикалық потенциал, қысқа мерзімді скринингтік тестілеу, *Drosophila melanogaster*, рецессивті өлім мутациясы.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 81 – 87

S. A. Aitkeldiyeva, E. R. Faizulina, O. N. Auezova,  
L. G. Tatarkina, A. M. Nurmukhanbetova

RSE "Institute of Microbiology and Virology" SC MES RK, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: ecomicrolab@gmail.com

## EVALUATION OF THE MICROBIOLOGICAL CONDITION OF REINFORCED CONCRETE DESIGNS AND CONSTRUCTIONS OF THE ALMATY SUBWAY

**Abstract.** The problem of protection of buildings and constructions from aggressive chemical and biological impacts of the environment becomes very urgent. Microbiological corrosion becomes the important factor influencing reliability and durability of steel concrete designs. Implementation of microbiological monitoring researches on objects of the Almaty subway can promote timely detection of corrosion-dangerous microflora. Examination of samples of scrapes from the damaged surfaces of concrete and steel concrete designs of the subway was carried out in summer and autumn period at four stations "Zhibek Zholy", "Almaly", "Raiymbek" and "Baikonur". Studies have shown that the acidity of the samples was neutral and alkaline. It is established that at the scrapes which are selected from the damaged sites of steel concrete constructions of the subway there were all physiological groups of heterotrophic microorganisms. Bacteria were dominating. Denitrifying microorganisms, filamentous fungi and actinomycetes were also numerous. Among thiobacteria considerable content of *Thiobacillus denitrificans* was noted. Other species of thiobacteria and sulfate-reducing bacteria were small.

**Keywords:** biocorrosion, reinforced concrete structures, corrosion-hazardous microorganisms, thione and sulfate-reducing bacteria, heterotrophic bacteria, filamentous fungi, actinomycetes.

УДК 579.846.2

С. А. Айткельдиева, Э. Р. Файзулина, О. Н. Ауэзова,  
Л. Г. Татаркина, А. М. Нурмуханбетова

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

## ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ АЛМАТИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

**Аннотация.** Проблема защиты зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды в настоящее время становится весьма актуальной. Микробиологическая коррозия становится важным фактором, влияющим на надежность и долговечность железобетонных конструкций. Проведение микробиологических мониторинговых исследований на объектах Алматинского метрополитена может способствовать своевременному обнаружению коррозионно-опасной микрофлоры. Обследование образцов соскобов с поврежденных поверхностей бетонных и железобетонных конструкций метрополитена проводили в летне-осенний период на четырех станциях «Жибек Жолы», «Алмалы», «Райымбек» и «Байконур». Проведенные исследования показали, что кислотность всех образцов была нейтральной и щелочной. Установлено, что в соскобах, отобранных с поврежденных участков железобетонных сооружений метрополитена, присутствовали все физиологические группы гетеротрофных микроорганизмов. Доминирующими были бактерии. Также многочисленны денитрифицирующие микроорганизмы, мицелиальные грибы и акти-

номицеты. Среди тионовых бактерий отмечено значительное содержание *Thiobacillus denitrificans*. Остальные виды тионовых и сульфатредуцирующих бактерий были малочисленными.

**Ключевые слова:** биокоррозия, железобетонные конструкции, коррозионно-опасные микроорганизмы, тионовые и сульфатредуцирующие бактерии, гетеротрофные микроорганизмы, мицелиальные грибы, актиномицеты.

**Введение.** Проблема защиты строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды в настоящее время становится весьма актуальной. В общественных зданиях и сооружениях, в частности, в метрополитенах, в зонах с высокой влажностью и определенными климатическими условиями микробиологическая коррозия становится важным фактором, влияющим на надежность и долговечность железобетонных конструкций, которые являются одними из наиболее часто применяемых строительных материалов. Однако наряду со своими уникальными физико-механическими свойствами они гигроскопичны и кислотоустойчивы. За счет этого железобетонные материалы подвержены биокоррозии, то есть разрушению под воздействием многочисленных микроорганизмов-деструкторов [1-3]. Биологическая коррозия – это процессы повреждения металлов, металлоконструкций и других строительных материалов, вызванные продуктами жизнедеятельности живых организмов, поселяющихся на поверхности строительных конструкций. Значительную роль при биокоррозии играют многочисленные бактерии и микроскопические грибы, для развития и размножения которых при определенных условиях эксплуатации зданий и сооружений создается благоприятная среда [4, 5].

Опасность и интенсивность биокоррозии усугубляется хозяйственной деятельностью, в результате чего могут возникать затопления помещений, протечки и другие аварийные ситуации. Сведения о роли микробиологического фактора в коррозии металлов и других материалов с каждым годом накапливаются, обобщаются, подсчитываются убытки, наносимые экономике. Многочисленность видов микробной коррозии свидетельствует о необычайно широком распространении этого явления в различных сферах деятельности человека [6, 7].

В 2011 г. открылась первая ветка Алматинского метрополитена, строительство которого было начато в 1988 г. В 1993–1994 гг. были проведены первые предварительные исследования грунтов в строящихся тоннелях. Результаты показали, что из коррозионно-опасных микроорганизмов в значительном количестве встречались денитрифицирующие микроорганизмы (до  $10^6$  кл/г). Было сделано предположение, что при наличии соответствующих условий эта группа микроорганизмов может способствовать развитию коррозионных процессов в метрополитене [8].

Проведение микробиологических мониторинговых исследований на объектах Алматинского метрополитена может способствовать своевременному обнаружению коррозионно-опасной микрофлоры и принятию срочных мер по ее устранению.

Цель исследования – изучение и оценка степени зараженности коррозионно-опасной микрофлорой Алматинского метрополитена в условиях эксплуатации в летне-осенний период.

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследований являлись образцы соскобов с поврежденных поверхностей железобетонных конструкций метрополитена.

Выделение коррозионно-опасных микроорганизмов проводилось методом посева отобранных образцов на селективные питательные среды [9, 10].

Посев осуществляли путем посева 0,1 мл суспензии из разведений 1:10 – 1:10<sup>7</sup> в чашки Петри с соответствующей средой и инкубировали в термостате при 28 °С в течение 5-10 дней.

Для выделения бактерий *Thiobacillus thioparus* использовали среду Бейеринка. О наличии бактерий судили по подкислению и помутнению среды, а также обнаружению при микроскопировании среды мелких палочковидных клеток с закругленными концами размером 0,5 – 0,8 микрон (мк) по ширине и 0,9 – 1,4 мк по длине.

Для обнаружения бактерий *Thiobacillus thiooxidans* посева производили в среду Ваксмана. О наличии бактерий судили по подкислению и помутнению среды, а также обнаружению при микроскопировании мелких палочковидных клеток размером 0,5 – 0,8 микрона (мк) по ширине и 1,0 – 2,0 мк по длине.

Для обнаружения бактерий *Thiobacillus ferrooxidans* использовали среду 9К. О наличии бактерий судили по изменению окраски среды. При развитии этой группы бактерий среда стано-

вится оранжевой в результате образования серноокислого окисного железа. При микроскопировании обнаруживаются короткие палочки размером 0,3 – 0,4 мкм шириной и 0,7 – 1,7 мкм длиной.

Для обнаружения бактерий *Thiobacillus denitrificans* использовали среду Баалсруда. О наличии бактерий судили по газообразованию, появлению нитритов и помутнению среды. Для обнаружения нитритов использовалась цветная качественная реакция с реактивом Грисса. При добавлении этого реактива к среде появляется розовое окрашивание раствора, свидетельствующее о присутствии нитритов. Микроскопирование суспензии из пробирок, где обнаружено газообразование и появление нитритов, позволяет увидеть палочки шириной 0,4 – 0,5 мкм и длиной 1 мкм.

Сульфатредуцирующие бактерии (СРБ) выделяли на среде Постгейта. О наличии СРБ судили по почернению среды.

Гетеротрофные бактерии учитывали на питательном агаре (Titan media, Индия), актиномицеты – на крахмал-аммиачном агаре (КАА), дрожжи – на глюкозо-пептонном агаре (ГПА), микромицеты – на среде Чапека 3.

Для определения pH среды использовали иономер марки «Consort» С931.

### Результаты исследований

Обследование образцов соскобов с поврежденных поверхностей железобетонных конструкций метрополитена проводили в летне-осенний период на четырех станциях (рисунок). Летом было отобрано 12 образцов соскобов, в осенний период – 20. На всех станциях материалы строительных конструкций и микроклиматические условия (температура, влажность, продуваемость и т.д.) были практически одинаковыми.



Рисунок – Поврежденные поверхности железобетонных конструкций

Результаты исследования показали, что в летний период кислотность всех отобранных образцов была нейтральной и щелочной (pH 7,3–10,5). Численность наиболее коррозионно-опасных микроорганизмов – тионовых и сульфатредуцирующих бактерий представлена в таблице 1. Самой многочисленной группой из тионовых бактерий были *Thiobacillus denitrificans*. Они

встречались практически во всех исследуемых пробах. Их численность составляла  $10^2$ – $10^5$  кл/г. Наибольшее их число выявлено в образце №8 (соскоб со стены вентиляционной шахты), отобранном на станции «Райымбек». В этой же пробе в незначительном количестве учитывались бактерии *Thiobacillus thioarvus*.

Бактерии *Thiobacillus ferrooxidans* обнаружены только в одной пробе, при этом их численность была незначительной (десятки клеток в 1 г).

Таблица 1– Численность тионовых и сульфатредуцирующих бактерий в образцах, отобранных в летний период

№ проб	Название станций	рН среды	Виды микроорганизмов, НВЧ кл/г				
			<i>T. ferrooxidans</i>	<i>T. thiooxidans</i>	<i>T. denitrificans</i>	<i>T. thioarvus</i>	СРБ
1	Жибек Жолы	8,4	–	–	$2,5 \times 10^4$	–	–
2		10,5	–	–	–	–	–
3		7,7	–	–	$2,0 \times 10^2$	–	–
4		7,7	–	–	$6,0 \times 10$	–	–
5		7,9	–	–	$9,0 \times 10^4$	–	–
6		7,5	–	–	$1,2 \times 10^2$	–	–
7	Алмалы	7,3	$9 \times 10$	–	$1,3 \times 10^2$	–	–
8	Райымбек	9,1	–	–	$5,0 \times 10^5$	единицы	$2,5 \times 10$
9		7,5	–	–	$2,5 \times 10^3$	–	–
10		9,7	–	–	$2,5 \times 10^2$	–	–
11	Байконур	9,6	–	–	$2,5 \times 10^3$	–	$2,5 \times 10^3$
12		8,6	–	–	–	–	единицы

Бактерии *Thiobacillus thiooxidans* не обнаружены ни в одной пробе, что связано с щелочной реакцией среды исследуемых объектов.

Сульфатредуцирующие бактерии отмечены в одной пробе со станции «Райымбек» и двух пробах, отобранных на станции «Байконур». При этом их численность была невысокой – от единиц до тысяч клеток в 1 г соскоба.

В этих же образцах помимо тионовых и сульфатредуцирующих бактерий исследовалась и гетеротрофная микрофлора (таблица 2).

Самой многочисленной группой гетеротрофов были бактерии, они присутствовали во всех образцах. В пробе №4, отобранной на станции «Жибек Жолы», встречались только гетеротрофные

Таблица 2 – Численность гетеротрофных микроорганизмов в образцах, отобранных в летний период

№ проб	Бактерии, КОЕ/г	Актиномицеты, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г	Мицелиальные грибы, КОЕ/г	Денитрифицирующие гетеротрофы, НВЧ кл/г (мл)
1	$(3,4 \pm 0,1) \times 10^7$	$(1,1 \pm 0,2) \times 10^4$	$(2,7 \pm 0,4) \times 10^7$	$(8,2 \pm 0,6) \times 10^4$	$2,5 \times 10^5$
2	единицы	единицы	–	единицы	–
3	$(8,6 \pm 0,7) \times 10^5$	$(5,5 \pm 0,5) \times 10^4$	–	$(2,3 \pm 0,3) \times 10^3$	$6,0 \times 10^3$
4	$(4,1 \pm 0,1) \times 10^3$	–	–	–	единицы
5	$(4,1 \pm 0,4) \times 10^6$	$(6,4 \pm 0,6) \times 10^5$	–	$(1,2 \pm 0,4) \times 10^4$	$6,0 \times 10^4$
6	$(1,9 \pm 0,2) \times 10^6$	$(1,9 \pm 0,3) \times 10^4$	единицы	$(2,2 \pm 0,3) \times 10^3$	$2,5 \times 10^5$
7	$(1,7 \pm 0,09) \times 10^7$	–	–	$(6,6 \pm 0,2) \times 10^6$	$2,5 \times 10^7$
8	$(1,1 \pm 0,07) \times 10^5$	$(1,0 \pm 0,07) \times 10^5$	–	$(3,4 \pm 0,09) \times 10^5$	$6,0 \times 10^3$
9	$(8,5 \pm 0,2) \times 10^3$	$(1,4 \pm 0,3) \times 10^4$	–	$(2,5 \pm 0,4) \times 10^4$	$2,5 \times 10^3$
10	$(3,5 \pm 0,1) \times 10^2$	–	–	единицы	$6,0 \times 10$
11	$(3,1 \pm 0,4) \times 10^5$	$(3,9 \pm 0,4) \times 10^5$	$(1,9 \pm 0,3) \times 10^3$	$(7,0 \pm 0,9) \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$
12	$(1,2 \pm 0,08) \times 10^6$	$(3,8 \pm 0,4) \times 10^5$	–	$(3,0 \pm 0,8) \times 10^2$	$2,5 \times 10^4$

бактерии, но их численность была невысокой. В остальных образцах, помимо бактерий, отмечались актиномицеты, мицелиальные грибы и денитрифицирующие микроорганизмы. Численность актиномицетов составляла  $10^4$ - $10^5$  кл/г, мицелиальных грибов –  $10^2$ - $10^6$  кл/г, гетеротрофных денитрифицирующих микроорганизмов –  $10^3$ - $10^7$  кл/г. Дрожжи учитывались только в трех пробах со станций «Жибек Жолы» и «Байконур».

На тех же станциях метрополитена проводилось обследование поврежденных железобетонных покрытий в осенний период. Результаты исследования показали, что в этот период кислотность большинства отобранных образцов была нейтральной и щелочной (pH 7,0-11,2). Так же, как и летом среди тионовых бактерий преобладали *Thiobacillus denitrificans*, но их численность была несколько выше (таблица 3). Наибольшее их число  $10^5$  кл/г выявлено в образце №1, отобранном на станции «Жибек Жолы», который представлял собой соскоб с поврежденной стены в перспективном переходе.

Таблица 3 – Численность тионовых и сульфатредуцирующих бактерий в образцах, отобранных в осенний период

№ проб	Название станций	pH среды	Виды микроорганизмов, (НВЧ кл/г)				
			<i>T. ferrooxidans</i>	<i>T. thiooxidans</i>	<i>T. denitrificans</i>	<i>T. thioparus</i>	СРБ
1	Жибек Жолы	7,1	единицы	–	$2,5 \times 10^5$	–	единицы
2		10,4	–	–	$6 \times 10^3$	–	25
3		7,0	25	–	$2,5 \times 10^4$	единицы	–
4		7,0	–	–	$1,3 \times 10^4$	–	–
5		7,0	единицы	–	$6 \times 10^4$	–	единицы
6		11,2	–	–	$2,5 \times 10^3$	25	–
7		7,3	–	–	$2,5 \times 10^4$	–	единицы
8	Алмалы	7,0	25	–	$2,5 \times 10^2$	–	25
9		8,9	единицы	–	$1,3 \times 10^4$	единицы	60
10	Райымбек	7,2	–	–	$1,3 \times 10^2$	–	единицы
11		7,0	единицы	–	$2,5 \times 10^4$	–	–
12		10,8	–	–	$1,3 \times 10^3$	–	–
13		7,0	единицы	–	$6,0 \times 10^2$	–	–
14	Байконур	6,8	единицы	–	$1,3 \times 10^3$	–	25
15		8,1	–	–	$2,5 \times 10^3$	единицы	–
16		7,0	–	–	$2,5 \times 10^3$	–	60
17		7,2	–	–	–	–	единицы
18		6,9	единицы	–	–	–	–
19		7,0	–	–	$1,3 \times 10^2$	единицы	единицы
20	7,0	единицы	–	–	–	–	

Представители *Thiobacillus thiooxidans* не выявлялись. Это связано с тем, что все отобранные образцы имели нейтральную или щелочную реакцию, а для развития этой группы микроорганизмов необходима кислая среда. Бактерии *Thiobacillus ferrooxidans* и *Thiobacillus thioparus* учитывались чаще, чем летом, но также в единичных количествах. Сульфатредуцирующие бактерии отмечены в 11 пробах. В основном они встречались в соскобах, отобранных на станциях «Жибек Жолы», «Алмалы» и «Байконур». При этом их численность была невысокой – от единиц до десятков клеток в 1 г соскоба.

Как и в предыдущий сезон, преобладающей группой были гетеротрофные бактерий –  $10^5$ - $10^7$  КОЕ/г (таблица 4). Во всех изученных образцах присутствовали денитрифицирующие микроорганизмы, особенно много их учтено на станции «Алмалы» ( $10^4$ - $10^5$  кл/г). Важно подчеркнуть, что практически во всех образцах как летом, так и осенью встречались мицелиальные грибы, которые, как известно, резко ухудшают эксплуатационные характеристики тех материалов, на которых растут. Особенно много микромицетов было учтено на станциях «Алмалы» и «Байконур» – миллионы клеток в 1 г образца. На всех исследованных станциях были обнаружены актиномицеты.

Таблица 4 – Численность гетеротрофных микроорганизмов в образцах, отобранных в осенний период

№ проб	Бактерии (КОЕ/г)	Актиномицеты (КОЕ/г)	Дрожжи (КОЕ/г)	Мицелиальные грибы (КОЕ/г)	Денитрифицирующие гетеротрофы, НВЧ кл/г
1	$(5,4 \pm 0,5) \times 10^5$	$(1,3 \pm 0,1) \times 10^3$	единицы	$(2,1 \pm 0,1) \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$
2	$(9,5 \pm 0,8) \times 10^6$	$(7,3 \pm 0,9) \times 10^3$		единицы	$6 \times 10^3$
3	$(2,1 \pm 0,2) \times 10^7$	$(2,7 \pm 0,1) \times 10^5$	$(2,5 \pm 0,2) \times 10^5$	$(2,0 \pm 0,3) \times 10^4$	$6 \times 10^3$
4	$(2,9 \pm 0,3) \times 10^6$	$(1,0 \pm 0,1) \times 10^4$	$(4,1 \pm 0,5) \times 10^3$	$(2,1 \pm 0,3) \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$
5	$(4,2 \pm 0,6) \times 10^6$	$(1,2 \pm 0,1) \times 10^4$	единицы	$(6,3 \pm 0,4) \times 10^2$	$6 \times 10^2$
6	$(3,5 \pm 0,6) \times 10^5$	$(3,2 \pm 0,3) \times 10^3$		единицы	$1,3 \times 10^2$
7	$(2,2 \pm 0,2) \times 10^7$	$(3,0 \pm 0,2) \times 10^4$		$(1,7 \pm 0,1) \times 10^2$	$2,5 \times 10^4$
8	$(1,6 \pm 0,1) \times 10^6$	единицы		$(2,1 \pm 0,2) \times 10^5$	$6 \times 10^5$
9	$(2,8 \pm 0,3) \times 10^7$	$(3,4 \pm 0,2) \times 10^4$		$(3,6 \pm 0,3) \times 10^4$	$2,5 \times 10^6$
10	$(1,5 \pm 0,1) \times 10^5$		единицы	единицы	$2,5 \times 10^2$
11	$(3,7 \pm 0,4) \times 10^5$	единицы	$(2,0 \pm 0,2) \times 10^2$	$(1,6 \pm 0,1) \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$
12	$(8,7 \pm 0,6) \times 10^4$			–	$1,3 \times 10^3$
13	$(2,6 \pm 0,2) \times 10^7$	$(4,3 \pm 0,3) \times 10^4$	единицы	$(1,4 \pm 0,1) \times 10^3$	$6 \times 10^3$
14	$(1,2 \pm 0,1) \times 10^7$	$(1,6 \pm 0,1) \times 10^5$	$(1,4 \pm 0,1) \times 10^3$	$(4,5 \pm 0,3) \times 10^5$	$2,5 \times 10^5$
15	$(6,3 \pm 0,1) \times 10^5$			$(1,6 \pm 0,1) \times 10^2$	$6,0 \times 10^3$
16	$(7,1 \pm 0,7) \times 10^6$	$(1,0 \pm 0,1) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,1) \times 10^2$	$(6,5 \pm 0,1) \times 10^3$	$6,0 \times 10^4$
17	$(2,6 \pm 0,2) \times 10^6$	$(1,7 \pm 0,1) \times 10^3$		$(2,0 \pm 0,1) \times 10^3$	$2,5 \times 10^2$
18	$(2,4 \pm 0,2) \times 10^7$	единицы	$(2,3 \pm 0,4) \times 10^3$	$(2,8 \pm 0,2) \times 10^5$	$2,5 \times 10^6$
19	$(1,9 \pm 0,1) \times 10^6$	$(1,7 \pm 0,1) \times 10^3$	единицы	$(2,6 \pm 0,3) \times 10^6$	$6,0 \times 10^3$
20	$(5,6 \pm 0,4) \times 10^5$		единицы	$(1,8 \pm 0,2) \times 10^2$	$2,5 \times 10^4$

Дрожжи встречались реже, но в одном образце на станции «Жибек Жолы» их численность доходила до 250 000 кл/г.

**Выводы.** Таким образом, проведенные исследования показали, что в соскобах, отобранных с поврежденных участков железобетонных сооружений метрополитена, присутствовали все физиологические группы гетеротрофных микроорганизмов. Доминирующими были бактерии. Также многочисленны денитрифицирующие микроорганизмы, мицелиальные грибы и актиномицеты. Среди тионовых бактерий отмечено значительное содержание *Thiobacillus denitrificans*. Остальные виды тионовых и сульфатредуцирующих бактерий были малочисленными.

Таким образом, проведенные микробиологические исследования показали, что в Алматинском метрополитене существуют предпосылки для развития коррозионно-опасных микроорганизмов, что может повлечь за собой нарушение целостности железобетонных конструкций при создании благоприятных для их жизнедеятельности условий.

**Источник финансирования исследований.** Министерство образования и науки Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рожанская А.Н., Пиляшенко-Новохатный А.И., Пуриш Л.М., Дурчева В.Н., Козлова И.А. Оценка биокоррозионного состояния железобетона наземных промышленных конструкций // Микробиол. журнал. – 2001. – Т. 63, № 3. – С. 71-77.
- [2] Степанова В.Ф., Розенталь Н.К., Цехний Г.В. Повышение долговечности и экологической безопасности зданий и сооружений в условиях воздействия агрессивных, в том числе биологически активных сред // www.gbi-magazine.ru/index.php/n3.../667-2011-09-08-13-18-45.
- [3] Каневская И.Г. Биологическое повреждение промышленных материалов. – Киев: Наукова думка, 1989. – 192 с.
- [4] Videla Héctor A., Herrera Liz K. Microbiologically influenced corrosion: looking to the future // International Microbiology. – 2005. – Vol. 8. – P. 169-180.
- [5] Айткельдиева С.А. Роль микроорганизмов в коррозии металлов // Биотехнология. Теория и практика. – 2002. – № 1. – С. 90-98.

- [6] Жданова Г.В., Ковальчук Ю.Л. Биологическая коррозия конструкционных материалов предприятий атомной энергетики // Коррозия: материалы, защита. – 2009. – № 3. – С. 36-40.
- [7] Stott J.F.D. Corrosion in Microbial Environments // Shreir's Corrosion. – 2010. – Vol. 2. – P. 1169-1190.
- [8] Айткельдиева С.А., Абдрашитова С.А. Микробиологическое обследование станций строящегося метро г. Алматы // Известия МН-АН РК. Сер биол. и мед. – 2000. – № 4. – С. 7-11.
- [9] Кузнецов С.И., Романенко В.И. Микробиологическое изучение внутренних водоемов (лабораторное руководство). – Ленинград, 1963. – 130 с.
- [10] Практикум по микробиологии / Под ред. А. Н. Нетрусова. – М.: Academia, 2005. – 597 с.

## REFERENCES

- [1] Rozhanskaya A.N., Pilyashenko-Novohatnyj A.I., Purish L.M., Durcheva V.N., Kozlova I.A. *Mikrobiol. Zhurnal*, **2001**, 3, 71-77 (in Russian).
- [2] Stepanova V.F., Rozental' N.K., Cekhniy G.V. // [www.gbi-magazine.ru/index.php/n3.../667-2011-09-08-13-18-45](http://www.gbi-magazine.ru/index.php/n3.../667-2011-09-08-13-18-45) (in Russian).
- [3] Kanevskaya I.G. *Biologicheskoe povrezhdenie promyshlennyh materialov*, Kiev: Naukova dumka, **1989**, 192 (in Russian).
- [4] Videla Héctor A., Herrera Liz K. *International Microbiology*, **2005**, 8, 169-180.
- [5] Ajtkel'dieva S.A. *Biotekhnologiya. Teoriya i praktika*, **2002**, 1, 90-98. (in Russian).
- [6] Zhdanova G.V., Koval'chuk Yu.L. *Korroziya: materialy, zashchita*, **2009**, 3, 36-40 (in Russian).
- [7] Stott J.F.D. *Shreir's Corrosion*, **2010**, 2, 1169-1190.
- [8] Ajtkel'dieva S.A., Abdrashitova S.A. *Izvestiya MN-AN RK. Ser biol. i med.*, **2000**, 4, 7-11 (in Russian).
- [9] Kuznecov S.I., Romanenko V.I. *Mikrobiologicheskoe izuchenie vnutrennih vodoemov (laboratornoe rukovodstvo)*, **1963**, 130 (in Russian).
- [10] *Praktikum po mikrobiologii /pod red. A.N. Netrusova*, **2005**, 597 (in Russian).

С. А. Айткельдиева, Э. Р. Файзулина, О. Н. Ауэзова, Л. Г. Татаркина, А. М. Нурмуханбетова

РМК «Микробиология және вирусология институты» ҒК БҒМ ҚР, Алматы, Қазақстан

#### АЛМАТЫ МЕТРОПОЛИТЕНІНІҢ ТЕМІРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ МЕН ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

**Аннотация.** Қазіргі таңда ғимараттар мен құрылыстарды қоршаған ортаның агрессивті химиялық және биологиялық әсерлерінен қорғау тым өзекті мәселесі болып табылады. Микробиологиялық коррозия темірбетонды конструкциялардың сенімділігі мен төзімділігіне әсер ететін маңызды факторлардың бірі болып келеді. Алматы метрополитенінің нысандарында микробиологиялық мониторингті зерттеулерді жүргізу коррозиялық-қауіпті микрофлораны уақытылы анықтауға мүмкіндік береді. Метрополитеннің «Жібек жолы», «Алмалы», «Райымбек батыр» және «Байқоңыр» төрт бекетінің бетонды және темірбетонды конструкцияларының зақымдалған беттерінен алынған қырынды үлгілеріне зерттеу жұмыстары жазғы-күзгі кезеңдерде жүргізілді. Зерттеу жұмыстары көрсеткендей, барлық үлгілердің қышқылдығы бейтарап және сілтілі болған. Метрополитеннің зақымдалған темірбетонды құрылыстарының телімдерінен алынған қырындыларда барлық физиологиялық топтың гетеротрофты микроорганизмдерінің болғандығы анықталды. Бактериялар басым болған. Сонымен қатар, денитрифицирлеуші микроорганизмдер, жіпшумақты саңырауқұлақтар мен актиномицеттер де көп болған. Тионды бактериялардың ішінде *Thiobacillus denitrificans* елеулі мөлшерде байқалған. Қалған тион бактериялардың түрлері мен сульфатредуцирлеуші бактериялар аз мөлшерде болған.

**Түйін сөздер:** биокоррозия, темірбетонды конструкциялар, коррозиялық-қауіпті микроорганизмдер, тионды және сульфатредуцирлеуші бактериялар, гетеротрофты микроорганизмдер, жіпшумақты саңырауқұлақтар, актиномицеттер.

#### Сведения об авторах:

Айткельдиева Светлана Айткельдиевна – д.б.н., г.н.с., лаб. экологии микроорганизмов, РГП на ПХВ «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, e-mail: [ecomicrolab@gmail.com](mailto:ecomicrolab@gmail.com)

Файзулина Эльмира Рамазановна – к.б.н., и.о. зав. лаб. экологии микроорганизмов, e-mail: [elmira\\_f@mail.ru](mailto:elmira_f@mail.ru)

Ауэзова Ольга Николаевна – н.с., лаб. экологии микроорганизмов, e-mail: [ecomicrolab@gmail.com](mailto:ecomicrolab@gmail.com)

Татаркина Лариса Геннадьевна – н.с., лаб. экологии микроорганизмов, e-mail: [tatalora@mail.ru](mailto:tatalora@mail.ru)

Нурмуханбетова Арай Муратовна – м.н.с., лаб. экологии микроорганизмов, e-mail: [arai\\_n\\_89@mail.ru](mailto:arai_n_89@mail.ru)

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 88 – 92

I. O. Baytulin, S. G. Nesterova, Z. A. Inelova

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: risology@mail.ru, svetlana.nesterova@kaznu.kz, zarina.inelova@kaznu.kz

**MATERIALS TO THE ASSESSMENT OF THE DIVERSITY  
OF *LILIACEAE JUSS* FAMILY OF TRANS-ILI ALATAU**

**Abstract.** This article provides an analysis of the species composition of the Liliaceae family of Trans-Ili Alatau. It was revealed that in the study area there are 34 species belonging to 5 genera from the Liliaceae family common. Leading position in the taxonomic composition occupy large genus *Gagea* (20 species) and *Tulipa* (11 species), a genera *Lloydia*, *Rhinopetalum* and *Veratrum* contain 1 species. In assessing the diversity of the Liliaceae family of Trans-Ili Alatau shown that in the region of investigation in this family of environmental types found 3 groups with respect to moisture: mesophytes, mezokserofity, xeromesophyte. As a result, environmental analysis flora Trans-Ili Alatau, which is based on the classification adopted by the Group in relation to soil moisture, revealed that most of the up mesoxerophytes (20 species or 58,82% of the species composition of the family Liliaceae). All species growing in the territory are perennials. There are 7 endemic and 3 rare species of the Liliaceae family in the flora of the Trans-Ili Alatau.

**Keywords:** flora, the family *Liliaceae*, genus, species.

УДК 581.9

И. О. Байтулин, С. Г. Нестерова, З. А. Инелова

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

**МАТЕРИАЛЫ К ОЦЕНКЕ РАЗНООБРАЗИЯ СЕМЕЙСТВА  
*LILIACEAE JUSS* ЗАИЛИЙСКОГО (ИЛИЙСКОГО) АЛАТАУ**

**Аннотация.** В статье приводится анализ видового состава семейства *Liliaceae* Заилийского (Илийского) Алатау. Выявлено, что на территории исследований из семейства *Liliaceae* распространено 34 вида, относящихся к 5 родам. Лидирующее положение в данном таксономическом составе занимают крупные рода *Gagea* (20 видов) и *Tulipa* (11 видов), а рода *Lloydia*, *Rhinopetalum* и *Veratrum* содержат по 1 виду. Все виды, произрастающие на данной территории, являются многолетниками. Во флоре Заилийского Алатау (Илийского) из семейства *Liliaceae* встречаются 7 эндемичных и 3 редких вида.

**Ключевые слова:** флора, семейство *Liliaceae*, род, вид.

Одной из характерных черт современного этапа развития общества является усиление антропогенного воздействия на окружающую среду. Этот процесс сопровождается синергетическими эффектами и приводит к ухудшению качества природной среды, что в долгосрочной перспективе ведет к сокращению биоразнообразия [1].

Казахстан как сторона Конвенции по сохранению биологического разнообразия имеет свои обязательства по сохранению биоразнообразия [2]. В соответствии с Конвенцией ООН о биоразнообразии первым этапом для сохранения является инвентаризация [3]. Поэтому в современных условиях инвентаризация флоры и естественных растительных ресурсов как на региональном, так и на общенациональном уровнях, наряду с обобщением и пополнением новыми сведениями о полезных свойствах растений, является фундаментом для разработки научно-обоснованного алгоритма рационального использования растительных богатств [4].

Растительный мир Казахстана, в том числе и Заилийского (Илийского) Алатау, характеризуется богатейшим генофондом и уникальными запасами полезных растений, в первую очередь видов, обладающих лекарственными свойствами, значительная часть которых перспективна для исследований химического состава и биологически активных веществ, представляющих собой наукоемкую и конкурентоспособную продукцию, пользующуюся всё возрастающим спросом на мировом рынке [5].

Заилийский (Илийский) Алатау – самый северный хребет Тянь-Шаня, протянулся в широтном направлении на 400 км, образовав дугу, несколько вытянутую в южную сторону. Высота вершин достигает 5017 м над уровнем моря. Территория Заилийского (Илийского) Алатау характеризуется сложным сочетанием форм и типов рельефа различного происхождения. М. Ж. Жандаев [6] выделяет здесь 7 типов рельефа, объединенных в 2 комплекса: эрозийно-тектонический (горный) и аккумулятивно-тектонический (равнинный). В целом весь Тянь-Шань представляет собой сравнительно молодую горную страну, созданную глыбовыми поднятиями и складкообразованием на месте старой, уже существовавшей, но сильно выровненной и пенепленизированной [7]. По данным С.С. Шульца [8], завершение пенепленизации произошло в конце палеогена, и только затем начались альпийские и новейшие четвертичные поднятия, вновь сделавшие Тянь-Шань горной страной. Природные условия этой огромной территории очень разнообразны.

Таким образом, разнообразие природноклиматических условий обеспечивает богатое биоразнообразие Заилийского (Илийского) Алатау.

**Материалы и методы.** Использовались классические, современные методы флористики. При определении гербарных образцов использовали в качестве источников многотомные сводки «Флора СССР» [9], «Флора Казахстана» [10], «Определитель растений Средней Азии» [11], «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» [12], определение семейств и родов проводилось с помощью «Флоры Казахстана» М. С. Байтенова [13]. Расположение видов и надвидовых категорий в конспекте флоры и флористическом спектре проведены согласно системе А. Л. Тахтаджяна [14]. Написание латинских названий, номенклатурные изменения таксонов были выверены в соответствии с С. К. Черепановым [15].

В связи с тем, что одним из хозяйственно значимых семейств Заилийского (Илийского) Алатау является семейство *Liliaceae*, нами проведен анализ разнообразия представителей данного семейства. Основные изменения разнообразия флоры данного региона исследования можно проследить, наблюдая за экологической амплитудой данного семейства.

### Результаты и их обсуждения

На территории исследований из семейства *Liliaceae* распространено 33 видов, относящихся к 4 родам:

- |  |  |
|--|--|
| 1. <i>Gagea vaginata</i> Pasch.            | 18. <i>G.ugamica</i> Pavl.                         |
| 2. <i>G.capusii</i> Terr.                  | 19. <i>G.neo-popovii</i> Golosk.                   |
| 3. <i>G.michaelis</i> Golosk.              | 20. <i>G.praemixta</i> Vved.                       |
| 4. <i>G.bulbifera</i> (Pall.) Salisb.      | 21. <i>Tulipa greigii</i> Regel                    |
| 5. <i>G.stipitata</i> Merckl. ex Bunge     | 22. <i>T.dasystemon</i> (Regel) Regel              |
| 6. <i>G.filiformis</i> (Ledeb.) Kar.& Kir. | 23. <i>T.heterophylla</i> (Regel) Baker            |
| 7. <i>G.tenera</i> Pasch.                  | 24. <i>T.thianschanica</i> Regel                   |
| 8. <i>G.emarginata</i> Kar.& Kir.          | 25. <i>T.kolpakowskiana</i> Regel                  |
| 9. <i>G.chomutovae</i> (Pasch). Pasch.     | 26. <i>T.ostrowskiana</i> Regel                    |
| 10. <i>G.fedtschenkoana</i> Pasch.         | 27. <i>T.tetraphylla</i> Regel                     |
| 11. <i>G.ova</i> Stapf                     | 28. <i>T.buhseana</i> Boiss.                       |
| 12. <i>G.setifolia</i> Baker               | 29. <i>T.regelii</i> Krasn.                        |
| 13. <i>G.divaricata</i> Regel              | 30. <i>T.alberti</i> Regel                         |
| 14. <i>G.turkestanica</i> Pasch.           | 31. <i>T.behmiana</i> Regel                        |
| 15. <i>G.brevistolonifera</i> Levichev     | 32. <i>Lloydia serotina</i> (L.) Reichenb.         |
| 16. <i>G.dschungarica</i> Regel            | 33. <i>Rhinopetalum karelinii</i> Fisch. ex D. Don |
| 17. <i>G.rufidula</i> Levichev             | 34. <i>Veratrum lobelianum</i> Bernh.              |

Из пяти распространенных родов первое место занимает род *Gagea*, который содержит 20 видов или 58,82%. Второе место занимает род *Tulipa* – 11 видов (32,35%), остальные места занимают рода *Lloydia*, *Rhinopetalum*, *Veratrum*, которые содержат по 1 виду каждый. (2,94%). (рисунок 1).

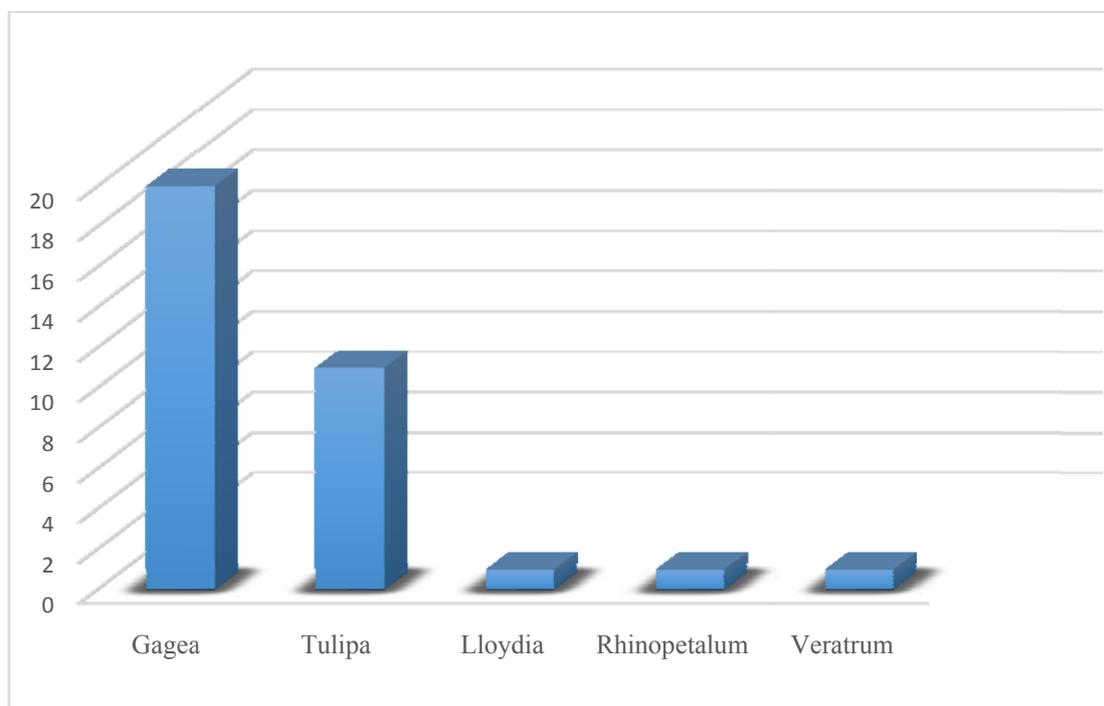


Рисунок 1– Родовой спектр семейства *Liliaceae* Заилийского (Илийского) Алатау

При оценке разнообразия семейства *Liliaceae* Заилийского (Илийского) Алатау показано, что в регионе исследований в данном семействе по экологическим типам встречаются 3 группы по отношению к влаге: мезофиты, мезоксерофиты, ксеромезофиты. В результате экологического анализа флоры Заилийского (Илийского) Алатау, в основу которого принята классификация групп по отношению к влажности почв, выявлено, что большую часть составляют во флоре исследованной территории – мезоксерофиты (20 видов, 58,82 %). Мезоксерофиты – это растения, приспособленные к условиям несколько менее, чем средним по запасам влаги в почве, промежуточные между ксеромезофитами и евксерофитами [16]. Второе место занимают мезофиты (10 видов, 29,41 %) – виды, приспособленные к жизни в условиях среднего водоснабжения (средняя влажность почв и воздуха). Растения данной экологической группы характерны для пойм рек и тугаев. К этой же группе относятся эфемеры и эфемероиды [17], которые формируют весеннюю флору.

Промежуточный экологический тип между собственно мезофитами и мезоксерофитами во флористическом спектре семейства *Liliaceae* Заилийского (Илийского) Алатау занимают ксеромезофиты. Их во флоре региона исследования 4 вида или 11,76 %. Это растения, приспособленные к условиям с запасами влаги в почве несколько ниже среднего [16].

Также нами были проанализированы жизненные формы флоры семейства *Liliaceae* Заилийского (Илийского) Алатау. Под жизненной формой подразумевается совокупность взрослых особей данного вида в определенных условиях произрастания, обладающих своеобразным общим обликом (габитусом), включая надземные и подземные органы (подземные побеги и корневую систему) [18]. По анализам жизненных форм, все виды семейства *Liliaceae*, произрастающие на территории Заилийского (Илийского) Алатау, являются многолетниками (34 вида или 100%).

Во флоре Заилийского (Илийского) Алатау из семейства *Liliaceae* встречаются 30 хозяйственно значимых видов. Среди полезных групп растений имеются декоративные (озеленительные), лекарственные. 29 хозяйственно значимых видов семейства *Liliaceae* Заилийского (Илийского) Алатау представлены декоративными растениями, в том числе 2 вида *Gagea stipitata*, *Tulipa greigii* являются лекарственными видами (рисунок 2).

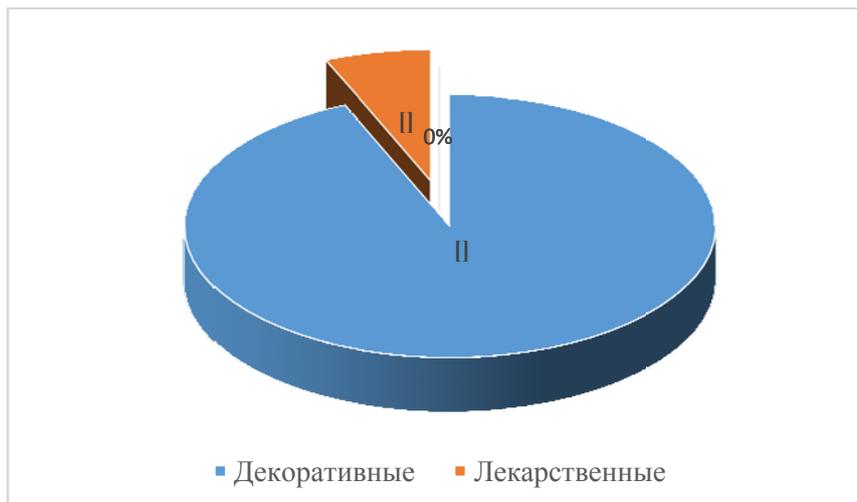


Рисунок 2 – Полезные виды растений семейства *Liliaceae* Заилийского (Илийского) Алатау

Помимо полезных растений во флоре Заилийского (Илийского) Алатау из семейства *Liliaceae* встречаются 7 эндемичных видов растений, такие как: *Gagea vaginata*, *Gagea michaelis*, *Gagea neo-porovii*, *Tulipa regelii*, *Tulipa alberti*, *Tulipa behmiana*, *Tulipa. ostrowskiana* и 3 редких вида, нуждающихся в охране: *Tulipa ostrowskiana* (рисунок 3), *Tulipa kolpakowskiana* (рисунок 4), *Gagea neo-porovii*.



Рисунок 3 – *Tulipa ostrowskiana* Regel



Рисунок 4 – *Tulipa kolpakowskiana* Regel

Таким образом, в результате наших исследований было выявлено, что в семействе *Liliaceae* Заилийского (Илийского) Алатау распространено 34 вида, относящихся к 5 родам. По практическому применению преобладают декоративные виды. Встречаются 7 эндемичных видов и 3 вида редких растений.

Лидирующее положение из родов семейства занимает род *Gagea*.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] География и мониторинг биоразнообразия / Колл. авторов. – М.: Научный и научно-методический центр, 2002. – 432 с.
- [2] Постановление Кабинета Министров Республики Казахстан от 19 августа 1994 года № 918.
- [3] Конвенция о биологическом разнообразии. От 9 июня 1992 // ООН. – 1992.
- [4] Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю. Г. Природные ресурсы мира: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 304 с.
- [5] Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г. Список лекарственных растений Казахстана. – Алматы, 2012. – 139 с.

- [6] Жандаев Ж.Ж. Природа Заилийского Алатау. – Алма-Ата, 1978. – 160 с.  
[7] Станюкевич К.В. Растительность гор СССР. – Душанбе, 1973. – 416 с.  
[8] Шульц С.С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. – М., 1948. – 223 с.  
[9] Флора СССР. – Москва-Ленинград, 1934–1964. – Т. 4.  
[10] Флора Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1956–1967. – Т. 2.  
[11] Определитель растений Средней Азии. – Ташкент: ФАН, 1968–1996. –Т. 2.  
[12] Иллюстрированный определитель растений Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1969–1972. – Т. 1-2.  
[13] Байтенов М.С. Флора Казахстана. – Алматы: Ғылым, 2001. – Т. 1-2.  
[14] Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. - Ленинград: Наука, 1987. – 292 с.  
[15] Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. – Л.: Наука, 1981. – 509 с.  
[16] Культиясов И.М. Экология растений. – М.: Московского университета, 1982. – 348 с.  
[17] Серебряков И.Г. Экологические группы и жизненные формы растений // Ботаника (Анатомия и морфология растений). – М., 1978. – С. 431-461.  
[18] Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. – М., 1952. – 390 с.

#### REFERENCES

- [1] Geography and biodiversity monitoring: Call. authors. [Geografiya i monitoring bioraznoobraziya. Kollektiv avtorov] (2002) Scientific and scientific-methodical center. Moscow: 432. (In Russian)  
[2] 918-1994 Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Kazakhstan dated August 19, 1994. [Postanovlenie Kabineta Ministrov Respubliki Kazahstan ot 19 avgusta 1994 goda N 918] (In Russian)  
[3] The Convention on Biological Diversity. UNEP (1992). [Konventsiya o biologicheskom raznoobrazii Ot 9 iyunya 1992]. (In Russian)  
[4] Romanova E.P., Kurakova L.I., Ermakov Y.G. (1993) World's natural resources. [Prirodnyie resursyi mira] MGU, Moscow: 304. (In Russian)  
[5] Grudinskaya L.M, Gemedzhieva N.G. (2012) List of medicinal plants in Kazakhstan. [Spisok lekarstvennyih rasteniy Kazahstana] Almaty: 139. (In Russian)  
[6] Jandaia J.J. (1978) Nature Trans-Ili Alatau. [Priroda Zailiyskogo Alatau] Almaty: 160. (In Russian)  
[7] Stanyukevich K.V. (1973) Vegetation USSR mountains. [Rastitelnost gor SSSRP] Dushanbe: 416. (In Russian)  
[8] Schultz S.S. (1948) Analysis of recent tectonics and relief Tien Shanya. [Analiz noveyshey tektoniki i relief Tyan-Shanya] Moscow: 223. (In Russian)  
[9] Flora of the USSR. [Flora SSSR] (1934-1964) Moscow. 4. (In Russian)  
[10] Flora of Kazakhstan. [Flora Kazahstana] (1956-1967) Science, Alma-Ata. 2. (In Russian)  
[11] Guide to the Plants of Central Asia. [Opredelitel rasteniy Sredney Azii] (1968-1996) Tashkent. 2. (In Russian)  
[12] Illustrated Manual of the plants in Kazakhstan. [Illyustrirovannyiy opredelitel rasteniy Kazahstana] (1969-1972) Science, Alma-Ata. 1-2. (In Russian)  
[13] Baitenov M.S. (2001) Flora of Kazakhstan. [Flora Kazahstana] Gylym, Almaty. 1-2. (In Russian)  
[14] Takhtadzhyan A.L. (1987) Magnoliofitov system. [Sistema magnoliofitov] Science, Leningrad: 292. (In Russian)  
[15] Cherepanov S.K. (1981) Vascular plants of the Soviet Union. [Sosudistyie rasteniya SSSR] Leningrad, Science: 509. (In Russian)  
[16] Kultiyasov I.M. (1982). Plant ecology. [Ekologiya rasteniy ] Moscow University. Moscow : 348. (In Russian)  
[17] Serebryakov I.G. (1978) Environmental groups and plant life forms. Botany (anatomy and morphology of plants). [Ekologicheskie gruppy i zhiznennyye formy rasteniy. Botanika. Anatomiya i morfologiya rasteniy] Moscow: 431-461. (In Russian)  
[18] Serebryakov I.G. (1952) The morphology of the vegetative organs of higher plants. [Morfologiya vegetativnyih organov vysshih rasteniy] Moscow: 390. (In Russian)

И. О. Байтулин, С. Г. Нестерова, З. А. Инелова

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

#### ЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ *LILIACEAE* JUSS ТҰҚЫМДАСЫНЫҢ АЛУАН ТҮРЛІЛІГІН БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН МӘЛІМЕТТЕР

**Аннотация.** Мақалада Іле Алатауы *Liliaceae* тұқымдасының түрлік құрамына талдау жасалынған. Зерттелген аймақ бойынша *Liliaceae* тұқымдасында 5 туысқа жататын 34 түр таралғаны анықталған. Көрсетілген таксономикалық құрамында жетекші орын алатын *Gagea* (20 түр) және *Tulipa* (11 түр) ірі туыстар болып анықталды. Ал *Lloydia*, *Rhinopetalum* және *Veratrum* туыстарының құрамына 1 түрден ғана кіреді. Іле Алатауы *Liliaceae* тұқымдасының алуан түрлілігін бағалау барысында зерттеу аймағында бұл тұқымдаста ылғалдылыққа қатысты 3 экологиялық типтер анықталды: мезофиттер, мезоксерофиттер, ксеромезофиттер. Топырақтың ылғалдылығы бойынша топтарды классификациялау негізінде өткізілген Іле Алатауы флорасының экологиялық талдауы нәтижесінде мезоксерофиттер басым болып келетіні анықталды (20 түр). Ол *Liliaceae* тұқымдасының барлық түрлі құрамынан алғанда 58,82 % құрайды. Зерттелген аймақта өсетін түрлердің барлығы көпжылдық өсімдіктер болып келеді. Іле Алатау флорасында *Liliaceae* тұқымдасынан 7 эндемикалық және 3 сирек кездесетін түрлер кездеседі.

**Түйін сөздер:** флора, *Liliaceae* тұқымдасы, туыс, түр.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 93 – 101

**A. A. Imanbaeva, M. Y. Ishmuratova, G. B. Kopbaeva**

Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Aktau, Kazakhstan.

E-mail: imangarden@mail.ru

**STUDYING OF SPECIFIC STRUCTURE OF WILD RELATIVES  
OF CULTURAL PLANTS OF THE FLORISTIC AREA –  
SPURS OF OSHCHY SYRT PLATEAU**

**Abstract.** In this article the analysis of specific structure and degree of prospects of wild relatives of cultural plants of the floristic area Spurs of Oshchy Syrt Plateau (The West Kazakhstan region, Kazakhstan) is carried out. As a result of processing of literary data and own field researches, the list of wild relatives of cultural plants of this floristic area comprised 127 species from 74 childbirth and 20 families. The most widespread are representatives of *Poaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae* and *Asteraceae* families. According to the economic and valuable groups DSKR, possessing fodder, food and medicinal properties are prevail.

The analysis of priority of DSKR has allowed distributing plants the next way: to the 1st group – 32 species; to the 2nd group – 3 species; to the 3rd group – 19 species; to the 4th group – 3 species; to the 5th group – 70 species.

**Keywords:** wild relatives of cultural plants, Spurs of Oshchy Syrt Plateau, floristic area, economic properties, prospects, flora.

УДК 634.25/26:631.521.527.5

**A. A. Иманбаева, М. Ю. Ишмуратова, Г. Б. Копбаева**

Мангышлакский экспериментальный ботанический сад, Актау, Казахстан

**К ИЗУЧЕНИЮ ВИДОВОГО СОСТАВА ДИКИХ СОРОДИЧЕЙ  
КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО РАЙОНА –  
ОТРОГИ ОБЩЕГО СЫРТА**

**Аннотация.** Проведен анализ видового состава и степени перспективности диких сородичей культурных растений флористического района Отроги общего сырта (Западно-Казakhstanская область, Казахстан). В результате обработки литературных данных и собственных полевых исследований перечень диких сородичей культурных растений данного флористического района составил 127 видов из 74 родов и 20 семейств. Наиболее широко распространенными являются представители сем. *Poaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae* и *Asteraceae*. По хозяйственно-ценным группам преобладают ДСКР, обладающие кормовыми, пищевыми и лекарственными свойствами.

Анализ приоритетности ДСКР позволил распределить растения следующим образом: к 1-ой группе – 32 вида; к 2-ой группе – 3 вида; к 3-ей группе – 19 видов; к 4-ой группе – 3 вида; к 5-ой группе – 70 видов.

**Ключевые слова:** дикие сородичи культурных растений, Отроги общего сырта, флористический район, хозяйственные свойства, перспективность, флора.

**Ведение.** Создание новых высокопродуктивных сортов растений, используемых для производства высококачественных пищевых продуктов и кормов, адаптированных к неблагоприятным условиям внешней среды, болезням и вредителям, требует широкого выбора исходного материала, важной составляющей которого являются дикие сородичи культурных растений (далее ДСКР) [1-3].

В настоящее время в состав ДСКР включаются не только те виды, которые спонтанно или с помощью человека принимали участие в формировании сортов культурных растений, но и те растения, которые потенциально пригодны для включения в селекционный процесс.

В последние годы возникла настоятельная необходимость подготовки списка ДСКР для Казахстана с разделением по флористическим районам и географическим пунктам, поскольку без специальных исследований, направленных на тщательную инвентаризацию хозяйственно-ценных видов республики, невозможно планировать мероприятия по их охране и практическому использованию.

Исходя из вышесказанного, целью настоящего исследования являлось выявление полного перечня ДСКР на территории флористического района Отроги общего сырта (Западно-Казахстанская область), их ранжирование по жизненным формам, степени перспективности и хозяйственному значению.

**Методы исследования.** Материалом для составления списка ДСКР Отрогов общего сырта служили республиканские списки флоры [4-12], литературные источники сотрудников Всероссийского института растений (г. Санкт-Петербург) и других авторов [13-15], а также собственные полевые исследования.

Для того, чтобы решить вопрос в выборе видов, нуждающихся в первоочередном сохранении *in situ*, во Всероссийском институте растений [16, 17]. По степени приоритетности все ДСКР были ранжированы по нескольким показателям: участие в селекционном процессе (непосредственное участие, участие в гибридизации, использование в качестве доноров полезных признаков, в качестве подвоев и т.д.), систематическая близость к культурному виду, степень использования в хозяйственной деятельности человека. В результате выделено 5 групп: 1 группа – виды, непосредственно представленные в культуре, имеют сорта; 2 группа – виды, непосредственно участвующие в скрещиваниях, используемые как источники генов или подвои; 3 группа – виды близкого родства с введенными в культуру (в составе одной секции или подрода), перспективные для хозяйственного использования; 4 группа – другие полезные виды рода, используемые в собирательстве и народной селекции; 5 группа – все остальные виды данного рода.

Выделение жизненных форм проводили на основе методических указаний И.Г. Серебрякова [18], хозяйственно-ценных групп растений – на основании литературных данных [19].

**Результаты исследования.** В результате исследований на территории флористического района Отроги общего сырта (Западно-Казахстанская область) было выявлено произрастание 127 видов ДСКР из 74 родов и 20 семейств (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень ДСКР флористического района Отроги общего сырта

Семейство	Род	Вид	Жизненная форма	Хозяйственное значение	Группа перспективности
1	2	3	4	5	6
<i>Alliaceae</i>	<i>Allium</i> L.	<i>A. angulosum</i> L.	Многолетник	П, в	5
		<i>A. globosum</i> M.Bieb.ex Redoute	Многолетник	П, в	5
		<i>A. praescissum</i> Reichenb.	Многолетник	П, в	5
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus</i> L.	<i>A. retroflexus</i> L.	Однолетник	К, д, т, л	1
<i>Asparagaceae</i>	<i>Asparagus</i> L.	<i>A. officinalis</i> L.	Многолетник	К, п, л, д	1
<i>3Asteraceae</i>	<i>Artemisia</i> L.	<i>A. dracunculus</i> L.	Многолетник	К, л, п	1
		<i>A. terrae-albae</i> Krasch.	Многолетник	К, л	4
	<i>Cichorium</i> L.	<i>C. intybus</i> L.	Многолетник	К, п, л, д	1
	<i>Inula</i> L.	<i>I. caspica</i> Blume	Многолетник	К, л	5
		<i>I. britannica</i> L.	Многолетник	К, л	5
		<i>I. germanica</i> L.	Многолетник	К, л	5
		<i>I. helenium</i> L.	Многолетник	Л, к, п	3
	<i>Lactuca</i> L.	<i>L. serriola</i> Torner.ex L. Centur	Однолетник, двулетник	К, п	3
		<i>L. tatarica</i> (L.) C.A. Mey.	Многолетник	К, п	3

Продолжение таблицы 1					
1	2	3	4	5	6
Asteraceae	Tragopogon L.	<i>T.capitatus</i> S.Nikit.	Двулетник	К	5
		<i>T.dubius</i> Scop.	Двулетник	К	5
		<i>T.pratensis</i> L.	Двулетник	К	5
	Taraxacum Wigg.	<i>T.officinale</i> Wigg.	Многолетник	К, п, л	3
Brassicaceae	Brassica L.	<i>B.elongata</i> Ehrh.	Двулетник	К, т, п	5
		<i>B.juncea</i> (L.) Czern.	Двулетник	М, к, п, л	5
	Camelina Crantz.	<i>C.micricarpa</i> Andrz.	Однолетник	К, п, т	5
	Crambe L.	<i>C.tatarica</i> Sebeok.	Многолетник	П, к, л	4
	Iruca Adans.	<i>I.sativa</i> Lam.	Однолетник	П	5
Cannabaceae	Cannabis L.	<i>C.ruderalis</i> Janisch.	Однолетник	П, к, т, л	1
	Humulus L.	<i>H.lupulus</i> L.	Многолетник	К, п, л	1
Caprifoliaceae	Lonicera L.	<i>L.microphylla</i> Willd.et Schult.	Кустарник	П, д	4
		<i>L.tatarica</i> L.	Кустарник, дерево	П, д, т	1
Chenopodiaceae	Atriplex L.	<i>A.canana</i> C.A. Mey	Полукустарничек	П, т	5
		<i>A.tatarica</i> L.	Однолетник	К, т	5
	Chenopodium L.	<i>Ch.album</i> L.	Однолетник	К, п, д, л	1
	Ceratocarpus L.	<i>C.arenarius</i> L.	Однолетник	К	5
	Kochia Roth.	<i>K.laniflora</i> (S.G. Gmel.) Bobr.	Однолетник	К, т, д	5
		<i>K.prostrata</i> (L.) Schrad.	Многолетник	К	3
		<i>K.scoparia</i> (L.) Schrad.	Однолетник	К, т, д	1
	Krascheninnikovi a Gueldenst.	<i>K.ceratooides</i> (L.) Gueldenst.	Кустарник, полукустарник	К, т, м, л	5
Salsola L.	<i>S.australis</i> R.Br.	Однолетник	К, т	5	
Elaeagnaceae	Elaeagnus L.	<i>E.angustifolia</i> L.	Дерево	Т, м, к, п, д	1
		<i>E.oxycarpa</i> Schlecht.	Дерево	Т, м, к, п, д	1
Fabaceae	Amaria C.Presl	<i>A.fragifera</i> (L.) Roskov	Многолетник	К, м	3
		<i>A.hybrida</i> (L.) C. Presl.	Многолетник	К, м	3
		<i>A.repens</i> (L.) C. Presl.	Многолетник	К, м	3
	Glycyrrhiza L.	<i>G.echiata</i> L.	Многолетник	К, л	5
	Lathyrus L.	<i>L.pisiformis</i> L.	Многолетник	К	5
	Medicago L.	<i>M.falcata</i> L.	Многолетник	К, м	3
		<i>M.lupulina</i> L.	Однолетник	К	3
	Melilotus Adans.	<i>M.albus</i> Desr.	Двулетник, однолетник	К, м, л	1
		<i>M.officinalis</i> (L.) Desr.	Двулетник	К, м, л	1
	Trifolium L.	<i>T.medium</i> L.	Многолетник	К	1
		<i>T.pratense</i> L.	Многолетник	К, м, д	5
	Vicia L.	<i>V.cracca</i> L.	Многолетник	К, д	5
		<i>V.tenuifolia</i> Roth.	Многолетник	К, м	5
<i>V.sepium</i> L.		Однолетник	К, м	5	
<i>V.tetrasperma</i> (L.) Schreb.		Однолетник	К, м	5	
Grossulariaceae	Ribes L.	<i>R.aureum</i> Pursh	Кустарник	К, п, д, в	1
		<i>R.nigrum</i> L.	Кустарник	П, в	1
		<i>R.saxatile</i> Pall.	Кустарник	П, в	3
Hypericaceae	Hypericum L.	<i>H.perforatum</i> L.	Многолетник	Т, п, к, л	1
Lamiaceae	Mentha L.	<i>M.arvensis</i> L.	Многолетник	П	1
		<i>M.longifolia</i> (L.) Huds.	Многолетник	П	2
Malvaceae	Althaea L.	<i>A.officinalis</i> L.	Многолетник	Т, к, л	3
	Lavatera L.	<i>L.thuringiaca</i> L.	Многолетник	Л, к, д	5
	Malva L.	<i>M.pusilla</i> Smith	Многолетник	К, л	5

Продолжение таблицы 1					
1	2	3	4	5	6
Poaceae	<i>Aeleropus</i> Trin.	<i>A.littoralis</i> (Gouan) Parl.	Многолетник	К, м	5
	<i>Agropyron</i> Gaertn.	<i>A.cristatum</i> (L.) Gaertn.	Многолетник	К, п	1
		<i>A.fragile</i> (Roth) Candargy	Многолетник	К	5
		<i>A.pectinatum</i> (Bieb.) Beauv.	Многолетник	К	5
		<i>A.ramosum</i> (Trin.) Richt	Многолетник	К	5
	<i>Agrostis</i> L.	<i>A.alba</i> L.	Многолетник	К	5
	<i>Alopecurus</i> L.	<i>A.aequalis</i> Sobol.	Однолетник	К	5
		<i>A.arundinaceus</i> Poir.	Многолетник	к	5
		<i>A.pratensis</i> L.	Многолетник	К	5
	<i>Anisantha</i> C. Koch.	<i>A.tectorum</i> (L.) Nevski	Однолетник	К	5
	<i>Beckmannia</i> Host	<i>B.eruciformis</i> (L.) Host	Многолетник	К	5
	<i>Bromopsis</i> Fourr.	<i>B.inermis</i> (Leyss.) Holub.	Многолетник	К	2
	<i>Bromus</i> L.	<i>B.japonicus</i> Thunb.	Однолетник	К	5
		<i>C.schoenoides</i> (L.) Lam.	Однолетник	К	5
	<i>Cynodon</i> Rich.	<i>C.dactylon</i> (L.) Pers.	Многолетник	К, м	5
	<i>Dactylis</i> L.	<i>D.glomerata</i> L.	Многолетник	К, д	1
	<i>Echinochloa</i> P.B.	<i>E.crusgalli</i> (L.) Roem.et Schult.	Однолетник	К	5
	<i>Elytrigia</i> Desv	<i>E.repens</i> (L.) Neski	Многолетник	К, л	3
	<i>Eremopyrum</i> (Ledeb.) Jaub.et Spach	<i>E.orientale</i> (L.) Jaub.et Spach	Однолетник	К	5
		<i>E.triticum</i> (Gaertn.) Nevki	Однолетник	К, п	5
	<i>Festuca</i> L.	<i>F.orientalis</i> Kerner ex Hack.	Многолетник	К	5
		<i>F.pseudoovina</i> Hack. ex Wiesb.	Многолетник	К	5
	<i>Hierochloe</i> R.Br.	<i>H.odorata</i> (L.) Wahlb.	Многолетник	П	5
	<i>Helictotrichon</i> Bess.	<i>H.desertorum</i> (Less.) Nevski	Многолетник	К	5
	<i>Hordeum</i> L.	<i>H.bogdanii</i> Wilensky	Многолетник	К	5
		<i>H.brevisibulatum</i> (Trin.) Link	Многолетник	К	5
	<i>Koeleria</i> Pers.	<i>K.delavignei</i>	Многолетник	К	5
		<i>K.gracilis</i> Pers.	Многолетник	К	5
	<i>Melica</i> L.	<i>M.altissima</i> L.	Многолетник	К	5
	<i>Poa</i> L.	<i>P.angustifolia</i> L.	Многолетник	К	5
		<i>P.annua</i> L.	Однолетник, двулетник	К	5
		<i>P.bulbosa</i> L.	Многолетник	К	5
		<i>P.pratensis</i> L.	Многолетник	К	5
<i>P.serotina</i> Ehrh.		Многолетник	К	5	
<i>Phleum</i> L.	<i>Ph.phleoides</i> (L.) Karst.	Многолетник	К, д	5	
<i>Pucinellia</i> Parl	<i>P.distans</i> (Jacq.) Parl.	Многолетник	К	5	
	<i>P.gigantea</i> Grossh.	Многолетник	К	5	
<i>Secale</i> L.	<i>S.sylvestre</i> Host	Однолетник	К, п	3	
<i>Setaria</i> P.B.	<i>S.verticillata</i> (L.) P.B.	Однолетник	К	5	
	<i>S.viridis</i> (L.) P.B.	Однолетник	К	5	
Polygonaceae	<i>Fagopyrum</i> Gaertn.	<i>F.tataricum</i> (L.) Gaertn.	Однолетник	К, п	1
	<i>Polygonum</i> L.	<i>P.aviculare</i> L.	Однолетник	К, п, л, т	3
	<i>Rumex</i> L.	<i>R.acetosa</i> L.	Двулетник	К, п	1
		<i>R.confertus</i> Willd.	Многолетник	К, т, п, л	5
		<i>R.crispus</i> L.	Многолетник	К, п	5
<i>R.maritimus</i> L.		Многолетник	К	5	

Окончание таблицы 1					
1	2	3	4	5	6
<i>Polygonaceae</i>	<i>Rumex</i> L.	<i>R.marschallianus</i> Reichenb.	Однолетник	К, п, л	5
		<i>R.thyrsoiflorus</i> Fingern.	Многолетник	К, п	5
<i>Rosaceae</i>	<i>Amygdalus</i> L.	<i>A.nana</i> L.	Кустарник	Д, п, л	3
	<i>Cerasus</i> Juss.	<i>C.fruticosa</i> (Pall.) G.Woron.	Кустарник	П, д, м	1
		<i>C.sanguinea</i> Pall.	Кустарник, дерево	П, к, д, л, в	1
	<i>Fragaria</i> L.	<i>F.vesca</i> L.	Многолетник	П, к, л, в, м	3
		<i>F.viridis</i> (Duch) Wenston	Многолетник	П, к, л, в, м	1
	<i>Malus</i> Hill	<i>M.baccata</i> (L.) Borkh.	Дерево	П, к, м, д	1
		<i>M.sieversii</i> (Ledeb.) M.Roem.	Дерево	П, к, м, д	1
	<i>Padus</i> Mill.	<i>P.racemosa</i> (Lam.) Gilib.	Кустарник, дерево	П, д, м, т	1
	<i>Prunus</i> Mill.	<i>P.spinosa</i> L.	Кустарник, дерево	П, в, д	1
	<i>Rosa</i> L.	<i>R.canina</i> L.	Кустарник	П, в, л, д, м	1
		<i>R.glabrifolia</i> C.A. Mey. Ex Rupr.	Кустарник	П, в, л, д, м	2
	<i>Rubus</i> L.	<i>R.caesius</i> L.	Кустарник	П, к, л, в, м	1
<i>R.saxatile</i> L.		Многолетник	Л, п, к, м	3	
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i> L.	<i>S.dulcamara</i> L.	Полукустарник	П	1
		<i>S.nigrum</i> L.	Однолетник	П	1
<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica</i> L.	<i>U.dioica</i> L.	Многолетник	П, к, т, л	3
<i>Viburnaceae</i>	<i>Viburnum</i> L.	<i>V.opulus</i> L.	Кустарник	П, д, м, т	1

Примечание. Группы хозяйственной ценности: п – пищевые, в – витаминные, к – кормовые, л – лекарственные, т – технические, м – медоносные, д – декоративные.

### Обсуждение результатов

Наибольшее число видов ДСКР отмечено в семействе *Poaceae* (40 видов), *Fabaceae* (15 видов), *Rosaceae* (13 видов) и *Asteraceae* (13 видов) (таблица 2).

Таблица 2 – Таксономический состав ДСКР флористического района Отроги общего сырта

Семейство	Число родов, шт.	Число видов, шт.
<i>Alliaceae</i>	1	3
<i>Amaranthaceae</i>	1	1
<i>Asparagaceae</i>	1	1
<i>Asteraceae</i>	6	13
<i>Brassicaceae</i>	4	5
<i>Cannabaceae</i>	2	2
<i>Caprifoliaceae</i>	1	2
<i>Chenopodiaceae</i>	6	9
<i>Elaeagnaceae</i>	1	2
<i>Fabaceae</i>	7	15
<i>Grossulariaceae</i>	1	3
<i>Hypericaceae</i>	1	1
<i>Lamiaceae</i>	1	2
<i>Malvaceae</i>	3	3
<i>Poaceae</i>	24	40
<i>Polygonaceae</i>	3	8
<i>Rosaceae</i>	8	13
<i>Solanaceae</i>	1	2
<i>Urticaceae</i>	1	1
<i>Viburnaceae</i>	1	1

Нами проведен анализ хозяйственно-ценных групп растений. Так, было определено, что среди ДСКР наибольшее число относится к кормовым растениям – 106 вида, вторую позицию занимают пищевые растения – 56 видов, на третьем месте лекарственные растения – 35 вида. Медоносные растения представлены 27 видами, технические – 16 видами, витаминные – 13 видами, декоративные – 24 видами (рисунок 1).

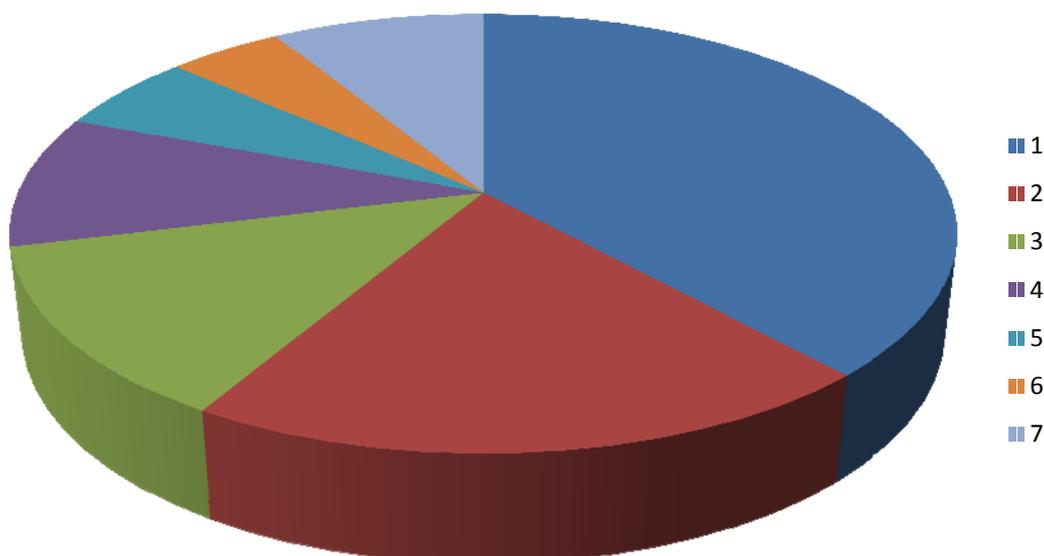


Рисунок 1 – Распределение ДСКР флористического района Отроги общего сырта по хозяйственно-ценным группам: 1 – кормовые, 2 – пищевые, 3 – лекарственные, 4 – медоносные, 5 – технические, 6 – витаминные, 7 – декоративные

По степени приоритетности виды распределились неравномерно. Так, в 1-ую группу ДСКР, которые внедрены в культуру и имеют сорта (*Malus baccata*, *Malus sieversii*, *Rubus caesius*, *Rubus idaeus*, *Padus racemosa*, *Viburnum opulus* и другие), отнесены 32 вида (рисунок 2).

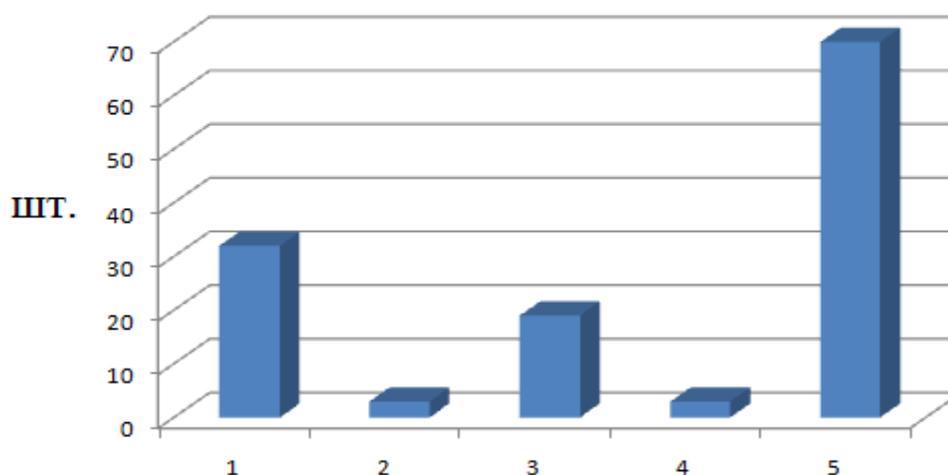


Рисунок 2 – Распределение ДСКР флористического района Отроги общего сырта по степени приоритетности. Группы ДСКР по приоритетности: 1 – виды, представленные в культуре и имеющие сорта, 2 – виды, используемые как источники генов в селекции, 3 – виды близкого родства с культурными, 4 – другие полезные виды рода, используемые в собирательстве и народной медицине, 5 – все остальные виды данного рода

Ко 2-ой группе видов, участвующих в скрещивании отнесены 3 вида (*Mentha longifolia*, *Bromopsis inermis*, *Rosa grabrifolia*). К третьей группе отнесены 19 видов ДСКР – это близкородственные к культурным растениям. Среди них *Rubus saxatile*, *Urtica dioica*, *Amygdalus nana*, *Elytrigia repens*, *Kochia scoparia* и другие. К 4-ой группе, полезным видам родов, содержащих ДСКР, отнесены 3 растения, в том числе *Lonicera microphyla*, *Crambe edentula*. К 5-ой группе, включающей все остальные виды полезных родов, отнесено наибольшее число растений – 70.

Анализ видов по жизненным формам показал следующее (рисунок 3): травянистые многолетники – 80 видов, двулетние и однолетние растения – 27 видов, деревья – 4 вида, кустарники – 14 видов, полукустарники – 1 вид, полукустарнички – 1 вид.

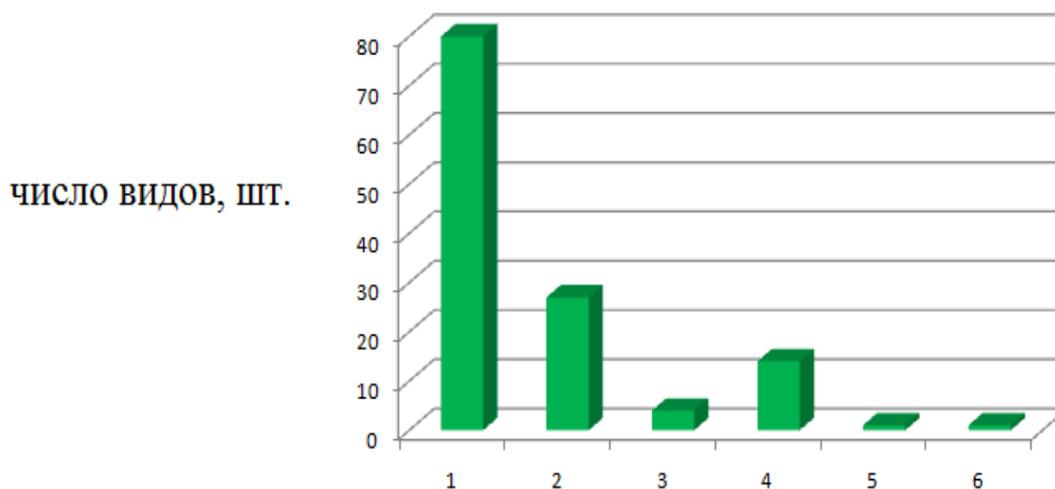


Рисунок 3 – Распределение ДСКР флористического района Отроги общего сырта по жизненным формам. Жизненные формы: 1 – многолетники, 2 – малолетники, 3 – деревья, 4 – кустарники, 5 – полукустарнички, 6 – полукустарники

**Выводы.** Таким образом, на территории флористического района Отроги общего сырта произрастает 127 видов ДСКР из 74 родов и 20 семейства. Наиболее широко распространенными являются представители семейства Злаковых, Бобовых, Розоцветных и Сложноцветных. По хозяйственно-ценным группам преобладают ДСКР, обладающие кормовыми, пищевыми и лекарственными свойствами.

Анализ приоритетности ДСКР позволил распределить растения следующим образом: к 1-ой группе – 32 вида; ко 2-ой группе – 3 вида; к 3-ей группе – 19 видов; к 4-ой группе – 3 вида; к 5-ой группе – 70 видов.

**Источник финансирования исследований.** Исследования выполнены в рамках темы «Ботаническое разнообразие диких сородичей культурных растений Западного Казахстана как источник обогащения и сохранения генофонда агробиоразнообразия для реализации продовольственной программы».

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Коровина О.Н. Природный генофонд дикорастущих родичей культурных растений флоры СССР и его охрана (аннотированный перечень). – Л., 1986. – 126 с.
- [2] Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. – Л.: Наука, 1969. – 564 с.
- [3] Никитин В.В., Бондаренко О.Н. Дикие сородичи культурных растений и их распространение на территории СССР (конспект). – Л., 1975. – 69 с.
- [4] Флора Казахстана. Т. 1. – Алма-Ата: Изд-во АН ССР, 1965. – 354 с.
- [5] Флора Казахстана. Т. 2. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1958. – 290 с.
- [6] Флора Казахстана. Т. 3. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1960. – 458 с.
- [7] Флора Казахстана. Т. 4. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1961. – 545 с.
- [8] Флора Казахстана. Т. 5. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1961. – 515 с.
- [9] Флора Казахстана. Т. 6. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1963. – 465 с.

- [10] Флора Казахстана. Т. 7. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1964. – 498 с.
- [11] Флора Казахстана. Т. 8. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1964. – 279 с.
- [12] Флора Казахстана. Т. 9. – Алма-Ата: Наука, 1966. – 425 с.
- [13] Смекалова Т.Н., Лебедева Е.Г., Лунева Н.Н., Чухина И.Г. Информационно-поисковая система «Дикорастущие родичи культурных растений» // Ботанические исследования в азиатской России: Материалы XI съезда Русского ботанического общества. – Барнаул, 2003. – С. 116-118.
- [14] Smekalova T. Specific features of in situ conservation strategy in Russia // XXVI International Horticultural Congress and Exhibition. – Toronto, 2002. – P. 526.
- [15] Нухимовская Ю.Д., Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. Дикорастущие родичи культурных растений в заповедниках России // В сб. Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. – М.: Изд-во КМК, 2005. – С. 102-113.
- [16] Смекалова Т.Н., Лунева Н.Н., Чухина И.Г. Проблемы сохранения диких родичей культурных растений в составе природных растительных сообществ (insitu) на территории России // В сб. Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции. – СПб.: Изд-во ВИР, 2001. – С. 57-59.
- [17] Смекалова Т.Н., Чухина И.Г., Лунева Н.Н. Основные аспекты стратегии сохранения диких родичей культурных растений // Материалы 1 межд.науч.-практ.конф. Проблемы ботаников Южной Сибири и Монголии. – Барнаул, 2002. – С. 265-269.
- [18] Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника, Т. 3. – М.-Л.: Наука, 1964. – С. 146-205.
- [19] Грудзинская Л.М., Есимбекова М.А., Гемеджиева Н.Г., Мукин К.Б. Дикорастущие полезные растения Казахстана (каталог). – Алматы, 2008. – 100 с.

#### REFERENCES

- [1] Korovina O.N. Prirodnyj genofond dikorastushhijh rodichej kul'turnyh rastenij flory SSSR i ego ohrana (annotirovannyj perechen'). L., 1986. 126 p.
- [2] Zhukovskij P.M. Kul'turnye rastenija i ih sorodichi. L.: Nauka, 1969. 564 p.
- [3] Nikitin V.V., Bondarenko O.N. Dikie sorodichi kul'turnyh rastenij i ih rasprostranenie na territorii SSSR (konspekt). L., 1975. 69 p.
- [4] Flora Kazahstana. Vol. 1. Alma-Ata: Izd-vo AN SSR, 1965. 354 p.
- [5] Flora Kazahstana. Vol. 2. Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1958. 290 p.
- [6] Flora Kazahstana. Vol. 3. Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1960. 458 p.
- [7] Flora Kazahstana. Vol. 4. Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1961. 545 p.
- [8] Flora Kazahstana. Vol. 5. Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1961. 515 p.
- [9] Flora Kazahstana. Vol. 6. Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1963. 465 p.
- [10] Flora Kazahstana. Vol. 7. Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1964. 498 p.
- [11] Flora Kazahstana. Vol. 8. Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1964. 279 p.
- [12] Flora Kazahstana. Vol. 9. Alma-Ata: Nauka, 1966. 425 p.
- [13] Smekalova T.N., Lebedeva E.G., Luneva N.N., Chuhina I.G. Informacionno-poiskovaja sistema «Dikorastushhie rodichi kul'turnyh rastenij» Botanicheskie issledovanija v aziatskoj Rossii: Materialy XI sezda Russkogo botanicheskogo obshhestva. Barnaul, 2003. P. 116-118.
- [14] Smekalova T. Specific features of in situ conservation strategy in Russia XXVI International Horticultural Congress and Exhibition. Toronto, 2002. P. 526.
- [15] Nuhimovskaja Ju.D., Smekalova T.N., Chuhina I.G. Dikorastushhie rodichi kul'turnyh rastenij v zapovednikah Rossii // V sb.: Fundamental'nye osnovy upravlenija biologicheskimi resursami. M.: Izd-vo KMK, 2005. P. 102-113.
- [16] Smekalova T.N., Luneva N.N., Chuhina I.G. Problemy sohranenija dikih rodichej kul'turnyh rastenij v sostave prirodnyh rastitel'nyh soobshhestv (insitu) na terri-torii Rossii V sb. Geneticheskie resursy kul'turnyh rastenij. Problemy mobilizacii, inventarizacii, sohranenija i izuchenija genofonda vazhnejshih sel'skohozjajstven-nyh kul'tur dlja reshenija prioritetnyh zadach selekcii. SPb.: Izd. VIR, 2001. P. 57-59.
- [17] Smekalova T.N., Chuhina I.G., Luneva N.N. Osnovnye aspekty strategii sohranenija dikih rodichej kul'turnyh rastenij // Materialy 1 mezhd.nauch.-prakt.konf. Problemy botanikov Juzhnoj Sibiri i Mongolii. Barnaul, 2002. P. 265-269.
- [18] Serebrjakov I.G. Zhiznennye formy vysshijh rastenij i ih izuchenie Polevaja geobotanika. Vol. 3. M.; L.: Nauka, 1964. P. 146-205.
- [19] Grudzinskaja L.M., Esimbekova M.A., Gemedzhieva N.G., Mukin K.B. Dikorastushhie poleznye rastenija Kazahstana (katalog). Almaty, 2008. 100 p.

А. А. Иманбаева, М. Ю. Ишмуратова, Г. Копбаева

Манғышлак эксперименталды ботаникалық бақ, Актау, Қазақстан

**ЖАЛПЫ СЫРТ СІЛЕМДЕРІ ФЛОРИСТИКАЛЫҚ АУДАНЫҢ  
МӘДЕНИ ӨСІМДІКТЕРІНІҢ ЖАБАЙЫ ТУЫСТАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ ТУРАЛЫ**

**Аннотация.** Мақалада Жалпы сырт сілемдері флористикалық ауданының (Батыс Қазақстан облысы) мәдени өсімдіктерінің жабайы туыстарының /МӨЖТ/ түр құрамы мен болашығының дәрежесіне талдама көрсетілді. Жарияланған деректер мен өзінің далалық зерттеулер мәліметтерін өңдеу нәтижесінде осы флоралық ауданда мәдени өсімдіктерінің жабайы туыстары 20 тұқымдас пен 74 туыстан тұратын 127 түрді құрады. МӨЖТ-ның ең көп түр саны *Poaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae* и *Asteraceae* тұқымдастырында байқалды. МӨЖТ-нің түрлерінің шаруашылық құнды тобына жем-шөптік, тағамдық, дәрілік қасиеттері бар өсімдіктер басымдылық көрсетті, МӨЖТ-ні басымдылығына сәйкес талдауда өсімдіктерді келесідей орналастырылды: 1 топқа – 32 түр; 2 топқа – 3 түр; 3 топқа – 19 түр; 4 топқа – 3 түр; 5 топқа – 70 түр.

**Түйін сөздер:** мәдени өсімдіктерінің жабайы туыстары, Жалпы сырт сілемдері, флористикалық ауданы, шаруашылық қасиеті, болашағы, флора.

**Сведения об авторах:**

Иманбаева Акжунис Алтаевна – кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, Мангышлакский экспериментальный ботанический сад, e-mail: imangarden@mail.ru;

Ишмуратова Маргарита Юлаевна – кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, Мангышлакский экспериментальный ботанический сад, e-mail: margarita.ishmur@mail.ru;

Копбаева Гульжамал Бектурсуновна – Мангышлакский экспериментальный ботанический сад, e-mail: imangarden@mail.ru

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 102 – 106

**A. Zh. Amirkulova, O. V. Chebonenko, A. O. Abayldaev, A. Sh. Utarbayeva**

Institute of Molecular Biology and Biochemistry named after M. A. Aitkhozhin, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: araika88a@mail.ru

## **EFFECT OF FUNGICIDE "FUNDAZOL" ON THE ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES OF CEREALS**

**Abstract.** The aim of this work was to evaluate the effect of different concentrations of the fungicide fundazol on the activity of antioxidant enzymes catalase (CAT) and peroxidase (PO) in seedlings of cereals. The objects of study were 7-day seedlings of cereals of winter wheat (*Triticum L.*, variety Beauharnais 56), barley (*Hordeum vulgare L.*, Baysheshek grade) and oats (*Avena L.*, Kazakhstan grade). The activity of antioxidant enzymes depended on the plant organ and concentrations fungicide. As a result of increased activity of the enzyme was in the roots, which is directly correlated with increasing fungicide concentrations.

**Keywords:** wheat, fungicide, antioxidant enzymes, barley, fundazol, catalase, peroxidase.

УДК 632.952:633.1

**А. Ж. Амиркулова, О. В. Чебоненко, А. О. Абайлдаев, А. Ш. Утарбаева**

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

## **ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДА «ФУНДАЗОЛ» НА АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ ЗЛАКОВЫХ РАСТЕНИЙ**

**Аннотация.** Целью работы была оценка влияния различных концентраций фунгицида Фундазол на активность антиоксидантных ферментов: каталазы (КАТ) и пероксидазы (ПО) в проростках злаковых растений. Объектами исследований служили 7-ми дневные проростки злаковых растений пшеницы озимой (*Triticum L.*, сорт Богарная 56), ячменя (*Hordeum vulgare L.*, сорт Байшешек) и овса (*Avena L.*, сорт Казахстанский). Активность антиоксидантных ферментов зависела от органа растения и концентрации фунгицида. В результате повышенная активность ферментов была в корнях, которая прямо коррелировала с повышением концентрации фунгицида.

**Ключевые слова:** пшеница, фунгицид, антиоксидантные ферменты, ячмень, фундазол, каталаза, пероксидаза.

**Введение.** Применение пестицидов в мире является составной частью современной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, без применения этих препаратов невозможно получение необходимых населению продуктов питания. Условием правильного и безопасного применения пестицидов является хорошее знание их физико-химических свойств, особенностей применения, знание их токсикологической характеристики и поведения в биологических средах [1].

Любая из известных сегодня систем земледелия невозможна без химических средств защиты растений как фактора, определяющих высокие урожаи. Пестициды – это химические вещества, которые используются с целью защиты растений от вредителей и болезней.

Фундазол (другие названия: бентал, агроцит, дезорал) – широко применяемый системный фунгицид класса бензимидазолов. Препарат используется для защиты более пятидесяти культур:

зерновых, бобовых, овощных, плодово-ягодных, декоративных и лекарственных растений против мучнистой росы всех видов головни, корневых гнилей, ржавчины и пятнистости. Действующее начало препарата – беномил, класс бензимидазолов, механизм действия которого связан с торможением деления клеток патогена. Этот препарат малотоксичен для человека и животных (IV класс опасности).

Поскольку пестициды – вещества с высокой биологической активностью, способные циркулировать и накапливаться в почвах, водоемах, продуктах питания, что губительно отражается на окружающей среде и здоровье человека. В связи с этим, к пестицидам предъявляются все более жесткие требования безопасности в отношении нецелевых организмов, и в первую очередь растений, для защиты которых они предназначены. Использование в биотестировании высших растений по-прежнему остается традиционным направлением биологии, биохимии и экотоксикологии. Новыми стремительно развивающимися направлениями являются биохимические и молекулярные уровни индикации стрессовых воздействий [2].

Одним из ранних неспецифических ответов живых организмов, в том числе растений на абиотические стрессоры является усиление процессов свободно-радикального окисления, «окислительный взрыв» приводящий к накоплению активных форм кислорода и активации антиоксидантных ферментов [3].

В связи с этим, целью работы была оценка влияния различных концентраций фунгицида Фундазол на активность антиоксидантных ферментов (АОФ): каталазы (КАТ) и пероксидазы (ПО) в проростках злаковых растений.

**Методы исследования.** Объектами исследований служили 7-ми дневные проростки злаковых растений пшеницы озимой (*Triticum L.*, сорт Богарная 56), ячменя (*Hordeum vulgare L.*, сорт Байшешек) и овса (*Avena L.*, сорт Казахстанский). Семена каждой культуры обрабатывали путем погружения на 10 минут в раствор фунгицида Фундазол (действующее вещество Беномил, 500 г/кг; класс-Бензимидазол, норма расхода 2 г/кг семян) в концентрациях 2 (норма), 4 и 10 г/кг. В качестве контроля использовали семена, выдержанные в дистиллированной воде. После обработки семена высаживали в емкости с влажной подложкой и выращивали в лабораторных условиях до фазы 2-3 листьев (возраст 7 суток) при температуре 22-25 °С, фотопериоде 16/8 ч (день/ночь). Для анализа активности ферментов КАТ и ПО использовали надземную часть и корень 7-ми дневных проростков.

Активность КАТ определяли спектрофотометрически по распаду  $H_2O_2$  при 240 нм в Na + - фосфатном буфере (рН 6,5). Реакционная смесь содержала 2мл 0,1М Na + - фосфатного буфера (рН 6,5), 100 мкл  $H_2O_2$  (финальная концентрация 12,5 мМ), 50 мкл растительного экстракта [4]. Активность ПО отмечали по начальной скорости окисления о-дианизидина при комнатной температуре при 460 нм. Скорость реакции определяли по тангенсу угла наклона начальных участков кинетических прямых изменения оптической плотности во времени [5]. Белок определяли микробиуретовым методом [6]. Все определения проводились в 3-х биологических и 3-х аналитических повторностях. Результаты статистически обработаны с помощью программы мастера статообработки приложения Microsoft Excel 2006 [7].

### Результаты исследования

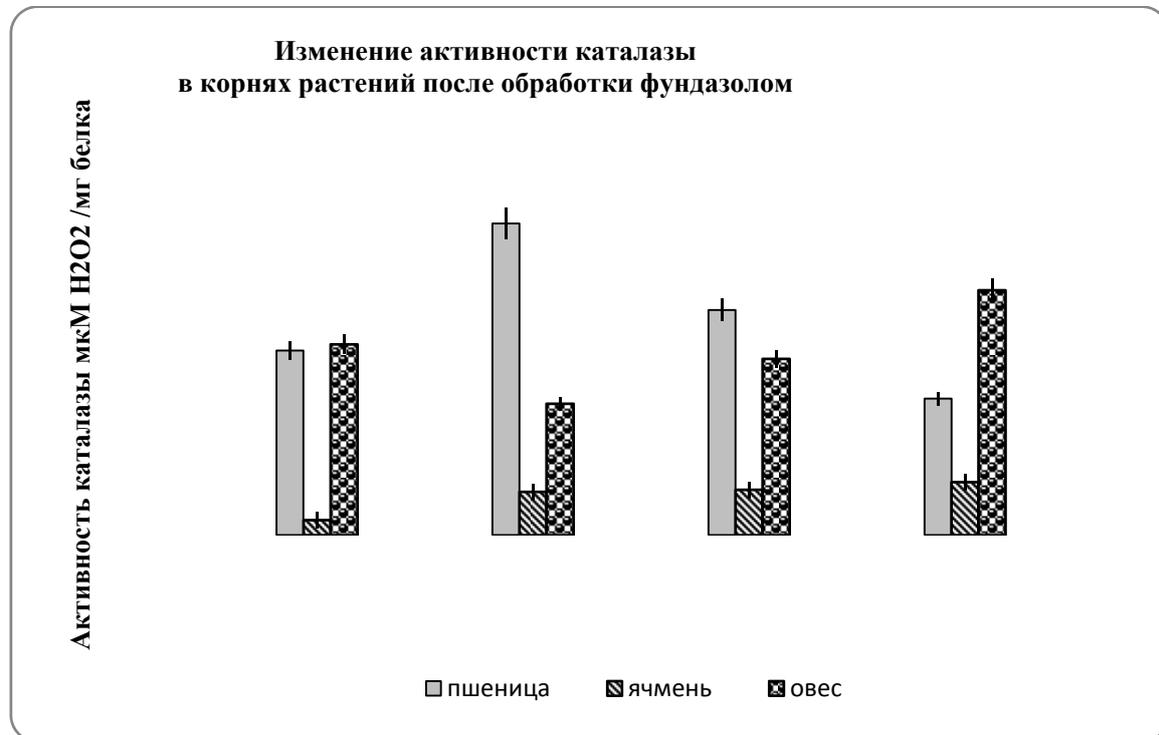
По многим литературным данным известно, что действие пестицидов на разные виды растений весьма избирательно, поэтому сравнение ответных реакций растений на действие фунгицида позволит выяснить вклад систем антиоксидантной защиты в механизмы избирательности [8].

Результаты наших исследований показали, что в побегах растений пшеницы активность КАТ понижалась пропорционально увеличению концентрации фунгицида на 16, 23 и 36 % соответственно, тогда как в корнях она была выше контроля на 1,7 и 1,2 раза при концентрациях 2 и 4 г/кг, только концентрация 10 г/кг инактивировала КАТ на 35% по сравнению с контролем. В побегах ячменя наблюдали подобную картину: фундазол в норме и в концентрации 4 г/кг приводили к понижению активности фермента на 50-60% относительно контроля, а максимальная концентрация наоборот увеличила активность на 14%. В корнях же все три концентрации активировали КАТ в 3 раза по сравнению с контролем. Что касается овса, то здесь наблюдается обратная кар-

тина: в побегах активность фермента возрастает обратно пропорционально увеличению концентраций фунгицида в 8, 4,5 и 4,2 раза выше контроля, тогда как в корнях она инактивировалась в норме и в концентрации 4 г/кг в 1,5 и в 1,1 раза по сравнению с контролем, но максимальная концентрация повысила активность КАТ в 1,3 раза выше контроля (рисунок 1).



А



Б

Рисунок 1 – Влияние Фундазола на изменение активности КАТ в надземной части (А) и корнях (Б) 7-ми дневных проростков злаковых растений

В результате обработки фунгицидом семян злаковых растений активность ПО в побегах недельных проростков одинаково понизилась: почти в 2 раза у пшеницы и ячменя и в 4 и 4,5 раза у овса в концентрациях 2 и 4 г/кг соответственно по сравнению с контрольным вариантом, а норма практически не повлияла на изменение активности ПО. В корнях всех злаков окислительный стресс, вызванный фундазолом, активировал ПО в 1,5 раза в концентрации 4 г/кг и в 2 раза в концентрации 10 г/кг выше контроля, норма же достоверно не повлияла на активность ПО (рисунок 2).



А



Б

Рисунок 2 – Влияние Фундазола на изменение активности ПО в надземной части (А) и корнях (Б) 7-ми дневных проростков злаковых растений

В итоге было показано, что активность антиоксидантных ферментов зависела от органа растения и концентрации фунгицида. В основном повышенная активность ферментов была в корнях, которая прямо коррелировала с повышением концентрации фундазола. Различия в активности ферментов у разных объектов отражают их физиологические особенности и связаны с функционированием антиокислительных систем в клетках.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Колупаев Ю. Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология. – 2007. – Вып. 3(12). – С. 6-26.
- [2] Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. – М.: Изд-во КДУ, 2007. – С. 140.
- [3] Finkel T., Holbrook N. J. Oxidants, oxidative stress and the biology of aging // Nature. – 2000. – Vol. 408. – P. 239-247.
- [4] Aebi H. Catalase in vitro // Methods Enzymology. – 1984. – Vol. 105. – P. 121-126.
- [5] Лебедева О.В., Угарова Н.Н., Березин И.В. Кинетическое изучение реакции окисления о-дианизидина  $H_2O_2$  в присутствии пероксидазы хрена // Биохимия – 1977. – Т. 42. – С. 1372-1379.
- [6] Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии. – М.: Высшая школа, 1971. – С. 352.
- [7] Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. – М., 1990. – С. 293.
- [8] Hassan N.M., Alla M. M. N. Oxidative Stress in herbicide – treated Broad Bean and Maize Plants // Acta Physiol. Plant. – 2005. – Vol. 27. – P. 429-438.

#### REFERENCES

- [1] Kolupaev Ju. E. Aktivnye formy kisloroda v rastenijah pri dejstvii stressorov: obrazovanie i vozmozhnye funkcii // Vestnik Har'kovskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta. Ser. Biologija. 2007. Vyp. 3(12). P. 6-26.
- [2] Poleskaja O.G. Rastitel'naja kletka i aktivnye formy kisloroda. M.: Izd-vo KDU, 2007. P. 140.
- [3] Finkel T., Holbrook N.J. Oxidants, oxidative stress and the biology of aging // Nature. 2000. Vol. 408. P. 239-247.
- [4] Aebi H. Catalase in vitro // Methods Enzymology. 1984. Vol. 105. P. 121-126.
- [5] Lebedeva O.V., Ugarova N.N., Berezin I.V. Kineticheskoe izuchenie reakcii okislenija o-dianizidina  $N_2O_2$  v prisutstvii peroksidazy hrena // Biohimija. 1977. Vol. 42. P. 1372-1379.
- [6] Kochetov G.A. Prakticheskoe rukovodstvo po jenzimologii. M.: Vysshaja shkola, 1971. P. 352.
- [7] Zajcev G.N. Matematika v jeksperimental'noj botanike. M., 1990. P. 293.
- [8] Hassan N.M., Alla M. M. N. Oxidative Stress in herbicide – treated Broad Bean and Maize Plants // Acta Physiol. Plant. 2005. Vol. 27. P. 429-438.

**А. Ж. Амиркулова, О. В. Чебененко, А. О. Абайлдаев, А. Ш. Утарбаева**

М. А. Айтхожин атындағы Молекулалық биология мен биохимия институты, Алматы, Қазақстан

#### ДӘНДІ ӨСІМДІКТЕРДІҢ АНТИОКСИДАНТТЫҚ ФЕРМЕННТЕР БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ «ФУНДАЗОЛ» САҢЫРАУҚҰЛАҚЖОЙҒЫНЫҢ ӘСЕРІ

**Аннотация.** Жұмыстың мақсаты антиоксиданттық ферменттердің белсенділігіне дәнді өсімдіктердің өскіндерінде каталаза (КАТ) және пероксидаза (ПО) сияқты әртүрлі концентрациялардың әсерін бағалауы болады. Зерттеу нысандары күздік бидайдың (*Triticum L.*, Богарная 56 сорты), арпаның (*Hordeum vulgare L.*, Байшешек сорты) және (*Avena L.*, Қазақстандық сорты) дәнді өсімдіктерінің күндізгі 7-күндік өскіндері болған. Антиоксиданттық ферменттердің белсенділігі өсімдіктің мүшесінен және саңырауқұлақжойғының концентрациясынан тәуелді болған. Нәтижесінде ферменттердің көтерлген белсенділігі саңырауқұлақжойғы концентрациясының көтерілуімен тікелей арақатынас орнатқан түбірлерінде болған.

**Түйін сөздер:** бидай, саңырауқұлақжойғы, антиоксиданттық ферменттер, арпа, фундазол, каталаза, пероксидаза.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 107 – 112

**Z. Shaushekov<sup>1</sup>, G. Adekenova<sup>2</sup>, E. Gabdullin<sup>1</sup>, O. Yanina<sup>1</sup>, I. O. Baytulin<sup>1</sup>**<sup>1</sup>JSC “International Research and Production Holding “Phytochemistry”, Karaganda, Kazakhstan,<sup>2</sup>L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: phyto\_pio@mail.ru

**PHENOLOGICAL OBSERVATIONS  
OF SOME ENDEMIC PLANT SPECIES OF ASTERACEAE  
DUMORT FAMILY IN CONDITIONS OF EX SITU**

**Abstract.** The results of phenological observations of some endemic plant species of Asteraceae Dumort Family are presented in this article. The variability of phenological indicators and adaptive capacity of each analyzed type are revealed. The quality parameters of seed and seed production are defined. The phases of vegetation period of these plants are studied and presented in this article.

**Keywords:** Asteraceae Family, endemic species, introduction, phenology.

УДК 581.5

**З. К. Шаушеков, Г. С. Адекенова<sup>2</sup>, Е. М. Габдуллин<sup>1</sup>, О. В. Янина<sup>1</sup>, И. О. Байтулин<sup>1</sup>**<sup>1</sup>АО «Международный научно- производственный холдинг «Фитохимия», Караганда, Казахстан,<sup>2</sup>Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан**ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ  
ЭНДЕМИЧНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА  
ASTERACEAE DUMORT В УСЛОВИЯХ EX SITU**

**Аннотация.** Рассматриваются результаты фенологических наблюдений некоторых эндемичных видов растений семейства Asteraceae Dumort. Выявлены изменчивость фенологических показателей и адаптационные возможности каждого исследуемого вида. Определены параметры показателей качества семян и семенной продуктивности. Изучены фазы вегетационного периода данных растений.

**Ключевые слова:** семейство Asteraceae, эндемичные виды, интродукция, фенология.

В проблеме изучения и сохранения биоразнообразия особое место, бесспорно отводится оценке современного состояния популяции редких и эндемичных видов растений, как наиболее уязвимого звена в экосистемах. Многие редкие виды являются носителями особой биологической информации, выступают объектом оценки научной ценности охраняемой территории. В раздел редких, как правило, попадают эндемичные виды, имеющие ограниченный ареал [1]. Поэтому в наше время уделяется особое внимание их интродукционному изучению и интродукции в целом. Интродукция растений исследует следующие вопросы: ритмы сезонного роста и развития, фенологию, особенности цветения и плодоношения, качество семенного материала и их семенную продуктивность.

Наиболее перспективными видами являются растения семейства Asteraceae, что представляет большой интерес к их интродукционному изучению.

Семейство Asteraceae Dumort. – самое крупное на земном шаре. Оно включает около 1300 родов и более 20 000 видов самых разных форм и размеров, произрастающих во всех климатических зонах и экологических условиях [2]. Среди них много перспективных и эндемичных видов. Только в Казахстане за последние пять лет изучено более 20 видов (*Ajania*, *Artemisia*, *Achillea*, *Centaurea*, *Rhaponticum*, *Tanacetum* и др.), из которых выделены и изучены новые биологические активные вещества [3].

**Материалы и методы исследований.** Объект исследования – эндемичные виды растений семейства Asteraceae: (*Tanacetum ulutavicum* Tzvel., *Hieracium bectauatensis* A. Kupr.), привлечённые в коллекцию из Центрального Казахстана (г. Бектау-Ата и Улытау) в 2012 году в виде посадочного материала. Фенологические наблюдения проводили на коллекционном участке природной флоры Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия».

Климатические условия опытного участка резко-континентальные, засушливые; годовое количество осадков 250–300 мм. Средняя температура января 15–16 °С мороза, июля 22–25 °С тепла, почва светло-каштановая сильно песчаная [4]. При проведении исследований по фенологии изучаемых видов использовали общепринятые методики, что делает полученные результаты достоверными и воспроизводимыми. Качество семян и семенную продуктивность определяли с учётом методических рекомендации М. Н. Зориной и С. П. Кабанова. Семена проращивают в лабораторных условиях в чашках Петри, в 4-х кратной повторности на ложе фильтровальной бумаги, смоченной дистиллированной водой. При изучении семенной продуктивности достаточна выборка от 10–100 особей или генеративных побегов. Так, в многосемянных плодах с неопределённым числом семян подсчитывают семена в каждом плоде. Для учёта семенной продуктивности необходимо охватывать разные ярусы всех соцветий генеративного побега [5]. Фенологические наблюдения осуществляют согласно методики И. Н. Бейдман, организация которых включает следующие этапы: выбор объекта и места наблюдения; установление сроков, в которые следует их проводить; выявление зависимости растения от среды их обитания [6].

### Результаты и их обсуждения

Семена *Tanacetum ulutavicum* Tzvel. и *Hieracium bectauatensis* A. Kupr собраны в осенний период у растений, привлечённых в культуру в виде посадочного материала в 2012 году.

В 2013 году проведён ранневесенний посев стратифицированными семенами в III декаде апреля и I декаде мая. Он является основным, так как семена относительно легко прорастают. Первые всходы изучаемых видов наблюдали на 5-7 день, массовые – через 8-10 дней после посева семян. Для изучаемых эндемичных видов характерен надземный тип прорастания. Светло-зелёные семядоли появляются на поверхности почвы через 6-8 дней после начала отрастания. Первые настоящие листья имеют одинаковую эллиптическую форму (рисунок 1).

Второй настоящий лист разворачивается через 10-12 дней после появления проростков. Листовая пластинка *Tanacetum ulutavicum* Tzvel. продолговатой формы перисто-рассечённая, голая. Для *Hieracium bectauatensis* A. Kupr. характерна яйцевидная форма листа с обильным опушением.

Наблюдения показали, что в первый год после появления всходов *Tanacetum ulutavicum* Tzvel. основная масса растений находится в вегетативной фазе. Лишь некоторые растения вступают в фазу бутонизации, формируя 1-2 генеративных побега. Продолжительность периода от начала проростков до полувзрослого растения составляет 47-49 дней, высота которого составляет 21-23 см (рисунок 2). После чего образуется взрослое растение и остается в вегетативном состоянии, формируя бутон, но не переходит в фазу цветения.

На второй, третий год растение вступает в генеративный период и проходит цикл развития от отрастания до полного созревания семян. Начало вегетации исследуемого растения приходится на I декаду апреля и мая, характеризуется выходом ростков на поверхность. Фаза бутонизации приходится на период со II декады мая и продолжается до первой I декады июня (появление бутонов). Цветение растения наблюдается в период I декады июня и длится до I декады августа. Продолжительность формирования цветка от начала бутонизации до начала цветения составляет 10-12 дней. Период цветения составляет 22-25 дней, в зависимости от количества цветков на



А



Б

Рисунок 1 – Всходы изучаемых видов растений:  
А – *Tanacetum ulutavicum* Tzvel., Б – *Hieracium bectauatensis* A. Кург.



Рисунок 2 – *Tanacetum ulutavicum* Tzvel.

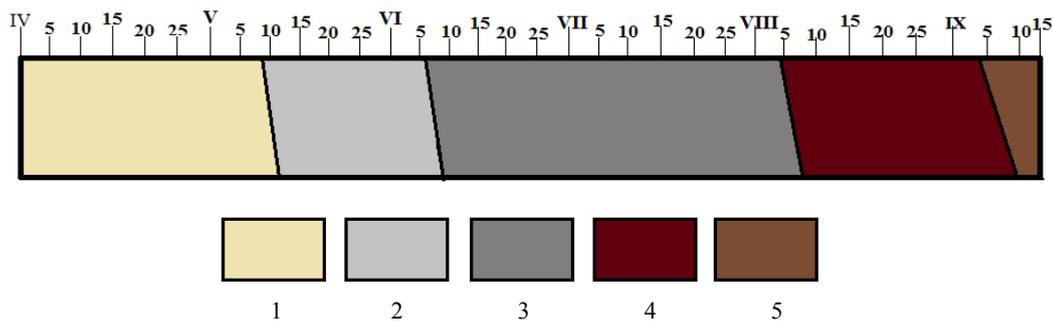


Рисунок 3 – Феноспектр *Tanacetum ulutavicum* Tzvel. 2014-2015.  
Фенологические фазы: 1 – начало отрастания; 2 – бутонизация; 3 – цветение;  
4 – плодоношение; 5 – отмирание надземной массы

генеративном побеге. Массовое цветение наблюдается на 7-9 день. Фаза плодоношения приходится на III декаду июля, параллельно с фазой цветения лишь некоторых особей. Массовое плодоношение длится с I декады августа по I декаду сентября, после чего растение вступает в фазу отмирания (рисунок 3).

*Hieracium bectauatensis* A. Кург. в первый год после появления всходов переходит в ювенильное состояние на продолжительности всего вегетационного периода. Высота растения составляет 2-2,5 см (рисунок 4).



Рисунок 4 – *Hieracium bectauatensis* A. Кург.

На второй год жизни основная масса растения находится в вегетативной фазе, образуя генеративные побеги без формирования цветка.

Третий год характеризуется полным прохождением роста и развития растений. Фаза отрастания приходится на период III декады мая и заканчивается в первой декаде июля. Имеет длительный период бутонизации, который начинается с I декады июля и заканчивается в I декаде августа. Начало цветения *Hieracium bectauatensis* A. Кург. отмечено в II декаде августа и заканчивается во II декаде сентября. Продолжительность формирования цветка от хорошо заметного бутона до начала цветения составляет 34-36 дней. Период цветения занимает 30-33 дня, после чего переходит в стадию созревания семян. Проходит параллельно с фазой плодоношения, начало которой отмечено со II декады сентября по I декаду октября (рисунок 5). После чего данное растение вступает в фазу отмирания вегетативных и генеративных побегов.

По результатам изучения фенологических наблюдений вегетационный период исследуемых видов проходит все фазы роста развития растений. В целом, фенологические наблюдения позволяют установить взаимообусловленный ритм развития растений и среды. Фенологические

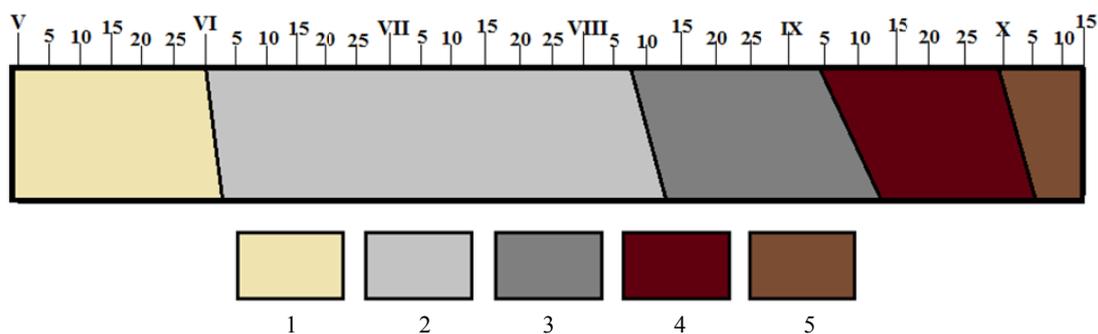


Рисунок 5 – Феноспектр *Hieracium bectauatensis* A. Кург. 2015 г.  
Фенологические фазы: 1 – начало отрастания; 2 – бутонизация; 3 – цветение;  
4 – плодоношение; 5 – отмирание надземной массы

показатели *Hieracium bectauatensis* A. Кург. и *Tanacetum ulutavicum* Tzvel. варьируют на одинаковом уровне, изменчивость показателей которых увеличивается к концу вегетации. После полного периода прохождения вегетационного роста у данных растений собраны семена в период их созревания. Затем оценивается качество семян исследуемых видов и их семенная продуктивность, при изучении которой проходит выборка 10 особей, подсчитываются семена в каждом плоде, а также общее количество плодов и побегов, далее определяется общее количество семян на изученных видах растений (таблица 1, 2).

Таблица 1 – Семенная продуктивность *Hieracium bectauatensis* A. Кург.

Год развития	Количество семян в цветке, шт.	Количество семян на 1 побеге, шт.	Количество семян на 1 особи		
			шт	г	ц/а
1-летние особи	//-//	//-//	//-//	//-//	//-//
2-летние особи	//-//	//-//	//-//	//-//	//-//
3-летние особи	23,2±0,2	171,1±23,3	245	0,56	0,13

Таблица 2 – Семенная продуктивность *Tanacetum ulutavicum* Tzvel.

Год развития	Количество семян в цветке, шт.	Количество семян на 1 побеге, шт.	Количество семян на 1 особи		
			шт	г	ц/а
1-летние особи	//-//	//-//	//-//	//-//	//-//
2-летние особи	//-//	//-//	//-//	//-//	//-//
3-летние особи	18,3±0,4	132,4±11,2	168	0,76	0,15

Семенная продуктивность исследуемых видов отмечается лишь на третий год развития растений. Данный факт свидетельствует о том, что изучаемые виды проходят полный вегетационный период роста и развития растений. Для сравнения определение семенной продуктивности эндемичных видов необходимо проводить анализ с последующими годами наблюдений за растениями.

Показателями качества семян являются: масса 1000 семян, лабораторная всхожесть, энергия прорастания. Семена проращивают в лабораторных условиях в чашках Петри при комнатной температуре (23°C±2) в двукратной повторности по 50 штук в течение 60 дней, энергия прорастания определяется на шестой день (таблица 3).

Свежесобранные семена исследуемых видов растений, прошедшие полный вегетационный период, показали положительную всхожесть. Полученные результаты по всхожести свидетельствуют о том, что изученные нами виды растений можно вводить в культуру семенным способом, так как данный способ считается наиболее эффективным для размножения растений.

Таблица 3 – Показатели лабораторной всхожести семян исследуемых растений

Название вида	Кол-во семян, шт. 2-х кратная повтор.	Всхожесть семян 1 порядка /2 порядка	Сгнившие семена, шт.	Оставшиеся семена, шт.	Энергия прорастания, %	Лаб. всхожесть, %	Масса 1000 семян, г
<i>Hieracium bectauatensis</i> А. Кург.	50//50	33//36	//-//	17//14	48	69	0,48±0,4
<i>Tanacetum ulutavicum</i> Tzvel.	50//50	37//41	//-//	13//9	56	78	0,68±0,2

**Выводы.** Ранее проведенные исследования свидетельствуют о том, что одной из характерных ответных реакций растений на условия культуры является изменение фенодат. На основании полученных нами результатов можно сделать вывод, что по продолжительности вегетационного периода исследуемые эндемичные виды растений *Hieracium bectauatensis* А. Кург. и *Tanacetum ulutavicum* Tzvel. проходят все фазы роста и развития. Данные виды относятся к длительно вегетирующим. Почвенно-климатические условия соответствуют биологическим особенностям изученных видов, обеспечивают нормальное развитие и достаточно высокую семенную продуктивность.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мухитдинов Н.М., Ахметов А.А. Современное состояние популяций редкого эндемичного вида *Lonicera iliensis* Pojak. // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 11. – С. 95-100.  
 [2] Жизнь растений / Под ред. академика А. Л. Тахтаджян. – М.: Цветковые растения, 1981. – Т. 5, ч. 2. – С. 302-309.  
 [3] Мамонов Л.К., Музычкина Р.А. Степень изученности видов родов и семейств флоры Казахстана и перспективы дальнейших исследований // Введение в фитохимические исследования и выявление биологической активности веществ растений. – Алматы, 2008. – С. 24.  
 [4] Агроклиматические ресурсы Карагандинской области Казахской ССР. – Л.: Гидрометиздат, 1976. – 144 с.  
 [5] Зорина М.С., Кабанов С.П. Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов // Методика интродукционных исследований в Казахстане. – Алматы: Наука, 1987. – С. 75-85.  
 [6] Бейдман И.П. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск, 1974. – 153 с.

#### REFERENCES

- [1] Mukhitdinov N.M., Ahmetov A.A., Modern state of populations of rare endemic species of *Lonicera iliensis* Pojak. // International Journal of Experimental Education. 2013. N 11. P. 95-100.  
 [2] The life of plants / Under Ed. of a cademician A. L. Takhtadzhyan. M.: Flowering plants, 1981. Vol. 5, part 2. P. 302-309.  
 [3] Mamonov L.K., Muzychkina R.A. The degree of knowledge of species, genera and families of the flora of Kazakhstan and prospects for further research // Introduction to the phytochemical studies and revealing biological activity of plant substances. Almaty, 2008. P. 24.  
 [4] The agro-climatic resources of Karaganda region of Kazakh Soviet Socialist Republic. L.: Gidrometioizdat, 1976. 144 p.  
 [5] Zorina M.S., Kabanov S.P. Determination of seed production and seed quality of invasive plants // Methodology of introductive investigations in Kazakhstan. Almaty: Science, 1987. P. 75-85.  
 [6] Beydman I.P. Methodology of studying the phenology of plants and plant associations. Novosibirsk, 1974. 153 p.

З. Қ. Шәушеков, Г. С. Әдекенова<sup>2</sup>, Е. М. Ғабдуллин<sup>1</sup>, О. В. Янина<sup>1</sup>, И. О. Байтулин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>«Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингі» АҚ, Қарағанды, Қазақстан,  
<sup>2</sup>Л. Н. Гумилев атындағы Евразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

#### ASTERACEAE DUMORT. ТҰҚЫМДАСЫНЫҢ КЕЙБІР ЭНДЕМИКАЛЫҚ ӨСІМДІК ТҮРЛЕРІНІҢ EX SITU ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ФЕНОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУЛАРЫ

**Аннотация.** Мақалада Asteraceae Dumort. тұқымдасының кейбір эндемикалық өсімдік түрлерінің фенологиялық бақылауларының нәтижелері қарастырылған. Әрбір зерттелу түрдің фенологиялық көрсеткіштерінің және бейімделуге мүмкіншіліктерінің өзгергіштігі анықталды.

Тұқымдардың сапалық көрсеткіштерінің және тұқымдық өнімділігінің параметрлері көрсетілді. Берілген өсімдіктердің вегетация кезеңінің фазалары зерттелді.

**Түйін сөздер:** Asteraceae тұқымдасы, эндемикалық, жерсіндіру, фенология.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 113 – 117

**E. M. Khussainova, F. T. Muratova, N. K. Altynova, O. G. Cherednichenko, A. S. Amirgalieva,  
S. A. Kasimuratova, O. A. Ixan, O. Sapargali, L. B. Dzhanugurova, B. O. Bekmanov**

«Institute of General Genetics and Cytology» CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: khussainova@mail.ru

### CYTOGENETIC EVALUATION OF INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL FACTORS ON RESIDENTS OF ATYRAU REGION

**Abstract.** A comparative analysis of the frequency of chromosomal aberrations of three settlements of Atyrau region: Atyrau, Kulsary, Inderbor was carried out. It was found that there is a high level of frequency and different kinds of chromosomal aberrations among residents of Atyrau and Kulsary.

**Keywords:** chromosome aberrations, Caspian region, cytogenetic.

УДК 575.1

**Э. М. Хусаинова, Ф. Т. Муратова, Н. К. Алтынова, О. Г. Чередниченко, А. С. Амиргалиева,  
С. А. Касимуратова, О. А. Иксан, О. Сапаргали, Л. Б. Джансугурова, Б. О. Бекманов**

«Институт общей генетики и цитологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

### ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ЖИТЕЛЕЙ АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** Проведен сравнительный анализ частоты хромосомных aberrаций трех населенных пунктов Атырауской области: г. Атырау, г. Кульсары, пос. Индербор. Выявлено, что у обследованных жителей г. Атырау и г. Кульсары наблюдается высокий уровень частоты хромосомных aberrаций и присутствует весь спектр хромосомных нарушений.

**Ключевые слова:** aberrации хромосом, Прикаспийский регион, цитогенетика.

Каспийский регион занимает одно из особых мест среди зон экологического бедствия Казахстана. Интенсивное промышленное освоение нефтяных месторождений в Прикаспийском регионе привело к ухудшению экологической обстановки как в районах разведки, добычи и переработки нефти и газа, так и вблизи мест проживания населения [1]. Продукты нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, загрязняющие атмосферу, земельные угодья и водные источники, являются опасными факторами, влияющими не только на свойства почв, почвенную микробиоту, растения и животных, но и на здоровье человека.

Имеющиеся немногочисленные данные по демографическим показателям здоровья населения Атырауской и Мангистауской областей свидетельствуют о сложной медико-демографической ситуации как в самих областях, так и в отдельных городах и районах Прикаспийского региона. У населения, находящегося непосредственно на территории или вблизи зон экологической напряженности, выявляется большое количество хронических патологий внутренних органов, новообразований и врожденных патологий новорожденных [2-4]. В связи с чем остро стоит проблема разработки комплексных исследований, направленных на решение вопросов сохранения здоровья тех категорий населения, которые трудятся или проживают в зонах риска, а также их детей.

Целью настоящей работы было проведение анализа хромосомных aberrаций, индуцируемых техногенными факторами, у населения Атырауской области.

**Материалы и методы исследования.** Исходным материалом для исследования послужила периферическая кровь жителей Атырауской области из 3-х региональных зон:

- 1) г. Атырау – точка №1;
- 2) г. Кульсары – точка №2;
- 3) пос. Индербор (в качестве внутреннего контроля) – точка №3.

При цитогенетическом исследовании нами был использован внешний контроль - ранее полученные данные по цитогенетическому обследованию населения из Алматинской области п. Таусугур. В результате организованных мероприятий по сбору биоматериала были взяты образцы периферической крови от 86 человек со всех вышеуказанных населенных пунктов. Согласно анкетным данным, по национальному составу все три группы однородны и представлены лицами казахской национальности (100%). В таблице 1 отражены репрезентативные данные по возрастному и гендерному составам исследуемых групп.

Таблица 1 – Возрастно–половой состав исследуемых групп

Населенный пункт	Всего человек	Муж., чел. (%)	Жен., чел. (%)	Годы рождения (средний возраст)
Г. Атырау	30	3 (10%)	27 (90%)	1943-2001 (44,63±10,71)
Г. Кульсары	34	12 (35%)	22 (65%)	1943-1993 (48,71±9,78)
Пос. Индербор	22	3 (14%)	19 (86%)	1955-1993 (41,82±10,73)
П. Таусугур	41	–	–	(46,94±1,65)

Средний возраст в группах составил: г.Атырау – 44,63±10,71 лет, для г.Кульсары 48,71±9,78 лет и для пос. Индербор 41,82±10,73 лет. Различия по возрастному параметру, определенные с помощью критерия Стьедента, в контрольной (пос. Индербор) и опытных группах (г. Атырау и г. Кульсары) являются недостоверными: для г. Атырау  $t_{St} = 0,185$ ,  $P > 0,05$ ; для г. Кульсары  $t_{St} = 0,475$ ,  $P > 0,05$ .

Анкетные данные исследуемых людей были также проанализированы в отношении медицинского статуса. В таблице 2 представлены данные по видам заболеваний, встречающихся в исследуемых группах.

Таблица 2 – Медицинский статус представителей исследуемых когорт

Населенный пункт	Количество человек (%)					
	ССЗ	СД	гипотиреоз	БА	Другие	Всего
Г. Атырау	4 (13%)	1 (3%)	3 (10%)	2 (7%)	4 (13%)	14 (47%)
Г. Кульсары	6 (18%)	3 (9%)	4 (12%)	2 (6%)	5 (15%)	20 (59%)
Пос. Индербор	2 (9%)	–	–	–	2 (9%)	4 (18%)

Примечания. 1 ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания; 2 СД – сахарный диабет; 3 БА – бронхиальная астма.

Таким образом, анализ анкетных данных исследуемых групп людей из 3-х населенных пунктов (г. Атырау, г. Кульсары и пос. Индербор) показал, что процент женщин в группах значительно выше, чем процент мужчин (таблица 1). В целом по выборке из Атырауской области (86 чел.) 79% составляют женщины (68 чел.) и 21% - мужчины (18 чел.). Средний возраст людей во всех группах не превышает 50 лет. В отношении медицинского статуса группы неоднородны и наибольший процент больных людей представлен в группе из г. Кульсары (59%), причем больше всего людей в данной группе страдает патологиями, связанными с нарушениями сердечно-сосудистой системы.

Культивирование лимфоцитов и приготовление препаратов проводили по методике, описанной нами ранее [5]. При анализе метафазных пластинок определяли число клеток с aberrациями, а также число и тип aberrаций на 100 проанализированных метафаз. При анализе полученных данных использовали стандартные методы статистического анализа [6].

### Результаты исследования и их обсуждение

Одним из способов исследования является цитогенетический метод как объективный критерий оценки нестабильности генома под воздействием техногенных факторов [7]. Признанным маркером, отражающим мутагенное воздействие среды на организм, является спонтанный уровень хромосомных aberrаций (ХА) в лимфоцитах крови [8].

При изучении частоты хромосомных aberrаций проанализировано 7361 метафазная пластинка, полученных от 86 человек. Среднегрупповая частота хромосомных aberrаций в точке № 1 составила –  $5,80 \pm 0,51\%$ ; в точке № 2 –  $3,47 \pm 0,33\%$ , и в точке № 3 –  $1,81 \pm 0,18\%$ , соответственно. Анализ спектра хромосомных aberrаций представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Спектр хромосомных нарушений у жителей Атырауской области и контрольной популяции

Тип хромосомных нарушений	Атырауская область			Контроль
	Точка № 1 (г. Атырау)	Точка № 2 (г. Кульсары)	Точка № 3 (п. Индербор)	Точка № 4 (п. Таусугур)
Число изученных метафаз	2137	3024	2200	8500
Всего aberrаций	124	105	40	74
Частота aberrаций, %	$5,80 \pm 0,51$	$3,47 \pm 0,33$	$1,82 \pm 0,18$	$0,87 \pm 0,1$
<i>Всего aberrаций хроматидного типа, %</i>	$1,78 \pm 0,28$	$1,29 \pm 0,21$	$0,36 \pm 0,08$	$0,68 \pm 0,09$
Хроматидные гэпы	$0,47 \pm 0,15$	$0,59 \pm 0,14$	0	0
Интерстициальные делеции	$0,56 \pm 0,16$	$0,39 \pm 0,11$	$0,23 \pm 0,06$	$0,68 \pm 0,09$
Одиночные фрагменты	$0,75 \pm 0,18$	$0,29 \pm 0,09$	$0,13 \pm 0,05$	0
<i>Всего aberrаций хромосомного типа, %</i>	$4,02 \pm 0,46$	$2,18 \pm 0,30$	$1,46 \pm 0,17$	$0,19 \pm 0,05$
Хромосомные гэпы	$0,65 \pm 0,17$	$0,36 \pm 0,11$	$0,23 \pm 0,06$	0
Хромосомные разрывы	$0,18 \pm 0,09$	$0,09 \pm 0,05$	$0,18 \pm 0,06$	$0,19 \pm 0,05$
Парные фрагменты	$2,05 \pm 0,31$	$1,52 \pm 0,22$	$0,68 \pm 0,11$	0
Дицентрики	$1,12 \pm 0,30$	$0,15 \pm 0,16$	$0,37 \pm 0,09$	0
Кольца	0	$0,06 \pm 0,04$	0	0

Согласно данным наших предыдущих исследований [9], частота хромосомных aberrаций у населения пос. Таусугур составляет  $0,87 \pm 0,1\%$ . Сравнительный анализ показал, что частоты aberrаций хромосом в лимфоцитах из г. Атырау превышают контрольный уровень во внутреннем контроле – в 3,2 раза, во внешнем контроле – в 6,7 раз; г. Кульсары – в 1,91 раза и в 4 раза; и п. Индербор – в 2,1 раз соответственно. Повышение частоты хромосомных aberrаций в лимфоцитах жителей Прикаспийского региона может рассматриваться как результат негативного влияния загрязнителей среды на структуру генетического аппарата клеток.

При спектральном анализе структурных нарушений хромосом определяется как общее число нарушений, так и их тип: хромосомные и хроматидные. К хромосомным aberrациям относятся повреждения хромосом, в которых участвуют обе хроматиды (двойные фрагменты, разрывы, дицентрики, центрические кольца, транслокации и др.), при хроматидных aberrациях нарушается структура, одной из хроматид (одиночные фрагменты, концевые делеции, обмены и др.). Соотношение хромосомных и хроматидных aberrаций в определенной степени указывает на тип мутагенного воздействия. Преобладание aberrаций хромосомного типа указывает на радиационное воздействие, хроматидных – на химическое.

Спектр aberrаций хроматидного типа был представлен одиночными фрагментами, интерстициальными делециями (таблица 3). В точках №1 (г. Атырау) и №2 (г. Кульсары) также были обнаружены хроматидные гэпы. Сравнительный анализ уровня хроматидных aberrаций в контрольной группе из Алматинской области (п. Таусугур) и исследуемых группах из Атырауской области показал примерно одинаковое распределение частот нарушений этого типа. Так, у населения, проживающего в г. Кульсары, частота aberrаций хроматидного типа составляет 1,29%,

г. Атырау 1,78%, а в контроле – 0,68%. В то время, как у населения пос. Индербор отмечена самая низкая частота хроматидных aberrаций из всех исследуемых населенных пунктов – 0,36%.

Aberrации хромосомного типа представлены разрывами, парными фрагментами, дицентриками и кольцами (таблица 3). Уровни частот aberrаций хромосомного типа распределились неравно. Так, у жителей г. Атырау этот показатель составил  $4,02 \pm 0,46\%$ , г. Кульсары –  $2,18 \pm 0,30\%$ , у людей из пос. Индербор составил –  $1,46 \pm 0,17\%$ , а в контрольной группе из Алматинской области –  $0,19 \pm 0,05\%$ . Превышение доли aberrаций хромосомного типа может свидетельствовать о неоднозначной экологической ситуации в г. Атырау. Особо следует обратить внимание, что у жителей г. Атырау и г. Кульсары высока частота парных фрагментов ( $2,05 \pm 0,31\%$  и  $1,52 \pm 0,22\%$  соответственно), а также у жителей г. Атырау – дицентрических хромосом ( $1,12 \pm 0,30\%$ ), являющихся признанными маркерами радиационного воздействия. Этот факт может свидетельствовать о загрязненности территории проживания обследованных людей не только нефтепродуктами, но и факторами радиационной природы.

Таким образом, цитогенетический мониторинг населения Атырауской области показал, что у обследованных людей наблюдается высокий уровень частоты хромосомных aberrаций и присутствует весь спектр хромосомных нарушений. Данный факт может указывать на изменение общей картины спектра хромосомных повреждений не только химической природы (загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами), но и, возможно, радиоактивными изотопами.

Как уже говорилось, объекты нефтегазового комплекса играют существенную роль в загрязнении окружающей среды. В Атырауской области в процессе эксплуатации нефтепромыслов в атмосферу выделяются твердые частицы, сернистый ангидрид, окись углерода, оксиды азота и углеводороды [10]. В последние годы выявился ещё один аспект неблагоприятного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье человека – это проявление радиационного загрязнения, связанное с выводом на поверхность в процессе бурения пластовых вод, содержащих аномальные количества естественных радионуклидов радия и тория. При этом содержание солей радия на поверхности полей испарения и буровом оборудовании создаёт аномалии с гамма-радиоактивностью от 100 до 1000 и более мкР/час. В процессе специальных исследований на нефтепромыслах Прикаспийского региона выявлено 275 участков радиоактивного загрязнения ураном, радием и торием, концентрации которых в десятки и сотни раз превышают радиационный фон [11].

Повышенный уровень цитогенетических нарушений как хроматидного, так и хромосомного типа, выявленный при обследовании населения Атырауской области является, по-видимому, результатом суммарного действия различных факторов на генетический аппарат человека. При этом речь идет не только о воздействии химических компонентов нефти, обладающих мутагенным действием, но и факторов радиоактивной природы как природного, так и антропогенного происхождения, характерных для Прикаспийского региона.

**Источник финансирования исследований.** Работа была выполнена в рамках НТП – О.0685 по теме: «Определение воздействия техногенных факторов на генетический статус населения зон Прикаспия», финансируемой Государственным учреждением «Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан» на 2015–2017 гг.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Грановский Э.И. Проблемы устойчивого развития г. Атырау и Атырауского региона: Аналитический обзор. – Алматы: КазгосИНТИ, 2003. – 23 с.
- [2] Кенесариев У.И., Тулебаев К.А., Амрин М.К., Баялиева Р.А., Бейсенбинова Ж.Б. Здоровье населения и проблемы устойчивого развития Атырауской области // Вестник КазНМУ. – Алматы, 2013. – № 1. – С. 255-257.
- [3] Артемьева А.А., Малькова И.Л. Анализ характера влияния нефтедобычи на здоровье населения Удмуртии // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. – 2006. – Серия 6, вып. 11. – С. 3-14.
- [4] Утесинов Б.Б. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды и здоровья населения региона нефтегазового комплекса Мангистауской области: Дис. ... канд. мед. наук: 14.00.07. – Алматы, 2008. – 186 с.
- [5] Чередниченко О.Г. Стабильные aberrации хромосом индуцированные различными дозами  $\gamma$ -излучения и при длительном культивировании лимфоцитов // Вестник КазНУ. – 2011. – № 1. – С. 49-54.
- [6] Плохинский Н.А. Алгоритмы в биометрии. – М., 1967. – 82 с.
- [7] Albertini R.J., Anderson D., Douglas G.R., Hagmar L., Hemminki K., Merlo F., Natarajan A.T., Norppa H., Shuker D.E., Tice R., Waters M.D., Aitio A. IPCS guidelines for the monitoring of genotoxic effects of carcinogens in humans // Mutation Research. – 2000. – № 463. – P. 111-172.

- [8] Zhang L., Eastmond D.A., Smith M.T. The nature of chromosomal aberrations detected in humans exposed to benzene // *Crit. Rev. Toxicol.* – 2002. – Vol. 32. – P. 1-42.
- [9] Губицкая Е.Г., Чередниченко О.Г., Байгушикова Г.М., Ахматуллина Н.Б. Цитогенетический статус жителей Алматинской области // *Вестник КазНУ. Серия биологическая.* – 2007. – № 2. – С. 86-90.
- [10] Сериков Т.П., Сагандыкова Р.Р., Югай В.М., Ескужиева А.Б. Об охране окружающей среды в условиях добычи нефти и газа на предприятиях ОАО «Казakhstan-Эмба» // *Нефть и газ.* – 2001. – № 1. – С. 83-87.
- [11] Дубинчин П.П. Радиоэкологическое обследование нефтеносных регионов // *Вестник НЯЦ РК. Радиоэкология. Охрана окружающей среды.* – 2000. – Вып. 3. – С. 49-53.

## REFERENCES

- [1] Granovsky E.I. Problems of sustainable development of Atyrau and the Atyrau region: Analytical review. Almaty: KazgosINTI, 2003. 23 p. (in Russ.).
- [2] Kenesary U.I., Tulebaev K.A., Amrein M.K., Bayaliev R.A., Beysenbinova J.B. Health of the population and the problems of sustainable development of Atyrau region. *Herald of Kazakh National Medical University.* Almaty, 2013, 1, 255-257 (in Russ.).
- [3] Artemyeva A.A., Mal'kova I.L. An analysis of the nature of the impact of oil production on the health of the population of Udmurtia. *Bulletin of Udmurt University. Series 6, Biology, Earth Sciences,* 2006, 11, 3-14 (in Russ.).
- [4] Utesinov B.B. Hygienic assessment of the environment and public health in the region of oil and gas complex of Mangistau region: The dissertation ... the candidate of medical sciences: 14.00.07. Kazakhstan, Almaty, 2008. 186 p. (in Russ.).
- [5] Cherednichenko O.G. Stable chromosome aberrations induced by different doses of  $\gamma$ -radiation and long-term cultivation of lymphocytes. *Bulletin of KazNU.* 2011, 1, 49-54 (in Russ.).
- [6] Plohinsky N.A. Algorithms in biometry. M., 1967, 82 p. (in Russ.).
- [7] Albertini R.J., Anderson D., Douglas G.R., Hagmar L., Hemminki K., Merlo F., Natarajan A.T., Norppa H., Shuker D.E., Tice R., Waters M.D., Aitio A. *Mutation Research*, 2000, 463, 111-172 (in Eng.).
- [8] Zhang L., Eastmond D.A., Smith M.T. *Crit. Rev. Toxicol.*, 2002, 32, 1-42 (in Eng.).
- [9] Gubitskaya E.G., Cherednichenko O.G., Baygushikova G.M., Ahmatullina N.B. Cytogenetic status of the residents of Almaty region. *Bulletin of KazNU, Biology series,* 2007, 2, 86-90 (in Russ.).
- [10] Serikov T.P., Sagandykova R.R., Yugay V.M., Eskuzhieva A.B. On environmental protection in terms of oil and gas at the enterprises of JSC «KazakhstanOil-Emba» Oil & Gas, 2001, 1, 83-87 (in Russ.).
- [11] Dubinchin P.P. Radio ecological survey of the oil-bearing regions. *Bulletin of NNC, Radioecology. Environmental protection,* 2000, 3, 49-53 (in Russ.).

**Э. М. Хусанова, Ф. Т. Мұратова, Н. К. Алтынова, О. Г. Чередниченко, А. С. Әмірғалиева,  
С. А. Касимуратова, О. А. Иксан, О. Сапарғали, Л. Б. Жансүгірова, Б. О. Бекманов**

ҚР БҒМ ҒК «Жалпы генетика және цитология институты» Алматы, Қазақстан

**АТЫРАУ ОБЛЫСЫ ТҰРҒЫНДАРЫНА АНТРОПОГЕНДІ  
ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІН ЦИТОГЕНЕТИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ**

**Аннотация.** Жұмыста Атырау облысына қарасты (Атырау қаласы, Құлсары қаласы және Индербор селосы) үш елді мекендер тұрғындарында хромосомалық аберрациялары жиілігіне салыстырмалы талдаулар жүргізілді. Нәтижесінде Атырау және Құлсары қалаларының тұрғындарында бақылау топтарымен салыстырғанда хромосомалық аберрацияның жоғары жиілігі байқалды.

**Түйін сөздер:** хромосомалық аберрация, Каспий аймағы, цитогенетика.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 118 – 123

**A. M. Esimova, E. K. Esimov, R. E. Aytkulova, D. E. Kudasova, A. H. Rahmetova**

M. Auezov SKSU, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: Dariha\_uko@mail.ru

**RESEARCH OF PROCESS OF POLYSACCHARIDES PRODUCTION  
FROM BEER PELLET AND GUZA-PAY**

**Abstract.** This paper contains data on research of the structure and properties of beer pellet - waste of beer production in LLP "Shymkentpivo" and guza-pai, the possibility of its use as a raw material for pentose-containing raw material for xylitol production was shown. Guza-pai and brewer's grain of xylans contain high amounts of xylose and a minimal amount of undesirable impurities in comparison to the traditional raw materials: cotton husks, corn cobs.

The obtained data confirm the correctness of research object choice for the hydrolysis because BP contains high amounts of xylose and minimum number of undesired impurities in xylans in comparison with commonly used raw material for the production of xylitol: cotton husks, corn cobs, guza-pai, etc.

The presence of xylose, arabinose and mannose into hydrolyzable fraction indicates the presence in the studied grains of hemicellulose such as xylans, araboxylans, mannans, tightly bound to cellulose. High content of glucose (18.65%) in hard hydrolyzable fractions indicates the presence the cellulose and hard hydrolysable  $\beta$ -glucan in the composition of beer pellet.

Thus, after two-phase extraction there was obtained the product consisting mainly of cellulose. This cellulose can be served as initial raw material for glucose and other products production.

**Keywords:** beer pellet, guza-pay, polysaccharides, waste, xylose, arabinose, chemical composition, solid phase.

УДК 541.128.66.094.17

**A. M. Есимова, Е. К. Есимов, Р. Э. Айткулова, Д. Е. Кудасова, А. Х. Рахметова**

ЮКГУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ  
ИЗ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ И ГУЗА-ПАИ**

**Аннотация.** Исследованы состав и свойства пивной дробины – отхода производства пива на ТОО “Шымкентпиво” и гуза-пай, показана возможность ее использования в качестве пентозосодержащего сырья для получения ксилита. Гуза-пай и пивная дробина ксиланов содержит высокое количество ксилозы и минимальное количество нежелательных примесей по сравнению с традиционным сырьем: хлопковой шелухой, кукурузной кочерыжкой.

Полученные данные подтверждают правильность выбора объекта исследования для гидролиза, так как ПД содержит в составе своих ксиланов высокое количество ксилозы и минимальное количество нежелательных примесей по сравнению с наиболее часто используемым для получения ксилита сырьем: хлопковой шелухой, кукурузной кочерыжкой, гуза-пай и т.д.

Присутствие в легкогидролизуемой фракции ксилозы, арабинозы и маннозы свидетельствует о наличии в исследуемой дробине гемицеллюлоз типа ксиланов, арабоксиланов, маннанов, прочно связанных с целлюлозой. Высокое содержание глюкозы (18,65%) в трудногидролизуемой фракции свидетельствует о наличии в составе пивной дробины целлюлозы, а также трудногидролизуемого  $\beta$ -глюкана.

Таким образом, после двухэтапной экстракции был получен продукт, состоящий, в основном, из целлюлозы. Такая целлюлоза может служить исходным сырьем для получения глюкозы и других продуктов.

**Ключевые слова:** пивная дробина, гуза-пая, полисахариды, отходы, ксилоза, арабиноза, химический состав, твердая фаза.

**Введение.** Полисахариды, являясь продуктами основного органического синтеза, нашли широкое применение в самых разнообразных отраслях промышленности. Среди многообразных полисахаридов, моносахаридов и многоатомных спиртов особый интерес представляют продукты гидролиза и гидрирования. У многих из этих соединений обнаружена высокая биологическая активность, некоторые из них нашли применение в медицинской практике, они находят также применение в производстве лаков, олиф, смол, антифризов, косметике, взрывчатых веществ, ПАВ и т.д. [1-5].

Химическая технология углеводов вообще обладает большими потенциальными возможностями, еще не раскрытыми полностью. Ресурсы непищевого углеводсодержащего сырья – полисахаридов, содержащихся в отходах, переработки растительного сырья, составляют сотни миллионов тонн и, главное, ежегодно возобновляются, в отличие от традиционного химического сырья

Следует отметить, что современное состояние производства полисахаридов, моносахаридов и многоатомных спиртов не отвечает современным требованиям, что связано с отсутствием необходимого ассортимента исходного растительного сырья и способов проведения процесса.

Использование новых видов местного сырья требует детального рассмотрения условий его гидролиза, подбора новых эффективных катализаторов и других аспектов технологического оформления процесса.

В свете вышеизложенного разработка технологии получения полисахаридов, моносахаридов и многоатомных спиртов на базе местного сырья для нужд промышленности является значительной актуальной народнохозяйственной проблемой.

В связи с этим весьма перспективными, на наш взгляд, являются отходы возделывания хлопка. Основную их массу образует гуза-пая – стебли и корневища растений этой технической культуры [6-10].

Миллионы тонн гуза-пай остается на хлопковых плантациях после сбора хлопка в Центральной Азии и Южном Казахстане. Сравнительно незначительная часть этих отходов используется населением для бытовых нужд в качестве топлива. Другие попытки переработки гуза-пай не нашли какого-либо масштабного практического применения. Часто эти отходы сжигают непосредственно на полях, в основном же запахивают в почву, что влечет риск передачи с находящимися в почве остатками новым вегетациям хлопчатника болезни этой культуры – вилт, являющейся бичом хлопководства.

Поэтому с целью изучения возможности расширения ассортимента растительного сырья и разработки технологии переработки нами был исследован процесс автогидролиза полисахаридов гуза-пай (Ф-108, С-1727, 108Ф).

Химический состав гуза-пай приведен в таблице 1. Данные свидетельствуют о пригодности выбранных видов растительного сырья для получения полисахаридов.

Таблица 1 – Химический состав гуза-пай

Наименование компонентов	Содержание, %
Зольные вещества	2,3
Легкогидролизуемые полисахариды	24,7
Трудногидролизуемые полисахариды	42,4
Гекозаны	29,5,
Пентозаны (без уроновых кислот)	23,9

Для выделения полисахаридов гуза-пай использовали метод взрывного автогидролиза или парокрекинг-взрыв. Данный процесс включает кратковременную обработку гуза-пай насыщенным водяным паром в интервале температур 180–250 °С с последующим резким сбросом давления –

“выстрелом” обработанного материала в приёмник. При автогидролизе биомасса подвергается обработке насыщенным водяным паром без введения катализаторов. Технический процесс реализуется следующим образом. В предварительно нагретый до заданной температуры реактор загружается гуза-пая и из генератора подаются нагретый водяной пар. В течение времени достигаются нужные температура и давление, которые выдерживаются все время в течение автогидролиза. Время подъёма температуры и давления составляет обычно 5–30 с. Время автогидролиза – от нескольких секунд до нескольких минут. Чем выше температура и давление, тем короче интервал. На последнем этапе процесса происходит декомпрессия системы, по сути, быстрое адиабатическое расширение (“выстрел”). Продолжительность декомпрессии – доли секунды. Взрывной автогидролиз был реализован как периодический процесс.

Достоинством метода взрывного автогидролиза является то, что полученный продукт легко можно разделить на отдельные, условно чистые компоненты, в нашем случае целлюлозу и гемицеллюлозу. В качестве исходного сырья использовали гуза-пая с размерами 25×20×4 мм. Процесс взрывного автогидролиза осуществляли на установке периодического действия с объёмом реактора 0,8 л, приведенной на рисунке 6, в интервале температур 180–240 °С, давлении насыщенного водяного пара 12–34 атм и продолжительности обработки 60–300 с. Автогидролизованный материал выстреливался из реактора в приёмник объёмом 40–60 л, количественно собирался и подвергался поэтапному анализу на содержание индивидуальных компонентов согласно общепринятым методикам анализа на водорастворимые вещества, лигнин, целлюлозу и гемицеллюлозы. Волокнистая масса после взрывного автогидролиза промывается водой с получением раствора сахаров, основную массу которых составляют продукты гидролиза гемицеллюлоз. При водной экстракции в раствор переходит до 90% гемицеллюлоз. Следующий этап включает экстракцию деструктурированного лигнина. Растворителями лигнина являются, по аналогии с нативным лигнином, диоксан-вода (9:1), этанол-вода (9:1), они удаляют до 90% лигнина. Кроме того, в качестве растворителя используют растворы NaOH концентрацией от 0,4 до 2,0%.

Таким образом, после двухэтапной экстракции был получен продукт, состоящий, в основном, из целлюлозы. Такая целлюлоза может служить исходным сырьём для получения глюкозы и других продуктов.

Полученные данные подтверждают правильность выбора объекта исследования (гуза-пая) и метода для получения полисахаридов.

Она содержит в своем составе клетчатку, протеин, жиры, гемицеллюлозы, крахмал и биологически активные вещества, представляет особый интерес как сырьё для получения ряда ценных соединений, в том числе и в гидролизной промышленности.

Твердая фаза дробины содержит оболочку и нерастворимую часть зерна [11-15]. Дробина пивная сырая представляет собой гущу светло-коричневого цвета со специфическим запахом и вкусом. Дробина может содержать до 88% воды и храниться в течение 24ч при температуре окружающей среды. Химический состав дробины колеблется в зависимости от качества и ассортимента перерабатываемых зернопродуктов, сорта выпускаемого пива [16].

В среднем в пивной дробине содержится (в %):

Воды	75
Сухих веществ	25
В том числе протеина	5,3–7,1
Сырой клетчатки	3,5–4,0
Жира	1,5–1,8
Безазотистых экстрактивных веществ	8,7–11,6
Золы	0,5–0,7 [ 2].

Для решения задач, поставленных в нашей работе, нас интересует содержание пентозанов, поэтому в таблице 1 приведен состав дробины с учетом этого аспекта.

Присутствие в легкогидролизуемой фракции ксилозы, арабинозы и маннозы свидетельствует о наличии в исследуемой дробине гемицеллюлоз типа ксиланов, арабосиланов, маннанов, прочно связанных с целлюлозой. Высокое содержание глюкозы (18,65%) в трудногидролизуемой фракции свидетельствует о наличии в составе пивной дробины целлюлозы, а также трудногидролизуемого β-глюкана [17].

Таблица 2 – Химический состав пивной дробины

Показатель	%
Зольные вещества	5,50
Легкогидролизуемые полисахариды	21,32
Трудногидролизуемые полисахариды	24,66
Гексозаны	17,68
Пентозаны (без уоновых кислот)	28,03

Анализ литературных данных [18-20] свидетельствует о высоком содержании пентозанов в пивной дробине, однако окончательный вывод о ее пригодности в качестве пентозосодержащего сырья для получения ксилита может быть сделан только после изучения состава ксиланов пивной дробины, так как сведения о физической структуре, химическому составу и эффективности гидролиза ксиланов пивной дробины в литературе отсутствуют.

В качестве объекта исследования была использована пивная дробина с ТОО «Шымкентпиво», полученная при производстве пива «Шымкентское».

### Результаты и их обсуждение

Полученные результаты приведены в таблицах 3, 4.

Таблица 3 – Общий состав пивной дробины

Наименование компонентов	Содержание, %		
	Среднее по литературе	I, 2005	II, 2006
1. Легкогидролизуемые полисахариды	21,32	25,7	26,0
2. Труднорастворимые полисахариды	24,66	22,1	22,9
3. Зольные вещества	5,5	4,3	4,2
1. Гексозаны	17,68	16,21	16,29
2. Пентозаны	28,03	30,05	31,12

Таблица 4 – Общий химический состав сухой пивной дробины

Наименование компонентов	Содержание, %		
	Среднее по литературе	I, 2005	II, 2006
1. Влага	8,67	8,03	7,98
2. Сырой протеин	23,44	21,22	20,97
3. Сырой жир	7,75	8,32	8,01
4. Сырая зола	2,5	2,75	3,01
5. Сырая клетчатка	14,3	17,50	18,10
6. Безазотистые экстрактивные вещества, в том числе микроэлементы и аминокислоты	43,44	42,18	41,93

**Выводы.** Полученные данные подтверждают правильность выбора объекта исследования для гидролиза, так как пивная дробина содержит в составе своих ксиланов высокое количество ксилозы и минимальное количество нежелательных примесей по сравнению с наиболее часто используемым для получения ксилита сырьем: хлопковой шелухой, кукурузной кочерыжкой, гузапай и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества / Сушкова В.И., Воробьева Г.И. – Киров, 2007. – 204 с.
- [2] Холькин Ю.И. Технология гидролизных производств. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 496 с.
- [3] Куатбеков Н.А., Кедельбаев Б.Ш., Калдыкулов М.С., Исследование механизма процесса гидрогенолиза ксилозы на промотированных медных катализаторах // Журнал "Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований". – 2015. – № 3 (часть 1). – С. 29-33.
- [4] Сербина Т.В. Разработка технологии активных углей из гуза-пай: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1993. – 55 с.
- [5] Терентьева Э.П., Удовенко Н.К., Павлова Е.А., Алиев Р.Г. Основы химии целлюлозы и древесины: учебно-методическое пособие. – СПб.: ГОУВПО СПбГУ РП, 2010. – 23 с.
- [6] Кузнецов Б.Н., Кузнецова С.А., Тарабанько В.Е. Новые методы получения химических продуктов из биомассы деревьев сибирских пород // Российский химический журнал (Журнал российского химического общества им. Д. И. Менделеева). – 2004. – Т. XLVIII, № 3.1. – С. 4-20.
- [7] Кузнецов, Б.Н. Каталитические методы в получении химических продуктов из древесной биомассы // Химия в интересах устойчивого развития. – 1989. – Т. 6. – С. 383-396.
- [8] Гальбрайт Л.С. Целлюлоза и ее производные // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 11. – С. 47-53.
- [9] Фенгел Д., Вегенер Г. Древесина (химия, ультраструктура, реакции). – М.: Лесная промышленность, 1988. – 512 с.
- [10] Аутлов С.А., Базарнова Н.Г., Кушнир Е. Ю. Микрокристаллическая целлюлоза: структура, свойства и области применения (обзор) // Химия растительного сырья. – 2013. – № 3. – С. 33-41.
- [11] Азаров В.И., Бузов А.В., Оболенская А.В. Микрокристаллическая целлюлоза. Химия древесины и синтетических полимеров: Учебник для вузов. – СПб., 1999. – С. 578-579.
- [12] Петропавловский Г.А., Котельникова Н.Е. Микрокристаллическая целлюлоза: обзор / Химия древесины. – 1979. – № 6. – С. 3-21.
- [13] Deng W., Liu M., Tan X., Zhang Q., Wang Y. Conversion of cellobiose into sorbitol in neutral water medium over carbon nanotube-supported ruthenium catalysts // Journal of Catalysis. – 2010. – Vol. 271. – P. 22-32.
- [14] Горполов М.А., Тарабукин Д.В., Фролова С.В., Щербакова Т.П., Володин В.В. Ферментативный гидролиз порошковых целлюлоз, полученных различными методами // Химия растительного сырья. – 2007. – № 3. – С. 69-76.
- [15] Будаева В.В., Митрофанов Р.Ю., Золотухин В.Н., Обрезкова М.В., Скиба Е.А., Ильясов С.Г., Сакович Г.В., Опарина Л.А., Высоцкая О.В., Кольванов Н.А., Гусарова Н.К., Трофимов Б.А. Пути полной и экологически чистой переработки возобновляемого растительного сырья // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4-1. – С. 158-167.
- [16] Благина В.В. Сверхкритическая вода // Химия и жизнь. – 2007. – № 8.
- [17] Григорьев М.Е. Исследование катализатора Ru/полимерная матрица в жидкофазном гидрировании D-глюкозы до D-сорбита: Дис. ... канд. хим. наук. – Тверь, 2012. – 135 с.
- [18] Цюрупа М.П., Блиникова З.К., Проскурина Н.А., Пастухов А.В., Павлова Л.А., Даванков В.А. Сверхсшитый полистирол – первый нанопористый полимерный материал // Российские нанотехнологии. – 2009. – Т. 4, № 9-10. – С. 109-117.
- [19] Чернова Н.И., Коробкова Т.П., Киселева С.В. Биомасса как источник энергии // Вестник Российской академии естественных наук. – 2010. – № 1. – С. 54-60.
- [20] Бриггса Д., Сиха М.П. Анализ поверхности методами Оже -и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. – М.: Мир, 1987. – 598 с.

REFERENCES

- [1] Bezothodnaja konversija rastitel'nogo syr'ja v biologicheski aktivnyye veshhestva. Sushkova V.I., Vorob'jova G.I. Kirov, 2007. 204 p.
- [2] Hol'kin Ju.I. Tehnologija gidroliznyh proizvodstv. M.: Lesn. prom-st', 1989. 496 p.
- [3] Kuatbekov N.A., Kedel'baev B.Sh., Kaldykulov M.S., Issledovanie mehanizma processa gidrogenoliza ksilozy na promotirovannyh mednyh katalizatorah. Zhurnal "Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij". 2015. N 3 (part 1). P. 29-33.
- [4] Serbina T.V. Razrabotka tehnologii aktivnyh uglej iz guza-pai: Avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. M., 1993. 55 p.
- [5] Terent'eva Je.P., Udoenko N.K., Pavlova E.A., Aliev R.G. Osnovy himii celljulozy i drevesiny: Uchebno-metodicheskoe posobie. SPb.: GOUVPO SPbGU RP, 2010. 23 p.
- [6] Kuznecov B.N., Kuznecova S.A., Taraban'ko V.E. Novye metody poluchenija himicheskikh produktov iz biomassy derev'ev sibirskih porod // Rossijskij himicheskij zhurnal (Zhurnal rossijskogo himicheskogo obshhestva im. D. I. Mendeleeva). 2004. Vol. XLVIII. N 3.1. P. 4-20.
- [7] Kuznecov B.N. Kataliticheskie metody v poluchenii himicheskikh produktov iz drevesnoj biomassy // Himija v interesah ustojchivogo razvitija. 1989. Vol. 6. P. 383-396.
- [8] Gal'braj L.S. Celljuloza i ee proizvodnye // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. 1996. N 11. P. 47-53.
- [9] Fengel D., Vegener G. Drevesina (himija, ul'trastruktura, reakcii). M.: Lesnaja promyshlennost', 1988. 512 p.
- [10] Autlov S.A., Bazarnova N.G., Kushnir E. Ju. Mikrokrystallicheskaja celljulaza: struktura, svojstva i oblasti primenenija (obzor) // Himija rastitel'nogo syr'ja. 2013. N 3. P. 33-41.
- [11] Azarov V.I., Buov A.V., Obolenskaja A.V. Mikrokrystallicheskaja celljuloza. Himija drevesiny i sinteticheskikh poli-merov:uchebnik dlja vuzov. SPb., 1999. P. 578-579.

- [12] Petropavlovskij G.A., Kotel'nikova N.E. Mikrokristallicheskaja celljuloza: obzor / Himija drevesiny. 1979. N 6. P. 3-21.
- [13] Deng W., Liu M., Tan X., Zhang Q., Wang Y. Conversion of cellobiose into sorbitol in neutral water medium over carbon nanotube-supported ruthenium catalysts // Journal of Catalysis. 2010. Vol. 271. P. 22-32.
- [14] Torpolov M.A., Tarabukin D.V., Frolova S.V., Shherbakova T.P., Volodin V.V. Fermentativnyj gidroliz poroshkovykh celljuloz, poluchennykh razlichnymi metodami // Himija rastitel'nogo syr'ja. 2007. N 3. P. 69-76.
- [15] Budaeva V.V., Mitrofanov R.Ju., Zolotuhin V.N., Obrezkova M.V., Skiba E.A., Il'jasov S.G., Sakovich G.V., Oparina L.A., Vysockaja O.V., Kolyvanov N.A., Gusarova N.K., Trofimov B.A. Puti polnoj i jekologicheski chistoj pererabotki vozobnovljaemogo rastitel'nogo syr'ja // Polzunovskij vestnik. 2010. N 4-1. P. 158-167.
- [16] Blagina V.V. Sverhkriticheskaja voda// Himija i zhizn'. 2007. N 8.
- [17] Grigor'ev M.E. Issledovanie katalizatora Ru/polimernaja matrica v zhidkofaznom gidrirovanii D-gljukozy do D-sorbita: Dis. ... kand. him. nauk. Tver', 2012. 135 p.
- [18] Cjurupa M.P., Bliinnikova Z.K., Proskurina N.A., Pastuhov A.V., Pavlova L.A., Davankov V.A. Sverhshhityj polistirol – pervyj nanoporistyj polimernyj material // Rossijskie nanotehnologii. 2009. Vol. 4, N 9-10. P. 109-117.
- [19] Chernova N.I., Korobkova T.P., Kiseleva S.V. Biomassa kak istochnik jenergii // Vestnik Rossijskoj akademii estestvennykh nauk. 2010. N 1. P. 54-60.
- [20] Briggs D., Siha M.P. Analiz poverhnosti metodami Ozhe- i rentgenovskoj fotoelektronnoj spektroskopii. M.: Mir, 1987. 598 p.

**А. М. Есимова, Е. К. Есимов, Р. Э. Айткулова, Д. Е. Кудасова, А. Х. Рахметова**

М. Өуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан

### **СЫРА ҮГІНДІСІ ЖӘНЕ ҚОЗА-ПАЯДАН ПОЛИСАХАРИДТЕР АЛУДЫҢ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ**

**Аннотация.** Мақалада қоza-пая мен ЖШС «Шымкентсыра» өндірісінің қалдығы сыра үгіндісінің құрамы мен қасиеттері зерттелді, оларды ксилит алу үшін пентоза құрамды шикізат ретінде қолдану мүмкіндіктері көрсетілген. Ксиландардан тұратын сыра үгіндісі мен қоza-пая кsilозаның жоғарғы мөлшері мен дәстүрлі шикізаттар мақта қабығы, жүгері собығымен салыстырғанда қажетсіз қоспалардың аз мөлшерінен құралған.

Алынған мәліметтер гидролиз үшін зерттеу нысаны дұрыс таңдалғанын растайды, онда сыра үгіндісі құрамындағы ксиландарда кsilозаның көп мөлшері және қажетсіз қоспалардың минималды мөлшері кездеседі, бұл мәліметтер ксилит жиі алынатын шикізаттар: мақта қабықшасы, жүгері собығы, қоza-пая және т.б. салыстырмалы түрде жасалған.

Оңай гидролизденетін фракцияларда кездесетін кsilозалар, арабинозалар мен маннозалар зерттелетін үгінділерде ксиландар, арабоксиландар, манналар типіндегі гемицеллюлозалар целлюлозамен берік байланысқан түрде кездеседі. Қиын гидролизденетін фракцияларда глюкозаның жоғарғы құрамы (18,65%) сыра үгіндісі құрамында целлюлоза, сонымен қатар, қиын гидролизденетін β-глюкан бар екендігін дәлелдейді.

Осылайша, екі кезендік экстракциядан соң негізінен целлюлозадан тұратын өнім алынды. Мұндай целлюлоза глюкоза мен басқа өнімдер алу үшін бастапқы шикізат болып табылады.

**Түйін сөздер:** сыра үгіндісі, қоza-пая, полисахаридтер, қалдықтар, кsilоза, арабиноза, химиялық құрамы, қатты фаза.

#### **Сведения об авторах:**

Есимова Анар Маденовна – кандидат химических наук, доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология»;

Есимов Есенбек – кандидат технических наук, доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология»;

Айткулова Райхан Элтайбековна – кандидат химических наук, и.о. доцент, Южно-Казахстанский Государственный Университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология»;

Кудасова Дариха Ерадиловна – магистр, преподаватель, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология»;

Рахметова Айнура Хасеновна – студент группы ХТ-13-5к4, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 124 – 131

**N. E. Bekmakhanova, G. A. Mombekova, R. Zh. Kaptagay**

RGE «Institute of Microbiology and Virology» SC MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: magnazko@mail.ru, kaptagaeva\_raushan@mail.ru

## REVEALING AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PLANT PATHOGENIC FUNGI THAT INFECT LEGUMES AND FODDER CROPS IN ALMATY REGION

**Abstract.** From the soil and seeds of legumes and forage crops grown in the Almaty region, there were marked the most aggressive phytopathogens. It was found that the pea varieties "Oregon" 63 to 80% are affected by fungi *Botrytis* and *Fusarium* genera and 11-17% – by *Aspergillus* and *Penicillium* genera. While the "Ambrosia" pea cultivar mainly affected fungi of the genus *Alternaria* 70% and *Fusarium* 61%. Chickpea cultivars "Icarda" and "Ray" were struck by pathogens of *Fusarium* and *Sclerotinia* by 45% and *Rhizoctonia* by 21%. Alfalfa seeds were infected in the range of 5-20% of root rot pathogens – fungi of the genus *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cylindrocarpon* and *Mucor*.

**Keywords:** phytopathogenic fungi, peas, chickpeas, alfalfa, *Alternaria*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*.

УДК 632.4 01/08

**Н. Е. Бекмаханова, Г. А. Момбекова, Р. Ж. Каптагай**

РГП «Институт микробиологии және вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

## ВЫЯВЛЕНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ, ПОРАЖАЮЩИХ БОБОВЫЕ И КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** Из почвы и семян бобовых и кормовых культур, произрастающих в Алматинской области, выделены наиболее агрессивные фитопатогены. Установлено, что горох сорта «Орегон» от 63 до 80% поражаются грибами родов *Botrytis* и *Fusarium* и на 11-17% – грибами родов *Aspergillus* и *Penicillium*. В то время, как сорт гороха «Амброзия» в основном поражается грибами рода *Alternaria* на 70% и *Fusarium* на 61%. Сорта нута «Икарда» и «Луч» были поражены патогенами рода *Fusarium* и *Sclerotinia* на 45% и *Rhizoctonia* на 21%. Семена люцерны были заражены в пределах 5-20% возбудителями корневых гнилей – грибами рода *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cylindrocarpon* и *Mucor*.

**Ключевые слова:** фитопатогенные грибы, горох, нут, люцерна, *Alternaria*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*.

В последние годы из-за потери микробной активности и снижения количества гумуса в почве наблюдается снижение плодородия и накопление в почве различных возбудителей болезней, участились эпифитотии целого ряда вредоносных болезней, наносящих большой экономический ущерб производству сельскохозяйственных культур. Причины ухудшения фитосанитарного состояния полей различны: снижение качества протравливания семян и обработки фунгицидами, приводящие часто к росту инфекции в семенах, пожнивных остатков в почве.

Для решения задач продовольственной безопасности наиболее прогрессивным направлениям в сельском хозяйстве следует рассматривать защиту растений. Большинство сортов сельскохозяй-

ственных культур в среднем реализуют только 20-25% генетического потенциала продуктивности, при обеспечении защиты от возбудителей болезней, вредителей и сорняков они способны формировать значительно больший урожай [1, 2].

В условиях Казахстана течение многих инфекционных заболеваний растений имеет свои особенности. Состав патогенных микроорганизмов, условия их развития и уровень причиняемого ими вреда для каждой конкретной культуры неодинаковы. Знание состава фитопатогенов-возбудителей заболеваний растений, их биологические и экологические особенности развития являются необходимым условием для обоснования и разработки мер борьбы с ними. Одной из основных причин получения низких урожаев бобовых культур в Алматинской области являются вредные организмы: микроскопические грибы и вредители, а также сорняки. Особую вредоносность представляют грибные болезни, такие как корневая гниль, фузариоз, альтернариоз и ботритиоз и др., которые могут передаваться через почву, семена и др. Поражение фитопатогенами бобовых культур вызывает снижение урожая на 20-30% и ухудшает его качество [3, 4].

Заболевания, возбудителями которых являются грибы рода *Fusarium* Link., причиняют значительный ущерб урожаю и его качеству во всех районах возделывания зернобобовых культур. Плотность популяции грибов этого рода в почве может варьировать от 2 до 5-10 тыс. единиц колонии в 1 г почвы. Возделывание восприимчивых к заболеванию культур и сортов может приводить к значительному увеличению численности популяций этих патогенов. В результате поражения растений фузариозом наблюдается изреживание всходов весной и уменьшение густоты посевов в течение вегетации. В период хранения зараженные семена могут интенсивно поражаться плесневыми грибами, что приводит к ухудшению их кормовых и посевных качеств. Недоборы урожая зернобобовых культур при поражении корневой гнилью достигают 16-59%, в растениях снижается общее содержание сахаров, количество хлорофилла и аскорбиновой кислоты, содержание белка в зерне уменьшается на 3-5% [5]. Выпады растений в годы эпифитотий достигают 50-60%, всходов – до 60%, значительно снижаются урожай, качество семян и зеленая масса [6]. Так, в условиях Западной Сибири нут ежегодно поражается заболеванием, называемым «увядание». Начало проявления увядания, в зависимости от погодных условий, отмечалось в фазу бутонизации-цветения. В дальнейшем происходило медленное нарастание болезни, которое вначале выражалось в изменении окраски (пожелтение и покраснение) отдельных листьев и веточек (частичное увядание), а в дальнейшем – в засыхании и почернении всего растения (полное увядание) [6, 7]. На нуте и кормовых бобах увядание, как правило, сопровождалось интенсивным заселением ослабленных растений грибами рода *Alternaria*, в результате чего растения выглядели обугленными. В почерневших бобах формировались шуплые недоразвитые семена. Возбудителем альтернариоза бобовых культур является гриб *Alternaria tenuissima* Nees. Первым признаком поражения растений являются красно-бурые пятна на листьях. При выпадении дождей пятна темнеют и быстро увеличиваются, на них появляются оливково-черный бархатистый налет [8,9]. Другим наиболее распространенным заболеванием бобовых культур является шоколадная пятнистость. Возбудитель шоколадной пятнистости листьев - гриб *Botrytis fabae* Sard. Сначала на нижних листьях отмечают маленькие красноватые пятна. Позже пятна увеличиваются в размерах, растения теряют листья, цветки, плоды. Стебли становятся красновато-коричневыми и ломкими [10, 11].

Целью работы было выявить наиболее вредоносные болезни бобовых (нут, горох) и кормовых (люцерна) культур в условиях Алматинской области и отобрать сорта нута, гороха и люцерны, устойчивые к ним. Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Изучить симптомы болезней у отобранных образцов нута, гороха, люцерны, выделить чистые культуры фитопатогенных грибов.
2. Провести лабораторные фитопатологические исследования для диагностики заболеваний.
3. Выявить устойчивые формы бобовых и кормовых культур в лабораторных условиях к основным возбудителям болезней.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись семена нута, гороха, люцерны, произрастающих в Алматинской области, и образцы почвы из ризосферы.

Зараженность семян нута, гороха, люцерны определяли с помощью микологического анализа, для выделения фитопатогенов в чистые культуры использовали методики ВИЗР [12] и Н. А. Наумовой [13]. Видовую принадлежность патогенов определяли, руководствуясь определителями [14, 15].

Для получения мицелия и споровой массы использовали картофельно-глюкозный агар и сусло агар. Культуры хранили в холодильнике при температуре +3-5 °С. Математическую обработку полученных результатов проводили по методу, предложенному К. А. Резником [16].

### Результаты исследования и их обсуждение

Проведен микробиологический анализ образцов почвы из ризосферы гороха, произрастающего в КХ «Галым» Саркандского района, и люцерны, произрастающей в КХ «Алматыбак» Карасайского района Алматинской области (рисунок 1).

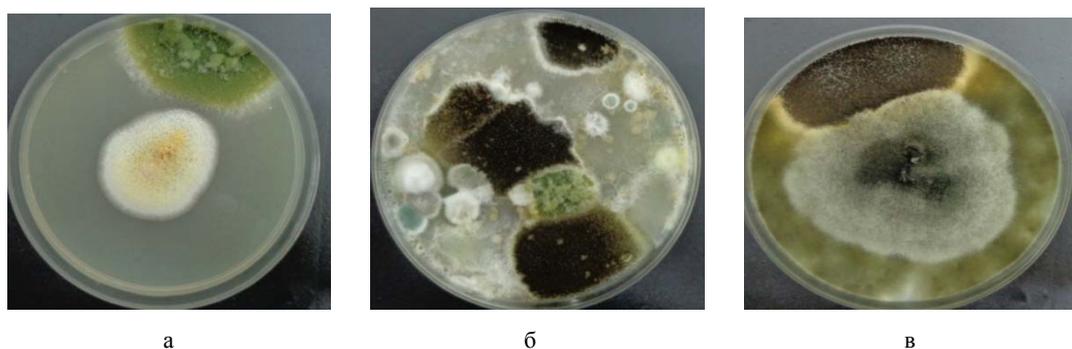


Рисунок 1 – Микробиоценоз из ризосферы гороха и люцерны:

а – из ризосферы гороха «Амброзия»; б – из ризосферы гороха «Орегон»; в – из ризосферы люцерны «Кокорай»

Из отобранных почвенных и растительных образцов гороха, бобов и люцерны, произрастающих в Алматинской области, выделены наиболее агрессивные фитопатогенные грибы из родов *Alternaria*, *Fusarium*, *Botrytis*.

В результате высева различных разведений почвенных суспензий были выделены и идентифицированы до рода грибы: *Aspergillus* (2 вида), *Penicillium*, *Fusarium* (2 вида), *Alternaria* (2 вида), *Botrytis* (2 вида), *Helminthosporium*, *Sclerotinia*.

Таблица 1 – Показатели патогенности грибов, выделенных из семян и ризосферы бобовых культур и испытанных на горохе, люцерне и нуте

Культура	Наименование штамма	Количество		Длина, см	
		всходов, шт.	погибших растений, %	корень	стебель
Горох «Амброзия»	Контроль	27	3	2,1±0,1	3,1±0,1
	<i>Fusarium sp.</i>	12	60	2,1±0,2	1,6±0,1
	<i>Alternaria sp.</i>	17	43,3	1,9±0,1	2,2±0,2
	<i>Botrytis sp.</i>	22	26,6	1,7±0,1	2,4±0,2
Горох «Орегон»	<i>Fusarium sp.</i>	–	100	–	–
	<i>Botrytis sp.</i>	–	100	–	–
Люцерна «Кокорай»	Контроль	20	–	5,0±0,2	3,6±0,1
	<i>Fusarium sp.</i>	19	5	3,7±0,2	3,1±0,1
	<i>Alternaria sp.</i>	19	5	3,9±0,1	3,2±0,1
	<i>Botrytis sp.1</i>	19	5	3,8±0,2	3,1±0,1
	<i>Botrytis sp.2</i>	16	20	3,4±0,3	3,4±0,1
	<i>Sclerotinia sp.</i>	20	–	3,9±0,2	3,4±0,4
Нут «Икарда»	Контроль	20	–	8,9±1,1	5,5±0,5
	<i>Fusarium sp.</i>	16	20	7,9±0,5	4,6±0,3
	<i>Alternaria sp.</i>	16	20	3,9±0,5	2,6±0,3
	<i>Botrytis sp.1</i>	16	20	5,0±0,7	3,9±0,2
	<i>Botrytis sp.2</i>	13	35	5,6±0,6	3,7±0,5
	<i>Sclerotinia sp.</i>	11	45	3,3±0,5	2,2±0,3

Примечание. «–» семена не проросли.

Проведена оценка патогенности выделенных грибов родов *Fusarium sp.*, *Botrytis sp.*, *Alternaria sp.*, *Sclerotinia* на семенах зернобобовых и кормовых культур. В качестве тест-объекта был взят горох сортов «Орегон» и «Амброзия», нут сортов «Икарда» и «Луч», люцерна сорта «Кокорай» (таблица 1).

Установлено, что горох сорта «Орегон» до 65-80% поражается грибами родов *Botrytis sp.* и *Fusarium sp.* и на 11-17% поражен грибами родов *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* У сорта гороха «Амброзия» наблюдалось поражение грибами *Alternaria sp.* – 70%, *Fusarium sp.* – 61 %, поражение грибами *Botrytis sp.* было на уровне – 26,6 % (рисунки 2, 3).

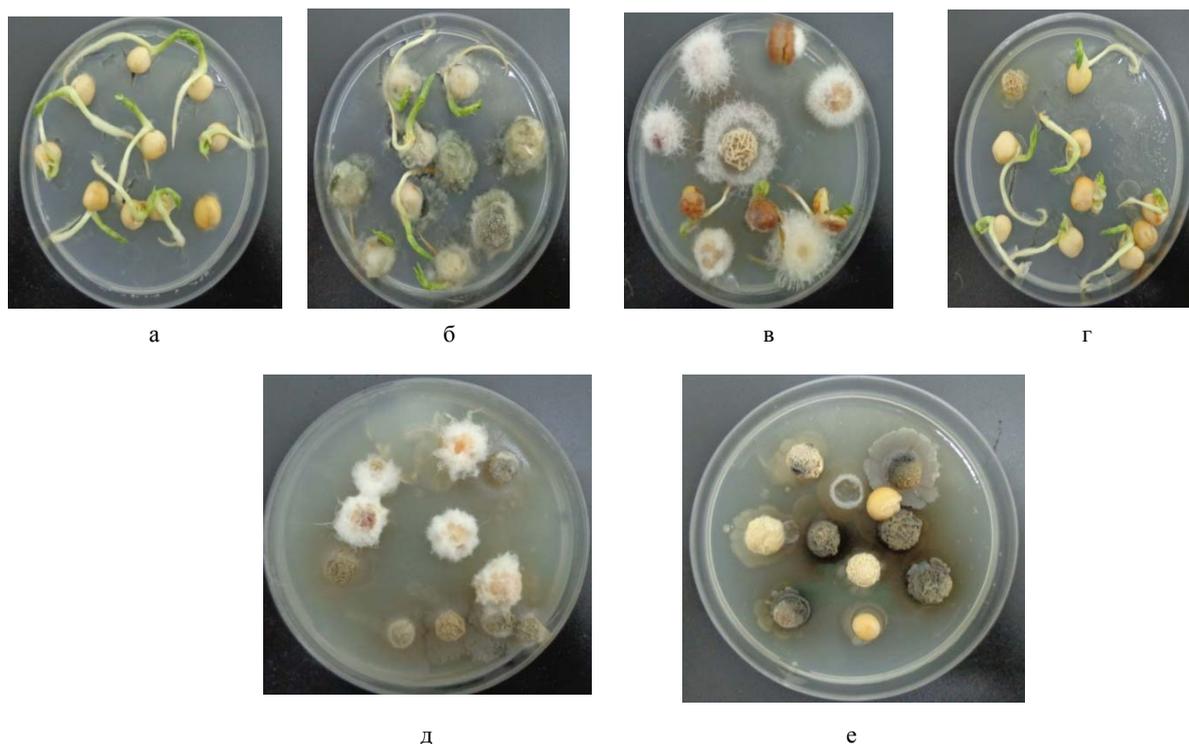


Рисунок 2 – Влияние фитопатогенных грибов родов *Alternaria sp.*, *Fusarium sp.*, *Botrytis sp.* на прорастание семян гороха сортов «Амброзия» и «Орегон»: а) контроль, б) семена гороха сорта «Амброзия» инфицированные грибом рода *Alternaria sp.*, в) семена сорта гороха «Амброзия» инфицированные грибом рода *Fusarium sp.*, г) семена сорта гороха «Амброзия» инфицированные грибом рода *Botrytis sp.*, д) семена сорта гороха «Орегон» инфицированные грибом рода *Fusarium sp.*, е) семена сорта гороха «Орегон» инфицированные грибом рода *Botrytis sp.*

Сорта нута «Луч» и «Икарда» поражались грибами рода *Fusarium sp.*, на 45%, *Rhizoctonia sp.* на 21% и *Sclerotinia sp.* на 45%.

Горох сорта «Орегон» оказался более восприимчивым по сравнению с сортом «Амброзия» ко всем выделенным патогенным грибам.

Сорт нута «Икарда» поражался грибами рода *Sclerotinia sp.* на 45% и *Botrytis sp.* на 35%. Семена люцерны сорта «Кокорай» в основном были поражены грибами рода *Botrytis* на 20%.

Люцерна поражалась 5 видами грибов: *Fusarium sp. 1.*, *Fusarium sp. 2.*, *Aspergillus sp.*, *Mucor sp.*, *Cylindrocarpon sp.* в пределах 5-20%.

Микрофотографии снимали при 40-ом увеличении на микроскопе «Leika».

Проведенные опыты показали, что все семена гороха, нута и люцерны, выросшие в Алма-тинской области, в той или иной степени поражены различными патогенными грибами. Процент поражения колеблется в пределах от 11 до 80%.

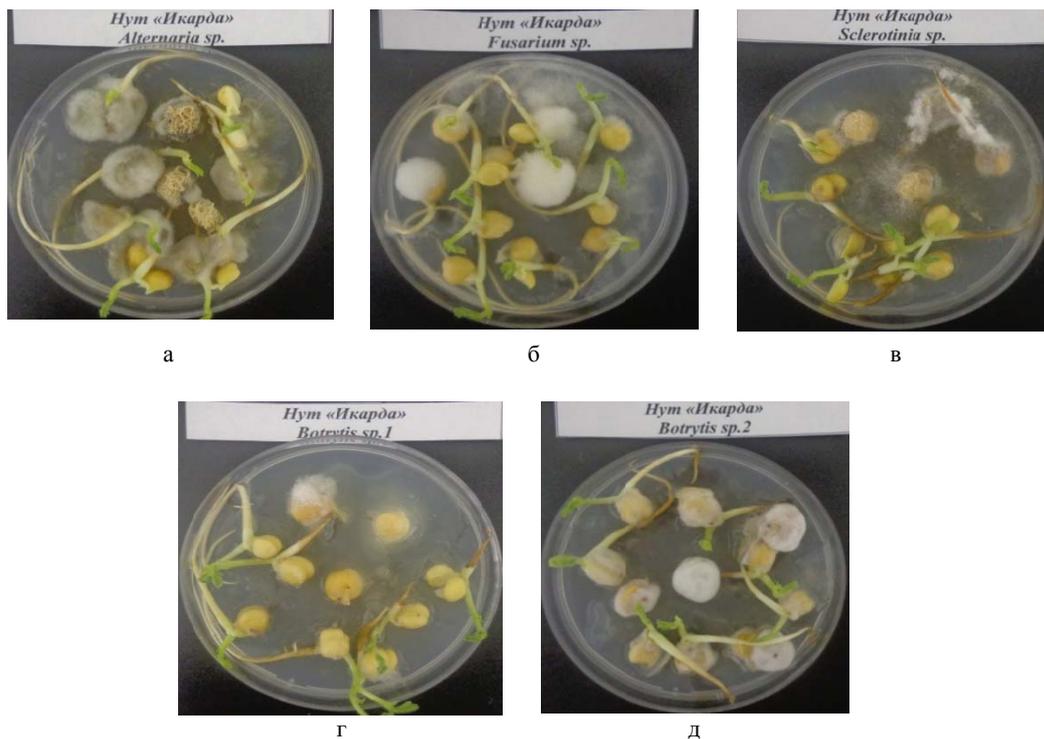


Рисунок 3 – Влияние фитопатогенных грибов *Alternaria sp.*, *Fusarium sp.*, *Botrytis sp.*, *Sclerotinia sp.* на прорастание семян нута сорта «Икарда»: а) семена сорта нута «Икарда», инфицированные грибом рода *Alternaria sp.*, б) семена сорта нута «Икарда» инфицированные грибом рода *Fusarium sp.*, в) семена сорта нута «Икарда», инфицированные грибом рода *Sclerotinia sp.* г) семена сорта нута «Икарда», инфицированные грибом рода *Botrytis sp 1.*, д) семена сорта нута «Икарда», инфицированные грибом рода *Botrytis sp 2.*

Штамм	Макроморфология	Микроморфология
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		
<i>Alternaria alternata</i>		

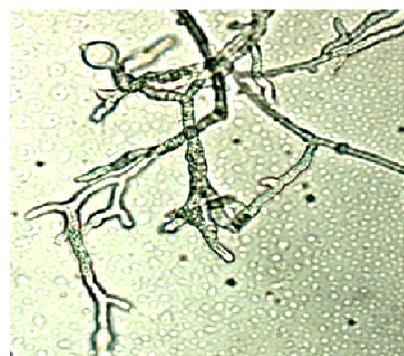
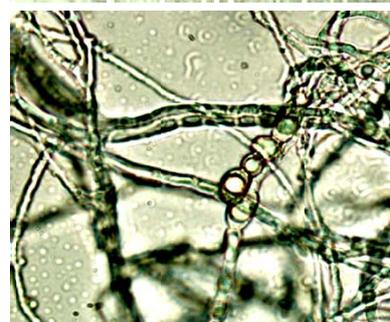
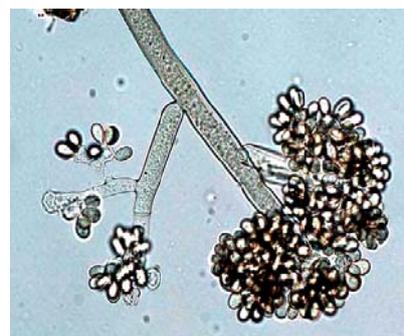
*Alternaria tenuissima**Fusarium oxysporum**Fusarium sporotrichella**Botrytis cinerea*

Рисунок 4 – Выделенные фитопатогенные грибы рода *Alternaria*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*, поражающие горох, нут, люцерну в Алматинской области.

Показано, что видовой состав патогенов разнообразен на семенах растений Алматинской области. Установлено, что горох сорта «Орегон» поражается от 65 до 80% грибами рода *Fusarium* и *Botrytis*. А горох сорта «Амброзия» поражается не только грибами рода *Fusarium* и *Botrytis* но и грибами рода *Alternaria* на 70%. Оба сорта нута, поражились грибами родов *Fusarium* и *Sclerotinia* на 45%. Семена люцерны слабо поражились в основном грибами родов *Botrytis*, *Fusarium*, *Aspergillus*.

Были идентифицированы патогенные грибы, поражающие бобовые и кормовые культуры. Они представлены четырьмя родами и девятью видами: *F. sporotrichiella* var роае (семена нута),

*F. oxysporum* (ризосферы гороха), *Alternaria tenuissima* (семена нута), *Alternaria alternata* (ризосферы нута), *Botrytis fabae* (семена нута), *Botrytis cinerea* (семена люцерны), *Sclerotinia sclerotiorum* (семена люцерны).

Из других микроорганизмов, дополняющих микробное разнообразие бобовых и кормовых культур, следует отметить грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Trichoderma* и актиномицеты рода *Actinomyces*. По литературным данным, эти микроорганизмы чаще встречаются в фазу вегетации, их количество возрастает в начале вегетации и в послелубочный период. Среди них часто встречаются грибы-антагонисты фитопатогенных грибов [11].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алимova Ф.К. Некоторые вопросы применения препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* в сельском хозяйстве // АГРО XXI научно-практический журнал. – 2006. – № 4-6. – С. 18-21.
- [2] Александрова А.В., Великанов Л.Л. Влияние гриба *Trichoderma harzianum* на почвенные микромицеты // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34, вып. 3. – С. 68-77.
- [3] Исмухамедов Ж.Д. Пути развития биологического метода защиты растений. Развитие аграрной науки // Защита и карантин растений. – 2013. – № 2. – С. 1-6.
- [4] Захаренко В.А., Павлюшин В.Л., Воронин К.Е. Биоценотическая регуляция – основа биологической защиты растений в агроэкосистемах // Сб. науч. тр. РАСХН. – М., 2004. – № 3. – С. 4-16.
- [5] Горобей И.М., Ашмарина Л.Ф., Коняева Н.М. Фузариозы зернобобовых культур в лесостепной зоне западной Сибири // Защита и карантин растений. – 2011. – № 2. – С. 14-16.
- [6] Котова В.В. Корневые гнили гороха и вики и меры защиты. – СПб., 2004. – 144 с.
- [7] Куркина Ю.Н. Фузариоз бобов // Защита и карантин растений. – 2009. – № 10. – С. 35-37.
- [8] Аубакирова Д.С., Ремеле В.В. Фитотоксичность грибов рода *Alternaria* // Сельское, лесное и водное хозяйство. – 2013. – № 12. – С. 3-6.
- [9] Ганнибал Ф.Б., Орина А.С., Левитин М.М. Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 30-32.
- [10] Bouhassan A, Sadiki M., Tivoli B. Evaluation of collection of faba bean (*vicia faba* L.) genotypes originating from the Maghreb for resistance to chocolate spot (*Botrytis fabae*) by assessment in the field and laboratory // Euphytica. – 2004. – № 135. – P. 55-62.
- [11] Куркина Ю.Н. Грибные болезни бобов // Защита и карантин растений. – 2008. – № 10. – С. 18-20.
- [12] Методические указания по выявлению и учету основных болезней сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1975. – 54 с.
- [13] Наумова И.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию. – Л.: Колос, 1970. – 204 с.
- [14] Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель – Т. 2. – Грибы несовершенные. – Киев: Изд-во «Наукова Думка», 1977. – 298 с.
- [15] Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно- патогенных грибов. – М.: Мир, 2001. – 468 с.
- [16] Резник К.А. Элементы математической обработки результатов измерений «Технологических анализов». – М.: Агропромиздат, 1986. – 46 с.

#### REFERENCES

- [1] Alimova F.K. Nekotorye voprosy primeneniya preparatov na osnove gribov roda *Trichoderma* v sel'skom hozyajstve // АГРО НКХИ научно-практический журнал. 2006. N 4-6. P. 18-21.
- [2] Aleksandrova A.V., Velikanov L.L. Vliyaniye griba *Trichoderma harzianum* na pochvennyye mikromicety // Mikologiya i fitopatologiya. 2000. Vol. 34, vyp. 3. P. 68-77.
- [3] Ismuhamedov ZH.D. Puti razvitiya biologicheskogo metoda zashchity rastenij. Razvitie agrarnoj nauki // Zashchita i karantin rastenij. 2013. N 2. P. 1-6.
- [4] Zaharenko V.A., Pavlyushin V.L., Voronin K.E. Biocenoticheskaya regulyaciya – osnova biologicheskoy zashchity rastenij v agroekosistemah // Sb. nauch. tr. RASKHN. M., 2004. N 3. P. 4-16.
- [5] Gorobej I.M., Ashmarina L.F., Konyaeva N.M. Fuzariozy zernobobovykh kul'tur v lesostepnoj zone zapadnoj Sibiri // Zashchita i karantin rastenij. 2011. N 2. P. 14-16.
- [6] Kotova V.V. Kornevye gnili goroha i viki i mery zashchity. SPb., 2004. 144 p.
- [7] Kurkina Yu.N. Fuzarioz bobov // Zashchita i karantin rastenij. 2009. N 10. P. 35-37.
- [8] Aubakirova D.S., Remele V.V. Fitotoksichnost' gribov roda *Alternaria* // Sel'skoe, lesnoe i vodnoe hozyajstvo. 2013. N 12. P. 3-6.
- [9] Gannibal F.B., Orina A.S., Levitin M.M. Al'ternariozy sel'skohozyajstvennykh kul'tur na territorii Rossii // Zashchita i karantin rastenij. 2010. N 5. P. 30-32.
- [10] Bouhassan A, Sadiki M., Tivoli B. Evaluation of collection of faba bean (*vicia faba* L.) genotypes originating from the Maghreb for resistance to chocolate spot (*Botrytis fabae*) by assessment in the field and laboratory. Euphytica. 2004. N 135. P. 55-62.
- [11] Kurkina YU.N. Gribnye bolezni bobov // Zashchita i karantin rastenij. 2008. N 10. P. 18-20.

- [12] Metodicheskie ukazaniya po vyyavleniyu i uchetu osnovnyh boleznej sel'skohozyajstvennyh kul'tur. M.: Kolos, 1975. 54 p.
- [13] Naumova I.A. Analiz semyan na gribnyuy i bakterial'nyuy infekciyu. L.: Kolos, 1970. 204 p.
- [14] Pidoplichko N.M. Griby – parazity kul'turnyh rastenij. Opredelitel'. – Vol. 2. – Griby nesovershennye. Kiev: Izd-vo «Naukova Dumka», 1977. 298 p.
- [15] Satton D., Fotergill A., Rinal'di M. Opredelitel' patogennyh i uslovno-patogennyh gribov. M.: Mir, 2001. 468 p.
- [16] Reznik K.A. Elementy matematicheskoy obrabotki rezul'tatov izmerenij «Tekhnologicheskikh analizov». M.: Agropromizdat, 1986. 46 p.

**Н. Е. Бекмаханова, Г. А. Момбекова, Р. Ж. Қаптағай**

ҚР БЖҒМ ҒК «Микробиология және вирусология институты» РМК, Алматы, Қазақстан

**АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДА БҰРШАҚ ТҰҚЫМДАС ЖӘНЕ МАЛ АЗЫҚТЫҚ  
ДАҚЫЛДАРЫН ЗАҚЫМДАУШЫ ФИТОПАТОГЕНДІ САҢЫРАУҚҰЛАҚТАРДЫ АНЫҚТАУ  
ЖӘНЕ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ**

**Аннотация.** Алматы облысында өсетін бұршақ тұқымдас және мал азықтық дақылдарының тұқымынан, топырағынан ерекше басым фитопатогендер бөлініп алынды. «Орегон» асбұршақ сұрыпы *Botrytis* және *Fusarium* саңырауқұлақтар туысымен зақымдалуы 63%-дан 80% және *Aspergillus*, *Penicillium* саңырауқұлақтар туысымен 11-17% зақымдалғаны анықталды. Сондай-ақ «Амброзия» асбұршақ сұрыпы, негізінен *Alternaria* саңырауқұлақтар туысымен 70% және *Fusarium* саңырауқұлақтар туысымен 61% зақымданады. «Икарда» және «Луч» ноқат сұрыптары негізінен *Fusarium*, *Sclerotinia* патогенді саңырауқұлақтар туысымен зақымдануы 45% болса, ал *Rhizoctonia*-мен зақымдануы 21% құрады. Жоңышқа тұқымы тамыр шірігінің қоздырғыштары – *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cylindrocarpon* және *Mucor* саңырауқұлақтар туысымен зақымдалуы шамамен 5-20%.

**Түйін сөздер:** фитопатогенді саңырауқұлақтар, асбұршақ, ноқат, жоңышқа, *Alternaria*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*.

**Сведения об авторах:**

Бекмаханова Н.Е. – главный научный сотрудник лаборатории защиты растений, РГП «Институт микробиологии және вирусологии» КН МОН РК.

Момбекова Г.А. – научный сотрудник лаборатории защиты растений, РГП «Институт микробиологии және вирусологии» КН МОН РК, magnazko@mail.ru

Қаптағай Р.Ж. – научный сотрудник лаборатории защиты растений, РГП «Институт микробиологии және вирусологии» КН МОН РК, kaptagaeva\_raushan@mail.ru

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 132 – 137

**P. A. Esenbekova, I. I. Temreshev**

Institute of Zoology, GS MRS RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: esenbekova\_periz@mail.ru

**FAUNA OF AQUATIC HEMIPTERA (HETEROPTERA)  
OF SOUTH KAZAKHSTAN**

**Abstract.** As a result of research in different water bodies of South Kazakhstan (reservoir Tasotkel, Bilikol lake, Zhartas lake, reservoir Badam, reservoir Aksu, reservoir Shorgo) there are revealed 12 species of Hemiptera insects from 7 families, related to aquatic ecosystems. They are divided into the true aquatic bugs (nekton) Corixidae (*Hesperocorixa sahlbergi*, *Hesperocorixa linnaei*, *Cymatia rogenhoferi*, *Sigara striata*, *Sigara falleni*), Notonectidae (*Notonecta glauca glauca*), Nepidae (*Ranatra linearis*), Naucoridae (*Ilyocoris cimicoides cimicoides*), Pleidae (*Plea minutissima minutissima*), inhabiting the surface film of water (pleiston) Gerridae (*Gerris argentatus*, *Gerris lacustris*), and living in the coastal waters of the (supralittoral) Saldidae (*Saldula pallipes*). Among them the species of the family Water boatman – Corixidae (5 species) and Water striders – Gerridae (2 species) are leading in the number, the rest of the families mentioned by 1 species. According to the number of generations per year, our aquatic Hemiptera South Kazakhstan are divided into monovoltine (8 species), bivoltine (2 species) and polivoltine (2 species), all species of winter in the adult stage. According to the type of power among the identified aquatic bugs, we can identify predators, or zoophages (7 species) and zoophitophages (5 species with a mixed diet) of consuming foods of both vegetable and animal provenance.

**Keywords:** fauna, aquatic Hemiptera, zoophages, zoophitophages, water bodies, South Kazakhstan.

УДК 595. 754

**П. А. Есенбекова, И. И. Темрешев**

Институт зоологии КН МОН РК, Алматы, Казахстан.

E-mail: esenbekova\_periz@mail.ru

**К ФАУНЕ ВОДНЫХ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ (HETEROPTERA)  
ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА**

**Аннотация.** В результате проведенных исследований в различных водоемах Южного Казахстана (водохранилище Тасоткель, озеро Биликоль, озеро Жартас, водохранилище Бадам, водохранилище Аксу, водохранилище Шорго) было выявлено 12 видов полужесткокрылых насекомых из 7 семейств, так или иначе связанных с аквально-водными экосистемами. Они делятся на собственно водных (нектонных) клопов Corixidae (*Hesperocorixa sahlbergi*, *Hesperocorixa linnaei*, *Cymatia rogenhoferi*, *Sigara striata*, *Sigara falleni*), Notonectidae (*Notonecta glauca glauca*), Nepidae (*Ranatra linearis*), Naucoridae (*Ilyocoris cimicoides cimicoides*), Pleidae (*Plea minutissima minutissima*), обитающих на поверхностной пленке воды (плейстон) Gerridae (*Gerris argentatus*, *Gerris lacustris*), и живущих в прибрежной части водоемов (супралитораль) Saldidae (*Saldula pallipes*). Среди них лидируют по количеству видов сем. Гребляки – Corixidae (5 видов) и Водомерки – Gerridae (2 вида), в остальных семействах отмечено по 1 виду. По числу генераций в год отмеченные нами водные полужесткокрылые Южного Казахстана делятся на моновольтинных (8 видов), бивольтинных (2 вида) и поливольтинных (2 вида), при этом все виды зимуют в стадии имаго. По типу питания среди выявленных водных клопов выделяются хищники, или зоофаги (7 видов) и зоофитофаг (виды со смешанным питанием, 5 видов), потребляющие пищу как растительного, так и животного происхождения.

**Ключевые слова:** фауна, водные полужесткокрылые, зоофаги, зоофитофаги, водоемы, Южный Казахстан.

**Введение.** Полужесткокрылые насекомые – один из обширных отрядов, имеет большое значение в природе. Хорошо приспособленные к разнообразным условиям среды клопы представлены как наземными, так и водными. Водные полужесткокрылые живут в разнообразных водоемах. Виды инфраотряда *Gegtomorpha* обитают на поверхностной пленке воды, виды инфраотряда *Peromorpha* – в толще воды. Летнее время имаго и личинки водных клопов живут в водоемах, зимуют имаго. Преимущественно, хищники, высасывают разнообразных беспозвоночных и других мелких животных.

Большой вклад в изучение фауны полужесткокрылых Казахстана внесла Р. Б. Асанова, она в 1957–1989 гг. работала в Институте зоологии АН КазССР. Обследовала в основном Центрального Казахстана. Д. Б. Чилдибаев изучал полужесткокрылых юго-востока Казахстана, их видовой состав, биологические, экологические особенности и хозяйственное значение некоторых важных видов на пастбищах (1973–1977 гг.) [1]. В 1981–1989 гг. Б. В. Златанов [2] изучал видовой состав, биологию и экологические особенности комплекса хищных полужесткокрылых, активно участвующих в регуляции численности важнейших вредителей в условиях промышленного садоводства и овощеводства на юго-востоке Казахстана. Специального исследования водных полужесткокрылых Южного Казахстана ранее не проводилось.

**Методы исследования.** Изучение насекомых проведено по общепринятым энтомологическим методикам [3-5]. Для сбора насекомых применялись различные методы: отлов водных насекомых производился стандартным энтомологическим сачком и специальным донным сачком, лов на свет и др.

**Результаты исследования.** Сборы водных насекомых проводились в различных водоемах: открытых, полузаросших, заросших водоемах водной растительностью (тростник, рогоз и др.), естественного и искусственного происхождения, находящихся на территории Южного Казахстана (Жамбылская и Южно-Казахстанская области). Были обследованы маршрутными выездами водохранилище Тасоткель, озеро Биликоль, озеро Жартаг, водохранилище Бадам, водохранилище Аксу, водохранилище Шорго.

Ниже приводится аннотированный список выявленных видов исследуемого региона. Для каждого вида приведены точки и даты сборов.

Семейство *Corixidae* – гребляки.

Клопы мелких и средних размеров в длину достигают от 1,5 до 15 мм. Они как растительноядные, так и хищники. Питаются водорослями или мелкими беспозвоночными. Хорошо привлекаются на свет [6, 8].

*Hesperocorixa sahlbergi* (Fieber, 1848). Жамбылская обл., Чуйский район, вдхр. Тасоткель, 01-05.06.2016. 15 экз.; Жамбылская обл., Таласский район, оз. Биликоль, 07-08.06.2016. 7 экз.; Жамбылская область, Шуйский р-н, вдхр. Аксу, 10.08.2016. 1 экз. Различные стоячие и медленно текущие крупные и мелкие водоемы; зоофитофаг; моновольтинный; зимует имаго.

*Hesperocorixa linnaei* (Fieber, 1848). Жамбылская обл., Чуйский район, вдхр. Тасоткель, 01-05.06.2016. 12 экз.; Жамбылская обл., Таласский район, оз. Биликоль, 07-08.06.2016. 8 экз. В пойменных водоемах со стоячей водой и хорошо развитой растительностью; зоофитофаг; моновольтинный; зимует имаго в водоеме [9]. Летит на свет.

*Sumatia rogenhoferi* (Fieber, 1804). Жамбылская обл., Чуйский район, вдхр. Тасоткель, 01-05.06.2016. 10 экз.; Жамбылская обл., Таласский район, оз. Биликоль, 07-08.06.2016. 9 экз.; Жамбылская обл., Таласский район, г. Каратау, оз. Жартаг. 08.06.2016. 4 экз.; Жамбылская обл., Таласский район, г. Каратау (на свет). 06.06.2016. 3 экз. Стоячие и медленно текущие крупные и мелкие водоемы; зоофитофаг; моновольтинный [4]; зимует имаго.

*Sigara striata* (Linnaeus, 1758). Жамбылская обл., Чуйский район, вдхр. Тасоткель, 01-05.06.2016. 17 экз.; Жамбылская обл., Таласский район, оз. Биликоль, 07-08.06.2016. 16 экз. Эвритопный, во всевозможных стоячих, слабопроточных, пойменных водоемах, но избегает сильно загрязненных; зоофитофаг, истребляет личинок комаров; поливольтинный; зимует имаго (в водоемах). Хорошо летает и прилетает ночью на свет [5].

*Sigara falleni* (Fieber, 1848). Жамбылская обл., Чуйский район, вдхр. Тасоткель, 01-05.06.2016. (на свет). 21 экз.; Жамбылская обл., Таласский район, оз. Биликоль, 07-08.06.2016. 12 экз.;

Жамбылская область, Шуйский р-н, вдхр. Аксу, 10.08.2016. 1 экз. В слабопроточных, различных пойменных и стоячих водоемах, заводях рек, озерах, в том числе и умеренно загрязненных; зоофитофаг; бивольтинный; зимует имаго. Живет и зимует в водоеме.

Семейство Notonectidae – гладыши.

Насекомые длиной до 20 мм. Гладыши встречаются как в стоячих, так и медленно текущих водах. Плавают спиной вниз и, как правило, под поверхностью воды. Также хорошо летают и порой приводняются там, где вообще нет никакой водной живности – в лужах. Хищники, нападают на более мелких беспозвоночных [8].

*Notonecta glauca glauca* Linnaeus, 1758. Жамбылская обл., Чуйский район, вдхр. Тасоткель, 05.06.2016. 2 экз. личинки; Жамбылская обл., Таласский район, оз. Биликоль, 07-08.06.2016. 3 экз. + 3 экз. личинки; Жамбылская обл., Таласский район, г. Каратау, оз. Жартаc, 08.06.2016. 39 экз.+ +44 личинки. Преимущественно в прудах, небольших озерах и различных пойменных водоемах со стоячей или слабо текущей водой; зоофаг; моновольтинный; зимуют имаго, закопавшись в придонный ил. Перед зимовкой у самок увеличивается число яйцевых камер и дальнейшее развитие полностью приостанавливается на весь период зимовки еще до формирования ооцитов [10]. У самцов семенники интенсивно растут уже летом и достигают максимального размера к августу. В это время они содержат зрелую сперму, с которой самцы и зимуют [11]. Спаривание происходит после зимовки – в апреле-мае; к этому времени самки уже содержат зрелые яйца.

Семейство Nepidae – водные скорпионы.

Насекомые длиной до 4,5 см с характерными хватательными конечностями и дыхательной трубкой на заднем конце тела. Большинство видов водяных скорпионов приурочены к стоячим или слабопроточным водоемам. Окраска тела неяркая, покровительственная. Хищники, нападают на мелких водных животных [8, 12].

*Ranatra linearis* (Linnaeus, 1758). Жамбылская обл., Таласский район, оз. Биликоль, 07.06.2016. 2 экз. имаго + 5 экз. личинки. Жамбылская область, Шуйский р-н, вдхр. Шорго, 10.08.2016. 1 экз. Стоячие и медленно текущие крупные и мелкие водоемы; зоофаг (уничтожает мальков рыб, личинок стрекоз и жуков); моновольтинный [13, 14] или бивольтинный [15]; зимует имаго.

Семейство Naucoridae – плавты.

Средние, задние ноги веслообразные, снабжены густыми плавательными волосками. Хищники. Населяют водоемы, но зиму проводят на суше [8].

*Plyocoris cimicoides cimicoides* (Linnaeus, 1758). Жамбылская обл., Таласский район, оз. Биликоль, 07-08.06.2016. 11 экз. + 281 экз. личинки разного возраста; Жамбылская обл., Таласский район, г. Каратау, оз. Жартаc, 08.06.2016. 3 экз.+4 личинки III возр. Жамбылская область, Шуйский р-н, вдхр. Тасоткель, 9.08.2016. 1 экз.; Жамбылская область, Шуйский р-н, вдхр. Аксу, 10.08.2016. 3 экз.; Жамбылская область, Шуйский р-н, вдхр. Шорго, 10.08.2016. 2 экз.+2 личинки III возр. Обитают в постоянных, длительно не пересыхающих стоячих и медленно текущих водоемах с развитой растительностью; зоофаг (предпочитает питаться и нападать на небольших слабохитинизированных обитателей водоемов: личинками стрекоз, пиявками, бокоплавами, а также личинками кровососущих комаров родов *Aedes* и *Culex*); моновольтинный; зимуют имаго на суше, зарываясь в грунт в верхнем слое почвы. Зимовка плавтов на суше отмечается и в других публикациях [3-5].

Семейство Pleidae – водоблошки.

Мелкие водные клопы длиной 1,5-3 мм. Тело короткое, вздутое. Задние ноги ходильные, без длинных волосков. Надкрылья без перепоночки. Хищники (как имаго, так и личинки питаются личинками различных гидробионтов) [17, 19].

*Plea minutissima minutissima* Leach, 1817. Жамбылская обл., Таласский район, оз. Биликоль, 07-08.06.2016. 70 экз.; Жамбылская область, Шуйский р-н, вдхр. Аксу, 10.08.2016. 3 экз. Стоячие и медленно текущие крупные и мелкие водоемы с обильной растительностью; зоофаг (как имаго, так и личинки питаются личинками различных гидробионтов); моновольтинный; зимует имаго. По мнению одних авторов, вид имеет облигатную диапаузу [15], по мнению других [16], зимовка происходит в состоянии оцепенения, которое наступает под воздействием низкой температуры. Повышение температуры может прервать покой. Имаго живут очень долго (до 2-х лет) и могут размножаться, вероятно, и на 2-й год [17].

Семейство Gerridae – водомерки.

Тело длиной до 30 мм, темно-коричневого, бурого цвета. Тело и кончики ног покрыты жесткими несмачиваемыми водой волосками, благодаря чему водомерки приспособлены к скольжению по воде. Живут на поверхности воды. Питаются мелкими беспозвоночными, упавшими на поверхность воды. С наступлением холодов водомерки покидают водоемы и находят себе убежища под корой старых пней или во мху [7, 8, 12, 18].

*Gerris argentatus* Schummel, 1832. Жамбылская обл., Таласский район, оз. Биликоль. 07-08.06.2016. 1 экз.+ 2 личинки. Обитает в водоемах со стоячей водой и с частично заросшим зеркалом; зоофаг; бивольтинный [21]; зимуют имаго.

*Gerris lacustris* (Linnaeus, 1758). Жамбылская обл., Таласский район, г. Каратау, оз. Жартас, 08.06.2016. 1 экз.; Южно-Казахстанская обл., вдхр. Бадам. 09.06.2016. 2 экз.; Жамбылская область, Шуйский р-н, вдхр. Тасоткель, 9.08.2016. 1 экз. Обитает в прудах, озерах или пойменных водоемах со стоячей водой и развитой растительностью, на поверхности воды разных водоемов; зоофаг (мелкими водными членистоногими); поливольтинный [21]; зимуют имаго.

Семейство Saldidae – прибрежники.

Небольшие насекомые длиной 2-8 мм с овальными уплощенными телами и крупными глазами. Передвигаются, комбинируя резкие прыжки и полет. Приурочены к берегам водоемов. Хищники, питаются мелкими беспозвоночными [7, 8, 20].

*Saldula pallipes* (Fabricius, 1794). Жамбылская обл., Таласский район, г. Каратау (на свет), 06.06.2016, 2 экз. Обитает в сырых стациях: по берегам рек, озер и на влажных лугах, соленых водоемов, на мокрой засоленной почве, гигрофил; зоофаг; моновольтинный; зимует имаго [22]. Ночью прилетает на свет.

**Обсуждение результатов.** Водные полужесткокрылые обнаружены во всех исследованных водоемах: по берегам водохранилищ Тасоткель и Бадам, Аксу, Шорго, озер Биликоль и Жартас, во влажных лугах и болотах, а также пойманы ночью путем отлова на свет. Таким образом, в результате проведенных исследований в открытых, заросших, полужаросших водоемах естественного и искусственного происхождения было выявлено 12 видов полужесткокрылых насекомых из 7 семейств. Они делятся на собственно водных клопов (нектон) (Corixidae, Notonectidae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae), обитающих на поверхностной пленке воды (плейстон) (Gerridae) и живущих в прибрежной части водоемов (супралитораль) (Saldidae). Среди них лидируют по числу видов сем. Corixidae (5 видов) и Gerridae (2 вида), в остальных семействах отмечено по 1 виду.

#### Выводы.

Таксономический состав водных полужесткокрылых Южного Казахстана

Семейство	Виды	Трофические связи	Число поколений в год	Зимующая стадия
Corixidae	<i>Hesperocorixa sahlbergi</i>	Зоофитофаг	Моновольтинный	Имаго
	<i>Hesperocorixa linnaei</i>		Моновольтинный	
	<i>Cymatia rogenhoferi</i>		Моновольтинный	
	<i>Sigara striata</i>		Поливольтинный	
	<i>Sigara falleni</i>		Бивольтинный	
Notonectidae	<i>Notonecta glauca</i>	Зоофаг	Моновольтинный	
Nepidae	<i>Ranatra linearis</i>		Моновольтинный или бивольтинный	
Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides</i>		Моновольтинный	
Pleidae	<i>Plea minutissima</i>		Моновольтинный	
Gerridae	<i>Gerris argentatus</i>		Бивольтинный	
	<i>Gerris lacustris</i>		Поливольтинный	
Saldidae	<i>Saldula pallipes</i>		Моновольтинный	

Из таблицы видно, что по числу генераций в год водные полужесткокрылые Южного Казахстана делятся на моновольтинных (8 видов), бивольтинных (2 вида) и поливольтинных (2 вида). Все выявленные виды зимуют в стадии имаго. По трофическим связям среди отмеченных нами

водных клопов выделяются зоофаги (хищники, 7 видов) и зоофитофаги (виды со смешанным питанием, 5 видов), потребляющие пищу как растительного, так и животного происхождения.

Дальнейшие исследования могут пополнить приведенный в данном сообщении список видов хищных водных полужесткокрылых, а также получить дополнительные данные по их трофической специализации в различных водоемах.

**Источник финансирования исследований.** Материал собирался авторами в рамках выполнения проекта ГФ 4163 «Мониторинг экологического состояния наземных и водных экосистем Южного Казахстана с использованием индикаторных видов беспозвоночных» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чилдибаев Д.Б. Полужесткокрылые (Heteroptera) – вредители пастбищных растений юго-востока Казахстана и естественные регуляторы их численности. Деп. ВИНТИ, АН КазССР, Институт зоологии. – Алма-Ата, 1985. – С. 117-124.
- [2] Златанов Б.В. Хищные полужесткокрылые (Hemiptera) в плодовых и овоще-бахчевых агроценозах предгорий Заилийского Алатау: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Алма-Ата, 1992. – 23 с.
- [3] Винокуров Н.Н., Канюкова Е.В. Полужесткокрылые насекомые (Heteroptera) Сибири. – Новосибирск: Наука, 1995. – 235 с.
- [4] Канюкова Е.В. Водные полужесткокрылые насекомые (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) фауны России и сопредельных стран. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 296 с.
- [5] Кержнер И.М., Ячевский Т.Л. Hemiptera (Heteroptera) – полужесткокрылые, или клопы. Определитель насекомых Европейской части СССР. – 1964. – Т. 1. – С. 655-845.
- [6] Канюкова Е.В. Клопы-гребляки (Heteroptera, Corixidae) Приморского края // Таксономия насекомых Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. – С. 38-39.
- [7] Канюкова Е.В. Водомерки (Heteroptera, Gerridae) фауны СССР // Труды ЗИН АН СССР. – Л., 1982. – Т. 105(1981). – С. 62-93.
- [8] Есенбекова П.А. Полужесткокрылые (Heteroptera) Казахстана. – Алматы: Нур-Принт, 2013. – 268 с.
- [9] Jansson A. The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions // Acta Entomologica Fennica. – 1986. – Vol. 47. – 93 p.
- [10] Papacek M., Soldan T. Development of the female internal reproductive system of *Notonecta glauca* (Heteroptera: Notonectidae) and the life cycle in South Bohemia // Acta Entomol. Bohemoslov. – 1987. – Vol. 84, N 3. – P. 161-180.
- [11] Papacek M., Soldan T. Development of the internal reproductive system in *Notonecta glauca* (Heteroptera, Notonectidae) // Bennettova B., Geblic I., Soldan T. (eds). Advances in Regulation of Insect Reproduction. – Ceske Budejovice, Czech Republic, 1992. – P. 199-211.
- [12] Moreira F.F.F.; Rodrigues H.D.D.; Barbosa J.F.; Reduciendo-Klementova B.; Svitok M. New records of Gerromorpha and Nepomorpha (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) from South America // Biodiversity Data Journal. – 2016. – Vol. 4. – P. 7975.
- [13] Papacek M. Zivotni cykly univoltinnich vodnich plastic (Heteroptera, Nepomorpha) v Ceskoslovensku [=Life cycles of univoltine water bugs (Heteroptera, Nepomorpha) in Czechoslovakia] // Prace Slov. Ent. Spol. SAV (Bratislava). – 1989. – Vol. 8. – P. 45-52 (in Czech, English summary).
- [14] Dolling W.R. The Hemiptera. – Oxford: Oxford University Press (Natural History Museum Publication), 1991. – 274 p.
- [15] Дубицкий А.М. Биологический метод борьбы с гнусом в СССР. – Алма-Ата, 1978. – 267 с.
- [16] Papacek M. The ventrolateral thoracic region and thoraco-abdominal junction of *Plea minutissima* (Heteroptera, Pleidae) // Vestnik Ceskoslovenske Spolecnosti Zoologicke. – 1987. – Vol. 51. – P. 199-213.
- [17] Kovac Damir. A Quantitative Analysis of Secretion-Grooming Behaviour in the Water bug *Plea minutissima* Leach (Heteroptera, Pleidae): Control by abiotic factors // International journal of behavioural biology Ethology. – 1993. – Vol. 93. – P. 41-61.
- [18] Moreira F.F.F.; Campos G.G.F. New distributional data concerning some Gerromorpha (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) from Brazil. – Check List (São Paulo. Online), 2012. – Vol. 8. – P. 542-547,
- [19] Wefelscheid H. Uber die Biologie und Anatomie von *Plea minutissima* Leach // Zool. Jahrb. (Syst.). – 1912. – Bd. 32. – P. 1-86.
- [20] Кириченко А.Н. Полужесткокрылые (Hemiptera-Heteroptera) Таджикистана. – Душанбе, 1964. – 180 с.
- [21] Канюкова Е.В. Водомерки (Heteroptera, Gerridae) фауны СССР // Тр. Зоол. инст-та АН СССР. – 1982 (1981). – Т. 105. – С. 62-93.
- [22] Кириченко А.Н. Полужесткокрылые (Hemiptera-Heteroptera) Кавказского края // Записки Кавказ. Музея. – 1918. – Серия А. – № 6. – Часть I. – 177 с.

#### REFERENCES

- [1] Childibaev D.B. Hemiptera (Heteroptera) – pests of pasture plants south-east of Kazakhstan and natural regulators of their number. Dep. VINITI, Academy of Sciences of the Kazakh SSR, Institute of Zoology, Alma-Ata, 1985, p. 117-124.
- [2] Zlatanov B.V. Predatory Hemiptera (Hemiptera) in fruit and vegetable and melon agrocenoses foothills of the Trans-Ili Alatau // Abstract. diss. on competition uch. Art. cand. biol. Sciences. Almaty, 1992. 23 p.
- [3] Vinokurov N.N., Kanyukova E.V. Insects Hemiptera (Heteroptera) in Siberia. Novosibirsk: Nauka, 1995. 235 p.

- [4] Kanyukova E.V. Aquatic insects Hemiptera (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) of Russia and adjacent countries. Vladivostok: Dal'nauka, 2006. 296 p.
- [5] Kerzhner I.M., Yachevsky T.L. Hemiptera (Heteroptera) - Hemiptera or bugs. Key to the insects of the European part of the USSR. 1964. Vol. 1. P. 655-845.
- [6] Kanyukova E.V. Bedbugs-corixidae (Heteroptera, Corixidae) Primorsky Krai // Taxonomy Far East insects. Vladivostok: Far Eastern Scientific Center. Academy of Sciences of the USSR, 1980. P. 38-39.
- [7] Kanyukova E.V. Water striders (Heteroptera, Gerridae) fauna of the USSR // Proceedings of the Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences. L., 1982. Vol. 105 (1981). P. 62-93.
- [8] Esenbekova P.A. Hemiptera (Heteroptera) in Kazakhstan. Almaty: Nur-Print, 2013. 268 p.
- [9] Jansson A. The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions // Acta Entomologica Fennica. 1986. Vol. 47. 93 p.
- [10] Papacek M., Soldan T. Development of the female internal reproductive system of *Notonecta glauca* (Heteroptera: Notonectidae) and the life cycle in South Bohemia // Acta Entomol. Bohemoslov. 1987. Vol. 84, N 3. P. 161-180.
- [11] Papacek M., Soldan T. Development of the internal reproductive system in *Notonecta glauca* (Heteroptera, Notonectidae) // Bennettova B., Geblic I., Soldan T. (eds). Advances in Regulation of Insect Reproduction. Ceske Budejovice, Czech Republic, 1992. P. 199-211.
- [12] Moreira F.F.F.; Rodrigues H.D.D.; Barbosa J.F.; Reduciendo-Klementova B.; Svitok M. New records of Gerromorpha and Nepomorpha (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) from South America. Biodiversity Data Journal, 2016. Vol. 4. P. 7975,
- [13] Papacek M. Zivotni cykly univoltinnich vodnich plostic (Heteroptera, Nepomorpha) v Ceskoslovensku [=Life cycles of univoltine water bugs (Heteroptera, Nepomorpha) in Czechoslovakia] // Prace Slov. Ent. Spol. SAV (Bratislava). 1989. Vol. 8. P. 45-52 (in Czech, English summary).
- [14] Dolling W.R. The Hemiptera. Oxford: Oxford University Press (Natural History Museum Publication), 1991. 274 p.
- [15] Dubitsky A.M. Biological control of mosquitoes in the USSR. Almaty, 1978. 267 p.
- [16] Papacek M. The ventrolateral thoracic region and thoraco-abdominal junction of *Plea minutissima* (Heteroptera, Pleidae) // Vestnik Ceskoslovenske Spolecnosti Zoologicke. 1987. Vol. 51. P. 199-213.
- [17] Kovac D. A Quantitative Analysis of Secretion-Grooming Behaviour in the Water bug *Plea minutissima* Leach (Heteroptera, Pleidae): Control by abiotic factors // International journal of behavioural biology Ethology. 1993. Vol. 93. P. 41-61.
- [18] Moreira F.F.F.; Campos G.G.F. New distributional data concerning some Gerromorpha (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) from Brazil. Check List (São Paulo. Online), vol. 8, p. 542-547, 2012.
- [19] Wefelscheid H. Über die Biologie und Anatomie von *Plea minutissima* Leach // Zool. Jahrb. (Syst.). 1912. Bd. 32. P.1-86.
- [20] Kirichenko A.N. Hemiptera (Hemiptera-Heteroptera) of Tajikistan. Dushanbe, 1964. 180 p.
- [21] Kanyukova E.V. Water striders (Heteroptera, Gerridae) fauna of the USSR // Tr. Zool. inst AN SSSR. 1982 (1981). Vol. 105. P. 62-93.
- [22] Kirichenko A.N. Hemiptera (Hemiptera-Heteroptera) of the Caucasus region // Notes Caucasus. Museum of: 1918. Series A. Number 6. Part I. 177 p.

## П. А. Есенбекова, И. И. Темрешев

ҚР БҒМ ҒК «Зоология институты» РМК, Алматы, Қазақстан

### ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ СУЛЫ ЖАРТЫЛАЙ ҚАТТЫҚАНАТТЫЛАРЫНЫҢ ФАУНАСЫ (HETEROPTERA)

**Аннотация.** Оңтүстік Қазақстанның су қоймаларын зерттеу нәтижесінде 7 тұқымдасқа жататын жартылай қаттықанаттылардың 12 түрі анықталды. Олар нағыз су қандалалары ((*Hesperocorixa sahlbergi*, *Hesperocorixa linnaei*, *Cymatia rogenhoferi*, *Sigara striata*, *Sigara falleni*), Notonectidae (*Notonecta glauca glauca*), Nepidae (*Ranatra linearis*), Naucoridae (*Ilyocoris cimicoides cimicoides*), Pleidae (*Plea minutissima minutissima*), су бетінде тіршілік ететін түрлері (Gerridae: *Gerris argentatus*, *Gerris lacustris*) және су қоймасы жағалауында тіршілік ететін түрлер болып бөлінеді (Saldidae: *Saldula pallipes*). Бұлардың арасында түр құрамы жағынан басым Ескекшілер тұқымдасы (Corixidae - 5 түр), су аршындар тұқымдасы (Gerridae - 2 түр), қалған тұқымдасардан 1 ғана түрден белгілі. Оңтүстік Қазақстанның су жартылай қаттықанаттылары жылына ұрпақ беруіне байланысты моновольтинді (8 түр), бивольтинді (2 түр) және поливольтинді (2 түр) болып, кездескен барлық түр ересек дарасы күйінде қыстайды. Қоректенуі жағынан кездескен су жартылай қаттықанаттылары жыртқыштар, яғни зоофагтар (7 түр) және зоофитофагтар (5 түр аралас қоректі), өсімдік және жануар қоректі болып табылады.

**Түйін сөздер:** фауна, су жартылай қаттықанаттылары, зоофаг, зоофитофаг, су қоймалары, Оңтүстік Қазақстан.

#### Сведения об авторах:

Есенбекова Перизат Абдыкаировна – ведущий научный сотрудник отдела энтомологии РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, esenbekova\_periz@mail.ru

Темрешев Избасар Исатаевич – старший научный сотрудник отдела энтомологии РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, temreshev76@mail.ru

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 138 – 144

**O. G. Cherednichenko, I. N. Magda, A. L. Pilyugina, E. G. Gubitskaya, L. B. Dzhan sugurova**

«Institute of General Genetics and Cytology» CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: chero gen70@mail.ru

**ASSESSMENT OF THE STATUS OF GENETIC ICHTHYOFAUNA  
OF ATYRAU REGION BY MICRONUCLEUS TEST**

**Abstract.** A comparative analysis of the frequency of micronuclei in fish caught in the vicinity of the three settlements of Atyrau region: Atyrau, Kulsary, pos. Inderbor was carried out. It was found that the greatest number of cells with micronuclei found in red blood cells of fish - Rudd - *Scardinus erythrophthalmus* and Silver bream - *Blicca bjoerkna* captured in the vicinity of the city of Atyrau, and, judging by the nature of violations, human pressure has chemical and radiological component. The lack of significant differences in micronucleus test data of Kulsary ichthyofauna and the natural reserve Inderborg indicates the total pollution of the Caspian water resources of Atyrau region.

**Keywords:** micronucleus test, fishes, the Caspian Sea region.

УДК 575.1:224.4

**О. Г. Чередниченко, И. Н. Магда, А. Л. Пилюгина, Е. Г. Губицкая, Л. Б. Джансугурова**

«Институт общей генетики и цитологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

**ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО СТАТУСА  
ИХТИОФАУНЫ АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ  
С ПОМОЩЬЮ МИКРОЯДЕРНОГО ТЕСТА**

**Аннотация.** Проведен сравнительный анализ частоты микроядер у рыб, выловленных в окрестностях трех населенных пунктов Атырауской области: г. Атырау, г. Кульсары, пос. Индербор. Выявлено, что наибольшее количество клеток с микроядрами обнаружено в эритроцитах рыб - Красноперка – *Scardinus erythrophthalmus* и Густера – *Blicca bjoerkna* отловленных в окрестностях г. Атырау, судя по характеру нарушений, антропогенная нагрузка имеет химическую и радиационную составляющую. Отсутствие достоверных отличий данных микроядерного теста ихтиофауны из г. Кульсары и природоохранной территории Индерборг свидетельствует об общей загрязненности прикаспийских водных ресурсов Атырауской области.

**Ключевые слова:** микроядерный тест, рыбы, Прикаспийский регион.

При всей своей уникальности в качестве водоема и ареала обитания Каспийское море и его побережье уже давно находятся в критическом состоянии с точки зрения экологии. К настоящему времени Атырауская область Казахстана оказалась вовлеченной в реализацию ряда проектов, которые затрагивают как промышленные, так и аграрные секторы экономики. Условия осуществления разведки, добычи и переработки нефти и газа, нерациональная эксплуатация земельных угодий и водных ресурсов в значительной мере влияют на уникальный природный комплекс данной территории Республики Казахстан.

Комплексное взаимодействие мутагенных факторов окружающей среды отличается многоуровневыми (среда, организм, ткань, клетка) и разнонаправленными характеристиками. Поскольку экспериментальная проработка всех возможных вариантов оценки потенциальной мутагенности

сложных смесей и комбинированных мутагенных воздействий не представляется реальной, необходимо оценивать суммарную мутагенность в среде обитания человека. Одним из подходов к решению комплексной проблемы организации и проведения генетического мониторинга загрязнений окружающей среды является проведение натуральных исследований на растительных и животных объектах в экологически загрязненных регионах.

Одними из наиболее чувствительных территорий Атырауской области к экологическим нагрузкам являются водоемы бассейнов рек Жайык (Урал) и Жем (Эмба), где осуществляется значительная часть хозяйственной деятельности. Перспективными для сравнительных экологических исследований здесь являются участки расположения городов Атырау, Кульсары, пгт. Индерборский с прилегающими к ним территориями. Целью настоящей работы является – оценка генетического статуса эндемичных видов ихтиофауны мониторинговых зон Прикаспия (Атырауская область: г. Атырау, г. Кульсары, природоохранная территория Индерборг) с помощью микроядерного теста.

**Материалы и методы исследования.** Объектом изучения являлись природные популяции рыб Прикаспийского региона (краснопёрка – *Scardinius erythrophthalmus* и густера – *Blicca bjoerkna* – семейства карповых) из 2-х исследованных районов Прикаспийского региона (пригороды г.г. Атырау и Кульсары) и региона сравнения - пгт. Индерборг природоохранной территории Атырауской области. Для осуществления микроядерного анализа проведен отбор, фиксация и окрашивание собранных образцов периферической крови биомаркерных животных и проведен микроскопический анализ препаратов. Из окрестностей Атырау обследована 21 особь, из г. Кульсары – 16, из пгт Индербор – 15. Всего изучено 52 особи.

В процессе экспедиционных работ применялись традиционные методы полевых эколого-зоологических исследований [1]. Полевые исследования были выполнены пешими и автомобильными маршрутами с обязательной GPS-навигацией, и сопровождалась фотосъемкой, а камеральный этап НИР включал элементы ГИС – анализа эколого-фаунистического материала для выбранных территорий.

Для выполнения лабораторных гематологических исследований (приготовление и анализ цитогенетических препаратов-мазков) были взяты биологические образцы (периферическая кровь). Кровь отбирали из хвостовых сосудов в результате отсечения хвоста сразу после вылова рыб. В отдельных случаях кровь для исследования у рыб отбиралась из сердца, хвостовой артерии, культы хвоста или жаберных вен. Выбор способа взятия крови зависела от размера рыбы и объема крови, требуемого для анализа. Забор крови и приготовление мазков осуществляли в соответствии с предлагаемыми рекомендациями [2].

Препараты мазков периферической крови готовили общепринятым методом в полевых условиях. Камеральную обработку препаратов проводили в лабораторных условиях. Мазки периферической крови фиксировали в 96% этиловом спирте в течение 30 минут, высушивали и окрашивали по Романовскому-Гимза 5 минут. В ходе осуществления микроскопического анализа от каждой особи было обследовано по 10000 эритроцитов периферической крови [3].

При анализе полученных данных использовали стандартные методы статистического анализа [4].

### Результаты исследования и их обсуждение

Ихтиофауна Каспийского бассейна по разным оценкам насчитывает от 100 до 126 видов и подвидов рыб. По числу видов преобладают карповые, бычковые и сельдевые рыбы. Непосредственно в море и дельтах рек обитает не менее 76 видов и 47 подвидов из 17 семейств, но лишь часть из них встречается в казахстанских водах [5, 6].

Отличительной особенностью каспийской ихтиофауны является высокий эндемизм, наблюдающийся с категории рода до уровня подвида. На уровне подвидов ихтиофауна Каспийского моря эндемична на 100%, видов – 43,6%, родов – 8,2%. Наибольшее количество эндемичных форм принадлежит семействам сельдевых и бычковых рыб, хотя они есть и в других систематических группах.

Важнейшими пресноводными водоемами и рыбо-хозяйственными объектами Атырауской области являются реки Урал (Жайык) и Жем (Эмба), а оценка их экологического благополучия имеет первостепенное значение для экологического баланса области.

При выполнении полевых работ был собран материал, укладываемый в характеристики современного состояния широко распространенных видов на сезоны наблюдения. Животных, находящихся под угрозой исчезновения и включенных в список МСОП и Красную Книгу Казахстана в работе не использовали.

В окрестностях г. Кульсары Атырауской области в местах разливов р.Жем (Эмбы) и озеро Камысколь добыты рыбы 4-х видов (Красноперка – *Scardinius erythrophthalmus*; Щука – *Esox Lucius*; Окунь – *Percafluviatilis*; Плотва – *Rutilusrutilus*).

В пгт. Индерборский Атырауской области в р.Багырлай добыты рыбы 2-х видов (Сазан – *Cyprinus carpio*; Окунь – *Percafluviatilis*).

В окрестностях г. Атырау с участков р.Черная речка, р. Урал были отловлены рыбы 7-и видов (Сазан – *Cyprinus carpio*;красноперка – *Scardinius erythrophthalmus*; окунь – *Percafluviatilis*; плотва – *Rutilusrutilus*; Жерех – *Leuciscus (Aspius) aspius*; серебрянный карась - *Carassius gibelio*; густера – *Blicca bjoerkna*; ).

Систематическое разнообразие добытых животных представлено в таблице 1, где указан состав ихтиофауны водоемов бассейнов рек Урал и Эмбы в сезон 2015 года.

Таблица 1 – Видовой состав образцов ихтиофауны бассейнов рек Урал и Эмбы в 2015 году

№	Видовой состав
Отряд окунеобразных <i>Perciformes</i> , семейство окуневых <i>Percidae</i>	
1	Обыкновенный окунь- <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)
Отряд карпообразных <i>Cypriniformes</i> , семейство карповых <i>Cyprinidae</i>	
2	Сазан- <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)
3	Серебрянный карась - <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)
4	Плотва- <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)
5	Красноперка – <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)
6	Густера – <i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)
7	Жерех – <i>Leuciscus (Aspius) aspius</i> (Linnaeus, 1758)
Отряд щукообразных <i>Esociformes</i> , семейство щуковых <i>Esocidae</i>	
8	Щука- <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)

Из данных таблицы 1 следует, что на трех мониторинговых участках обследованных в этом году показано обитание 8 видов рыб из 3-х отрядов. Для оценки соответствия нынешнего биологического разнообразия ихтиофауны ранее установленным фактам было проведено сравнение данных за 2013 и 2015 годы (рисунок 1).

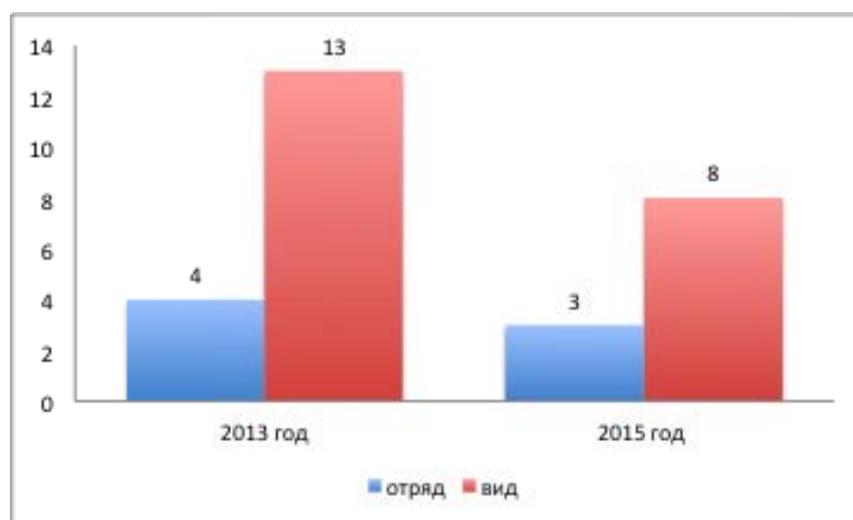


Рисунок 1 – Сравнительные данные по систематическому представлению ихтиофауны

На диаграмме приведены данные по систематическому представлению ихтиофауны водоемов бассейнов рек Урал и Эмба (Жем). Из сравнительных данных диаграммы следует, что биоразнообразие рыб сезона 2015 года с учетом сезона, специфики сбора материала и сроков выполнения работ можно считать, находящимся в пределах нормы на современном этапе. Представленные данные свидетельствуют о том, что в результате выполненной работы обследовано 6 типичных экотопов на 3-х мониторинговых участках, где были добыты рыбы.

Исходя из зоологических данных, наибольшее число выловленных особей рыб принадлежали двум видам семейства карповых (*Cyprinidae*) – красноперка – *Scardinius erythrophthalmus* и густера – *Blicca bjoerkna*. Поэтому для цитогенетического анализа были использованы препараты именно этих видов рыб. Для гематологических исследований от 52 особей рыб взята кровь и приготовлено 284 мазка. Как показал дальнейший цитогенетический анализ, различий между этими двумя видами рыб нет ни по морфологии эритроцитов, ни по частоте и спектру выявленных нарушений, в связи с этим при проведении статистической обработки они учитывались совместно. Аналогично по данным ряда авторов при анализе 7 видов рыб полуострова Таймыр показано, что обнаруженные видовые различия несущественны и не имеют статистически достоверных отличий [7].

При проведении цитогенетического обследования фиксировали все нарушения структуры эритроцитов отличающихся от нормальной морфологии эритроцитов, характерных для данного вида. Микроядра в микроскопе видны как округлые, овальные разных размеров густо окрашенные тельца с четким контуром. Различные виды микроядер, вероятно, соответствуют типам возникших нарушений хромосом. По размерам микроядер можно судить об изменениях, произошедших в хромосомном наборе клеток. Так, появление клеток с крупными микроядрами в основном связано с нарушениями веретена деления, либо отставанием целых транслоцированных, либо дицентрических хромосом, а появление клеток с мелкими микроядрами вызвано преимущественно структурными абберациями хромосом (отставшие ацентрические фрагменты) [8]. Однако корреляционный анализ частоты хромосомных нарушений и частоты микроядер, проведенный многими цитогенетиками при изучении объектов разного уровня организации, в том числе и человека, не выявил связи между этими показателями, что свидетельствует о различной природе или, по крайней мере, существовании дополнительных механизмов возникновения микроядер [9]. Это подтверждается тем, что микроядра могут обнаруживаться при отсутствии деления клеток как результат предшествующего деления. Ядро сначала формирует лопасть, которая потом отделяется и образует микроядро – этот процесс хорошо иллюстрируют микроядра с неровными краями, прижатые к основному ядру. Также выдвинуто предположение [10], что немитотическое образование микроядер – это путь выброса генетически дефектного хроматина [3].

Дополнительную информацию о цитологических процессах, происходящих в ответ на воздействия стрессорных факторов среды, можно получить при анализе других признаков нарушений ядра. Так, амитоз эритроцитов указывает на развитие дегенеративных процессов в организме рыб, обусловленных различными причинами, в том числе и химическими генотоксикантами. Деление клеток путем амитоза сопровождается прямым делением ядра, когда оно, перетягиваясь, принимает гантелевидную форму. Характерно, что при различных физиологических состояниях организма возникают разнообразные формы амитоза, имеющих, как это наблюдали на морских и других рыбах, свою видовую специфику. Деление ядра может происходить и без перетяжки цитоплазмы. Эритроциты становятся двуядерными, при этом может наблюдаться хроматидный мост между разделяющимися частями ядра [11].

При проведении цитогенетического анализа периферической крови рыб были зафиксированы следующие нарушения структуры эритроцитов – эритроциты, содержащие одно или два микроядра; двуядерные эритроциты; эритроциты, содержащие два ядра, соединенные одним или несколькими тяжами – амитоз (мост); эритроциты, имеющие цитоплазму с «хвостом»; выпячивание ядерной оболочки эритроцита.

Результаты цитогенетического анализа рыб, выловленных в мониторинговых точках Прикаспийского региона Атырауской области, представлены в таблицах 2-4.

Наибольший процент нарушений структуры эритроцитов периферической крови, так же как и наибольший спектр нарушений был зафиксирован у обследованных рыб, выловленных в окрестностях г. Атырау ( $0,0781 \pm 0,006\%$ ). При этом у них выявлен весь спектр описанных выше цитологи-

Таблица 2 – Результаты цитогенетического анализа эритроцитов рыб, выловленных в окрестностях г. Атырау

Шифр	Кол-во просмотренных клеток	Всего клеток с нарушениями	М/я	2 М/я	Амитоз	Хвост	Выпячивание ядерной обол.	Дву-ядерные
(А-3) P-1	10000	14	2		8		2	2
(А-3) P-2	10000	1	1					
(А-3) P-3	10000	10	4				6	
(А-3) P-4	10000	10	2				8	
(А-3) P-5	10000	5	1				4	
(А-3) P-6	10000	10	9	1				
(А-3) P-7	10000	7	6					1
(А-3) P-8	10000	4	3					1
(А-3) P-9	10000	7	7					
(А-3) P-10	10000	4	4					
(А-3) P-11	10000	13	5	1	3		3	1
(А-3) P-12	10000	2			1		1	
(А-3) P-13	10000	4	3				1	
(А-3) P-14	10000	2					1	1
(А-3) P-15	10000	9			4		2	3
(А-3) P-16	10000	7			2		2	3
(А-3) P-17	10000	15	12				3	
(А-3) P-18	10000	10	8		2			
(А-3) P-19	10000	15	4	10			1	
(А-3) P-20	10000	9	3		4		1	1
(А-3) P-21	10000	6	2		2	1		1
Сумма		164	76	12	26	1	35	14
Среднее, %		0,0781±0,006	0,036±0,004	0,0057±0,001	0,0124±0,002	0,0005±0,0005	0,017±0,003	0,007±0,002

Таблица 3 – Результаты цитогенетического анализа эритроцитов рыб, выловленных в окрестностях г.Кульсары

Шифр	Кол-во просмотренных клеток	Всего клеток с нарушениями	М/я	Мост	Выпячивание ядерной обол.
(К-1) P-1	10000	1	1		
(К-1) P-2	10000	1	1		
(К-1) P-3	10000	4	4		
(К-1) P-4	10000	5	4		1
(К-1) P-5	10000	13	3	8	2
(К-1) P-6	10000	8	4		4
(К-1) P-7	10000	2	2		
(К-1) P-8	10000	4	2	2	
(К-1) P-9	10000	3	3		
(К-1) P-10	10000	2	2		
(К-1) P-11	10000	7	3	2	2
(К-1) P-12	10000	1	1		
(К-1) P-13	10000	3	2		1
(К-1) P-14	10000	5	4		1
(К-1) P-15	10000	3	2	1	
(К-1) P-16	10000	8	4		4
Сумма	160000	70	42	13	15
Среднее, %		0,044±0,005	0,026±0,004	0,008±0,002	0,009±0,002

Таблица 4 – Результаты цитогенетического анализа эритроцитов рыб, выловленных в окрестностях пгт. Индербор

Шифр	Кол-во просмотренных клеток	Всего клеток с нарушениями	М/я	Мост	Выпячивание ядерной обол.
(И-1) P-1	10000	7	5	1	1
(И-1) P-2	10000	2	1	1	
(И-1) P-3	10000	4	3	1	
(И-1) P-4	10000	3	2		1
(И-1) P-5	10000	5	4	1	
(И-1) P-6	10000	8	4	2	2
(И-1) P-7	10000	4	3	1	
(И-1) P-8	10000	6	4	1	1
(И-1) P-9	10000	7	5		2
(И-1) P-10	10000	3	3		
(И-1) P-11	10000	2	0	1	1
(И-1) P-12	10000	9	5	2	2
(И-1) P-13	10000	5	4	1	
(И-1) P-14	10000	4	3	1	
(И-1) P-15	10000	3	1	1	1
Сумма	150000	72	47	14	11
Среднее, %		0,048±0,005	0,031±0,004	0,009±0,002	0,007±0,002

ческих нарушений. Известно, что во многих случаях данные изменения сопутствуют компенсаторным процессам, протекающим в тканях, например при функциональных перегрузках, голодании, после отравления или денервации [10]. Кроме того, имеются литературные данные, что ядерные и цитоплазматические аномалии такого характера могут быть результатом гамма-излучения, индуцирующего гено- и цитотоксичность [12].

В эритроцитах рыб, выловленных в окрестностях г. Кульсары, средний процент нарушений составил  $0,044 \pm 0,005\%$ . У обследованных особей из данного региона не были зафиксированы двуядерные эритроциты, эритроциты с 2 микроядрами и амитозные аномалии.

В эритроцитах рыб из пгт. Индерборг, особи которого в нашем исследовании служили группой сравнения (таблица 4) процент нарушений структуры эритроцитов составил –  $0,048 \pm 0,005\%$ , что практически не отличается от результатов, полученных при обследовании рыб, выловленных в окрестностях г. Кульсары.

Различные виды рыб семейства карповых были изучены многими исследователями. При этом частота микроядер в разных литературных источниках порой отличаются в разы. Доля клеток, содержащих микроядра в выборке серебряного карася обитающего в реке Томь, составила в среднем  $0,057 \pm 0,030\%$ . Аналогичный показатель у карася, обитающего в оз. Ажандарово –  $0,13 \pm 0,07\%$  [13]. Также многими исследователями показано, что фоновый уровень микроядер у рыб составляет 0,5-1% [6, 3]. Эти данные примерно соответствуют полученным нами результатам. В то же время другие авторы демонстрируют показатели частоты микроядер на уровне  $0,25 \pm 0,03\%$  у Украинского чешуйчатого карпа [14] или даже –  $2,91 \pm 0,15\%$  у леща из Волго-Каспийского канала [10]. Возможно, такие разночтения связаны с различиями методик подсчета аномальных клеток или статистической обработкой результатов.

При сравнительном анализе результатов микроядерного анализа из трех обследованных пунктов видно, что отличия наблюдаются лишь в спектре выявляемых нарушений у рыб, выловленных в окрестностях г. Атырау. В то же время частоты самих микроядер находятся на одном уровне, и достоверных отличий между ними нет. Отсутствие достоверных отличий частот микроядер при исследовании рыб из г. Атырау и г. Кульсары и пгт Индерборг, свидетельствует об общей загрязненности прикаспийских водных ресурсов Атырауской области.

**Источник финансирования исследований.** Работа была выполнена в рамках НТП-О.0685 по теме: «Определение воздействия техногенных факторов на генетический статус населения зон Прикаспия», финансируемой Государственным учреждением «Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан» на 2015–2017 гг.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Методы учета основных охотничье-промысловых и редких видов животных Казахстана. – Алматы, 2003. – 203 с.
- [2] Физиолого-биохимические и генетические исследования ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна: Методическое руководство. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2005. – 105 с.
- [3] Ильинских Н.Н., Новицкий, В.В., Ванчугова Н.Н., Ильинских И.Н. Микроядерный анализ и генетическая нестабильность. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1992. – 272 с.
- [4] Плохинский Н.А. Алгоритмы в биометрии. – М., 1967. – 82 с.
- [5] Naseka A.M., Bogutskaya N.G. Fishes of the Caspian Sea: zoogeography and updated check-list // Zoosystematica Rossica. – 2009. – Vol. 18. – P. 295-317.
- [6] Казанчиев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность. – 1981. – 240 с.
- [7] Крюков В.И., Кочкарев П.В. Частота микроядер в клетках крови рыб пресноводных водоемов полуострова Таймыр // Образование, наука и производство. – 2013. – № 1. – С. 35-37.
- [8] Ковалева О.А. Цитогенетические аномалии в соматических клетках млекопитающих // Цитология и генетика. – 2008. – № 1. – С. 58-72.
- [9] Колюбаева С.Н., Ракецкая В.В., Борисова Е.А., Комар В.Е. Исследование радиационных повреждений в лимфоцитах человека методом микроядерного и хромосомного анализа // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1995. – № 2. – С. 150-156.
- [10] Кузина Т.В. Образование микроядер в эритроцитах промысловых рыб Волго-Каспийского канала // Естественные науки. – 2013. – № 4. – С. 124-129.
- [11] Яржомбек А.А., Лиманский В.В., Щербина Т.В. Справочник по физиологии рыб. – М.: Агропромиздат, 1986. – 192 с.
- [12] Anbumani S., Mary N. Mohankumar Gamma radiation induced micronuclei and erythrocyte cellular abnormalities in the fish *Catla catla* // Toxicology *in vitro*. – 2015. – Vol. 29, Issue 7. – P. 1897-1905.
- [13] Эколого-генетический мониторинг водоемов вблизи биостанции Ажendarово // <http://knowledge.allbest.ru/ecology>.
- [14] Грициняк И., Глушко Ю., Тарасюк С. Цитогенетический профиль Украинских карпов // Roczn. Nauk. Zoot. – 2013. – Т. 40, № 1. – С. 45-53.

REFERENCES

- [1] Methods of accounting major of game and rare species of animals of Kazakhstan. Almaty, 2003. 203 p. (In Russ.).
- [2] Physiological and biochemical and genetic studies of fish fauna Azov-Black Sea basin / Methodological Guide. Rostov-on-Don: Mount Everest. 2005. 105 p. (In Russ.).
- [3] Ilyinskikh N.N., Novitsky V.V., Vanchugov N.N. Ilyinskikh I.N. Micronucleus analysis and genetic instability. Tomsk: Publishing house of Tomsk. Univ. 1992. 272 p. (In Russ.).
- [4] Plohinsky N.A. Algoritmy in biometrii. M., 1967. 82 p. (In Russ.).
- [5] Naseka A.M., Bogutskaya N.G. Fishes of the Caspian Sea: zoogeography and updated check-list // Zoosystematica Rossica. 2009. 18, 295-317 (In Russ.).
- [6] Kazanchev E.N. Caspian Fish. M.: Light and food industries. 1981. 240 p. (In Russ.).
- [7] Kryukov V., Kochkarev P.V. Frequency of micronuclei in blood cells of fish freshwater Taimyr Peninsula // Education, science and production. 2013. 1, 35-37 (In Russ.).
- [8] Kovaleva O.A. Cytogenetic abnormalities in mammalian somatic cells // Cytology and Genetics. 2008. 1, 58-72 (In Russ.).
- [9] Kolyubaeva S.N. Raketskaya V.V., Borisova E.A., Komar V.E. The study of radiation damage in human lymphocytes by micronucleus and chromosome analysis // Radiation Biology. Radioekologiya. 1995. 2, 150-156 (In Russ.).
- [10] Kuzina T.V. The formation of micronuclei in erythrocytes of commercial fish of the Volga-Caspian canal // Science. 2013. 4, 124-129 (In Russ.).
- [11] Yarzhombek A.A., Liman V.V. Shcherbina T.V. Handbook on fish physiology. M.: Agropromizdat. 1986. 192 p. (In Russ.).
- [12] Anbumani S., Mary N. Mohankumar Gamma radiation induced micronuclei and erythrocyte cellular abnormalities in the fish *Catla catla* // Toxicology *in vitro*. 2015. 29, 7, 1897-1905.
- [13] Environmental and genetic monitoring of water bodies near the biological station Azhendarov // <http://knowledge.allbest.ru/ecology>.
- [14] Gritsinyak I., Glushko J., Tarasyuk S. Cytogenetic profile Ukrainian carp // Roczn. Nauk. Zoot. 2013. 1, 45-53 (In Ukr.).

О. Г. Чередниченко, И. Н. Магда, А. Л. Пилюгина, Е. Г. Губицкая, Л. Б. Жансүгірова

ҚР БҒМ ҒК «Жалпы генетика және цитология институты», Алматы, Қазақстан

МИКРОЯДРОЛЫҚ ТЕСТ ЖҮРГІЗІЛГЕН ГЕНЕТИКАЛЫҚ ИХТИОФАУНАСЫНЫҢ  
АТЫРАУ ОБЛЫСЫНДАҒЫ МӘРТЕБЕСІН БАҒАЛАУ

**Аннотация.** Атырау облысының үш елді мекендері (Атырау, Құлсары, Индербор:) маңында ауланған балықтарда микроядролық жиілігіне салыстырмалы талдау жүргізілді. *Scardinius erythrophthalmus* және *Blicca bjoerkna* Атырау аймағында ауланған балықтарда қызыл қан түйіршіктерінде микроядролар табылды және ондағы бұзылулардың сипаты химиялық және радиациялық әсерлерден болады. Құлсары және Индербор аймақтарында ауланған балықтарда микроядролық тексеру жүргізгенде оларда сенімді айырмашылықтардың болмауы Каспий аймақтарының жалпы ластанғанын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** микроядролық сынақ, балықтар, Каспий маңының аймағы.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 145 – 150

**N. T. Amirkhanova, A. S. Rsaliyev, Zh. U. Pakhratdinova**

Research Institute for Biological Safety Problems, Kazakhstan.

E-mail: n.amirkhanova@mail.ru, aralbek@mail.ru, zhazyra\_555@mail.ru

**VIRULENCE OF KAZAKHSTANI PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS  
ROSTOWZ FUNGUS POPULATION**

**Abstract.** This paper presents the results of studies of virulence of cucumber's downy mildew isolates (*Ps. cubensis*) extracted from the samples in different areas of Kazakhstan. During analysis for the study of fungus virulence, it was identified 15 physiological races that differ in the frequency of occurrence and aggressiveness. Population structure studies showed that the physiological races differ with considerable genetic diversity and virulence. The most virulent races are 39, 53, 54 and 55 under optimum conditions of its growth. On occurrence frequency and Shannon's diversity index among *Ps. cubensis* fungus populations mainly dominated medium virulent races – 7, 21, 22, 35, 38, 52, 98 (20 %; N = 3.63).

**Keywords:** downy mildew, *Ps. cubensis* fungus, test-varieties, physiological races, virulence, occurrence frequency.

УДК 632.91:632.938

**Н. Т. Амирханова, А. С. Рсалиев, Ж. У. Пахратдинова**

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан

**ВИРУЛЕНТНОСТЬ КАЗАХСТАНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГРИБА  
PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS ROSTOWZ**

**Аннотация.** Приведены результаты исследований вирулентности изолятов возбудителя переноспороза огурца (*Ps. cubensis*), выделенных из образцов собранных в разных районах юга-востока Казахстана. На основе анализа по изучению вирулентности отдельных рас гриба нами дифференцированы 15 физиологических рас, которые различаются по частоте встречаемости и агрессивности. Изучение структуры популяции показало, что физиологические расы отличаются значительным генетическим разнообразием и вирулентностью. Наибольшей и высокой вирулентностью обладали расы 39, 53, 54 и 55 при оптимальных условиях своего развития. А по частоте встречаемости и индексу разнообразия Шеннона в популяциях гриба *Ps. cubensis* в основном доминировали средневирулентные расы – 7, 21, 22, 35, 38, 52, 98 (20 %; N = 3,63).

**Ключевые слова:** переноспороз, гриб *Ps. cubensis*, тест-сорты, физиологические расы, вирулентность, частота встречаемость.

**Введение.** Гриб *Pseudoperonospora cubensis* Rostowz – возбудитель переноспороза, один из наиболее вредоносных и распространенных заболеваний огурца. Возбудитель обладает высокой агрессивностью и широкой адаптивностью, непрерывно расширяет круг растений-хозяев и паразитирует на широком наборе культурных и диких видов семейства *Cucurbitaceae* [1]. В исследованиях естественного и искусственного заражения генотипов семейства тыквенных на внедрение патогена *Ps. cubensis* по реакции вирулентности были определены, что набор растений-хозяев данного патогена, включают более 60 видов и 20 родов семейства *Cucurbitaceae*. Из них род *Cucumis* имеет больше всего растений-хозяев: 30 диких видов и 2 культурных вида (*Cucumis*

*sativus* и *Cucumis melo*) [2, 3]. В Индии и Израиле гриб был зарегистрирован на 13 видах и под-видах из 7 родов, а в Чехии патоген был обнаружен на 9 видах *Cucumis*. В России *Ps. cubensis* был зарегистрирован на 20 видах семейства *Cucurbitaceae*. Из 25 тестированных видов низким уровнем чувствительности отличался только *Sechium edule* [2, 4].

Возбудитель *Ps. cubensis* отличается избирательной способностью по отношению к культурам, а вариабельность внутрисортных и внутривидовых типов совместимости с растениями-хозяевами способствует формированию стойких очагов инфекции и накоплению вирулентных морфотипов в популяциях гриба, вызывая эпифитотию болезни. При проблеме контроля внутривидовой изменчивости патогена и появлением новых вирулентных рас в природной популяции возбудителя переноспороза возникает необходимость постоянного мониторинга вирулентности [4].

В последнее время вирулентность популяций *Ps. cubensis* возрастает. Новые расы патогена более вирулентны и способны преодолевать устойчивость районированных сортов и гибридов. Об этом свидетельствует 100 % поражение относительно устойчивых сортов огурца к переноспорозу [5]. Также вирулентность возбудителя в различных эколого-географических регионах сильно различается. Например, уровень вирулентности популяций *Ps. cubensis* на Дальнем Востоке и на Украине выше, чем в Болгарии и Белоруссии [6]. На Черноморском побережье Краснодарского края по признаку вирулентности зарегистрировано 15 физиологических рас, но по региональной структуре семейства ежегодно встречались только 5 рас [4].

В 1987 году в результате тестирования изолятов патогена, собранных в США, Израиле и Японии, выделили 5 рас. Позже, в 2003 году с использованием нового разработанного теста-набора выявили 13 рас из 22 изолятов патогена *Ps. cubensis*, поступивших из 4 европейских стран [1]. Также ученые установили, что североамериканские и европейские расы возбудителя являются близкородственными, но сильно отличаются от азиатских рас. Устойчивые сорта и гибриды, созданные в США и Польше, не всегда устойчивы к азиатским расам или наоборот [7].

В борьбе с переноспорозом огурца химические способы не всегда обеспечивают эффективную защиту и имеют ряд негативных последствий. Многократное применение фунгицидов способствует развитию резистентных популяций патогена и приводит к ускорению возникновения новых высоковирулентных рас патогена [3].

Несмотря на большое количество зарубежных работ по изучению специализации гриба, проблема контроля над накоплением и появлением новых вирулентных рас в природной популяции возбудителя переноспороза огурца в Казахстане до сих пор эта проблема не изучена. При обосновании стратегии использования исходного материала в селекционных программах на иммунитет к переноспорозу целесообразно учитывать особенности изолятов в популяциях *Ps. cubensis*. Также перед допуском новых устойчивых сортов и гибридов огурца к производству необходимо проводить испытание на устойчивость к расам возбудителя.

**Цель работы** – изучение вирулентности популяций *Ps. cubensis*, выделенного из разных образцов огурца, собранных на юго-востоке Казахстана.

**Материалы и методы.** Во время обследований посевов огурца в хозяйствах Алматинской и Жамбылской области были отобраны образцы, пораженные переноспорозом для определения вирулентности рас гриба. Использовали пораженные образцы из Алматинской области: сорта Гравина (к/х «Сингербаев»), Аякс (к/х «Бубихан Апа»), Аякс (к/х «Задиев 1»), Аякс (к/х «Задиев 2»), Маша (к/х «Асхат»), Криспина (к/х «Есхожа»), Апрельский F<sub>1</sub> и селекционные материалы 1-93, 1-56, 1-60, 1-95 (КазНИИКО), а также сорта и гибриды из Жамбылской области: Гураиль, С-02, Индийский местный, ЗБ-33 F<sub>1</sub>, Nefes F<sub>1</sub> (НИИПББ), Артист (к/х «Бегалиев») и Кустовой (к/х «Кайнар»).

В исследованиях для градации физиологических рас возбудителя *Ps. cubensis* использовали набор тест-сортов [8]. Эмпирический набор тест-сортов состоит из универсально восприимчивого сорта Нежинский 12 (Россия), относительно устойчивого – Дальневосточный 27 (Россия), Конкурент (Россия), *Lagenaria siceraria* (Бутан), *Luffa aegyptica* (Индия), *Cucumis anguria* и генетически устойчивого образца *Sechium edule*.

Тест-сорта выращивали в теплице до фазы 3-4 настоящих листьев, затем срезали 3 и 4-й лист, из которого делали диски диаметром 14 мм. Каждый генотип по 5 дисков в трех повторностях помещали верхней стороной вниз в чашки Петри на влажную камеру с добавлением 0,4% бензидазола. Микроманипулятором на листья наносили по 2 капли суспензии зооспорангиев плот-

ностью  $5 \cdot 10^2$ – $5 \cdot 10^5$  зооспорангиев/мл и равномерно распределяли по поверхности. После инокуляции листья инкубировали под светоустановкой при освещении 5 тыс.лк. В течение всего срока инкубации поддерживалась температура 23–25 °С и 100 % влажность воздуха.

Иммунологические реакции сортов-дифференциаторов на заражение клонами *Ps. cubensis* устанавливали на 7-е сутки по шкале оценки патогенности: R – устойчивый, пятна отсутствуют или при реакции сверхчувствительности они единичные, некротические, визуально спороношение не наблюдается; S – восприимчивый, пятна крупные, сливающиеся, со спороношением, ткань отмирает (таблица 1) [4].

Таблица 1 – Шкала оценки патогенности изолятов *Ps. Cubensis*

Симптомы поражения	Балл	Тип совместимости	Морфотип изолята
Единичные некротические пятна 5 мм, визуально спороношения отсутствуют	0,1...1	Высокая устойчивость (R)	Авирулентный (простой)
Хлоротичные пятна до 20 мм, слабое спороношение	1,1...2	Средняя восприимчивость (S)	Средневирулентный (типичный)
Крупные сливающиеся хлоротичные пятна, мацерация ткани листа и обильное спороношение	2,1...3	Сильная восприимчивость (S)	Высоковирулентный (сложный)

Номера расам присваивали по системе Хабгуда [9]. Сорта-дифференциаторы располагали в строго определенном порядке, присваивая каждому бинарный номер от  $2^0$  до  $2^6$ . Номер расы определяли суммированием числа бинарных номеров сортов, проявивших реакцию восприимчивости к расам.

Для анализа структуры популяций по вирулентности использовали показатель частоты встречаемости рас *Ps. cubensis* в выборках, а также расчетный индекс разнообразия Шеннона (H) [10]:

$$H = - \sum p_i \ln p_i, (1)$$

где  $p_i$  – частота морфотипа.

### Результаты исследований и обсуждение

Вирулентность как степень патогенности является ключевым понятием для возбудителей инфекционных заболеваний. Вирулентность определяется как относительная способность патогена и от восприимчивости растений-хозяина [11].

Исследования по определению вирулентности отдельных рас гриба *Ps. cubensis* проводилась на тест-дифференциаторах, состоящих из разных генотипов с хорошей дифференцирующей способностью.

Результаты исследований показали, что вирулентность возбудителя *Ps. cubensis* варьирует в значительной степени в пределах одного и того же рода *Cucumis*, т.е. одна и та же раса на разных видах растений обладает различной вирулентностью. Варьирование по типу совместимости с патогеном тест-дифференциаторов обозначали как: авирулентные, средневирулентные и высоковирулентные.

По показателям разнокачественной реакции изолятов на тест-сортах нами идентифицировано 15 иммунологических комбинаций. Наибольшее заражение наблюдалось при температуре 23 °С, которое совпадает с оптимальной температурой роста этого гриба; при этом продолжительность инкубационного периода также зависела от температуры и влажности среды являющейся оптимальной для гриба. Состояние самого растения также имело значение при заражении его грибами.

Изменение вирулентности гриба как в сторону усиления, так и ослабления является его способностью адаптироваться к организму растения-хозяина. Чем сильнее выражена эта способность, тем больше вероятность развития инфекции. Эта особенность способствует формированию очагов инфекции и накоплению вирулентных морфотипов в популяциях гриба *Ps. cubensis*.

Изучение структуры казахстанской популяции переноспороза огурца показало, что физиологические расы отличаются значительным генетическим разнообразием и вирулентностью. Наибольшей вирулентностью обладали расы 39, 53 и 54 при оптимальных условиях своего развития.

Доля вирулентности этих рас к сортам дифференциаторам составила 57,1 %, с поражением 2,0 балла выделенных с сорта Аякс, собранных в Алматинской области. Раса 55, выделенная с сорта Аякс и гибрида Апрельский (Алматинская область), обладает высокой вирулентностью (71,4 %) к тест-сортам с поражением 2,5-3 балла. Средней вирулентностью среди образцов обладают расы 7, 21, 22, 35, 38, 52 и 98 (42,9 %), которые выделены из разных образцов: Гураиль, Индийский местный, Nefes F1, Гравина, Крипина и Кустовой. Некоторые расы 3, 5 и 33 показали слабую вирулентность из образцов С-02, ЗБ-33 F<sub>1</sub> (Жамбылская область) и Маша (Алматинская область), доля их вирулентности составляет 28,6 %. Низкий процент вирулентности (14,3 %) проявила раса с номером 4 из селекционных материалов. Дифференциация рас возбудителя переноспороза огурца (*Ps. cubensis*) представлена в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2 – Расы *Ps. cubensis* и их определение на сортах-дифференциаторах

Номер расы	Тест сорта и их бинарные номера						
	Дальневосточный 27 2 <sup>0</sup> = 1	Конкурент 2 <sup>1</sup> = 2	Нежинский 12 2 <sup>2</sup> = 4	<i>Lagenaria siceraria</i> 2 <sup>3</sup> = 8	<i>Luffa aegyptica</i> 2 <sup>4</sup> = 16	<i>Cucumis anguria</i> 2 <sup>5</sup> = 32	<i>Sechium edule</i> 2 <sup>6</sup> = 64
3	S	S	R	R	R	R	R
4	R	R	S	R	R	R	R
5	S	R	S	R	R	R	R
7	S	S	S	R	R	R	R
21	S	R	S	R	S	R	R
22	R	S	S	R	S	R	R
33	S	R	R	R	R	S	R
35	S	S	R	R	R	S	R
38	R	S	S	R	R	S	R
39	S	S	S	R	R	S	R
52	R	R	S	R	S	S	R
53	S	R	S	R	S	S	R
54	R	S	S	R	S	S	R
55	S	S	S	R	S	S	R
98	R	S	R	R	R	S	S

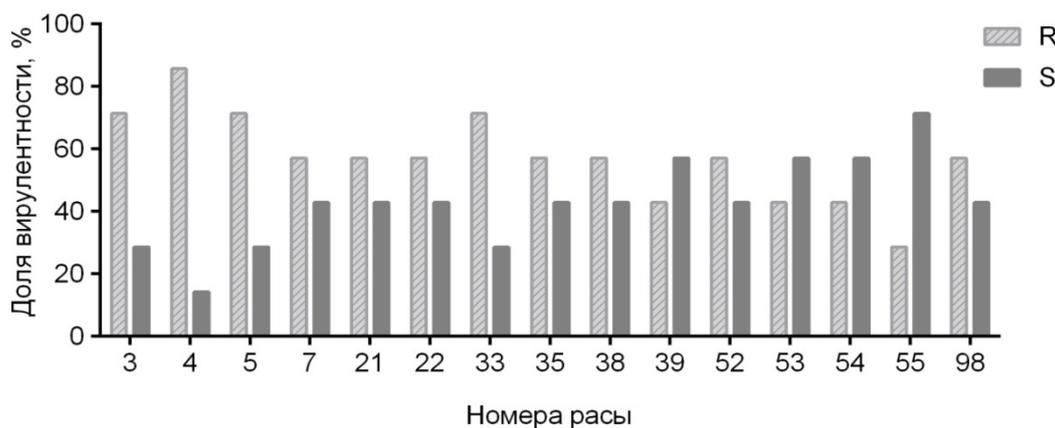


Рисунок 1 – Вирулентность рас *Ps. cubensis* на юго-востоке Казахстана

В результате исследований по вирулентности рас *Ps. cubensis*, а также по частоте встречаемости и индексу разнообразия Шеннона на юго-востоке Казахстана в популяциях в основном доминировало средневирulentные – 7, 21, 22, 35, 38, 52, 98 (20 %; H=3,63) расы. А авирулентные – 4, 3, 5 и 33 (6.0 и 13.3 %; H=2,77 и 3.57) и высоковирулентные – 39, 53, 54 и 55 (26,6 и 33,3 %; H=3,19 и 2,39) расы встречались средней степени (рисунок 2).

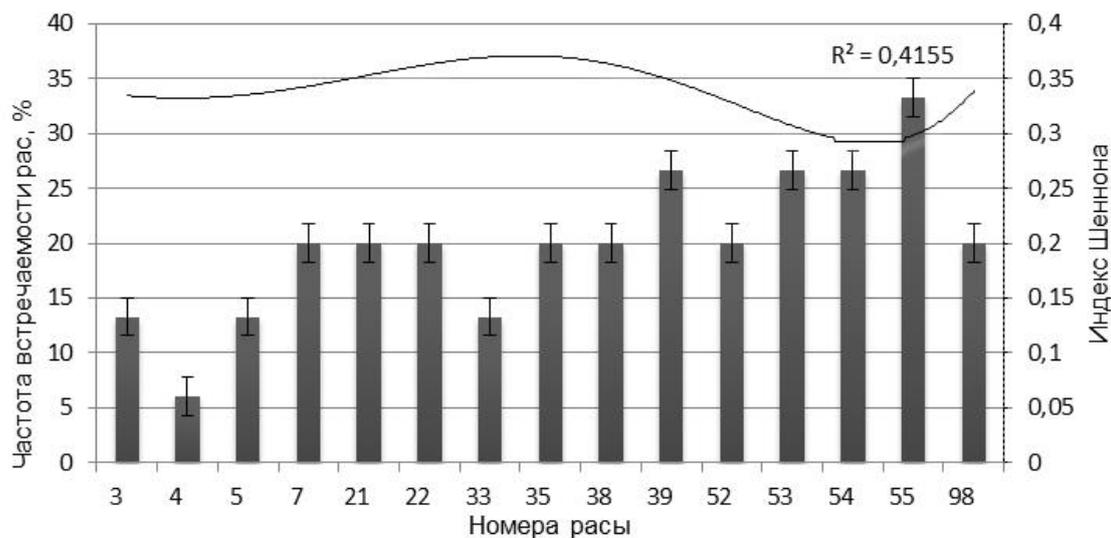


Рисунок 2 – Частота встречаемости рас в популяциях гриба *Ps. cubensis*

Полученные данные выявили варьирование конкурентоспособности возбудителя *Ps. Cubensis*, различающиеся по вирулентности и частоте встречаемости. Между средней частотой встречаемости изолятов и индексом разнообразия Шеннона ( $N=5,08$ ) установлена высокая положительная корреляционная связь ( $Cr=3,03$ ).

**Выводы.** Таким образом, в результате исследований гриба *Ps. cubensis* по признаку вирулентности и частоте встречаемости в популяциях юга-востока Казахстана выявлено 15 иммунологических комбинаций. В основном доминировали средневирулентные расы *Ps. cubensis*: 7, 21, 22, 35, 38, 52, 98. Между средней частотой встречаемости изолятов и индексом разнообразия Шеннона ( $N=5,08$ ) установлена высокая положительная корреляционная связь ( $Cr=3.03$ ). Варьирование состава и повышение в популяциях *Ps. cubensis* средне- и высоковирулентных изолятов объясняется возникновением и накоплением новых морфотипов, снижающих устойчивость сортов огурца к болезни. В результате исследований на тест-сортах были получены сведения о расовом составе возбудителя переноспороза огурца циркулирующие на юга-востоке Казахстана, которые можно использовать при создании инфекционных фонов для оценки и отбора селекционного материала, а также защиты культуры видов семейства *Cucurbitaceae* от переноспороза.

**Источник финансирования исследований.** Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках программы грантового финансирования на 2015-2017 гг. (грант № 1134/ГФ4-15-ОТ).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лесовой М.П., Лоханская В.И., Скрипник А. Идентификация рас возбудителя ложной мучнистой росы огурца и определение устойчивости селекционного материала // Метод. рекомендации. – Киев, 1992. – 9 с.
- [2] Lebeda A. Screening of wild *Cucumis* species against downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) isolates from cucumbers. // Phytoparasitica. – 1992. – Vol. 20, N 3. – С. 203-210.
- [3] Thomas C.E., Jourdain E.L. Host effect on selection of virulence factors affecting sporulation by *Pseudoperonospora cubensis*. // Plant Disease. – 1992. – Vol. 76. – P. 905-907.
- [4] Гринько Н.Н. Внутривидовой полиморфизм возбудителя ложной мучнистой росы огурца (*Pseudoperonospora cubensis* (Berk. Et Curt.) Rostow) по признаку вирулентности // Сборник научных трудов. – Минск, 2011. – Вып. 35. – С. 99-101.
- [5] Алексеева К.Л., Деревщюков К.Л., Малеванная Н.Н. Экологически безопасная система защиты огурца от переноспороза. // Докл. ТСХА. – М., 2005. – Вып. 277. – С. 608-613.
- [6] Thomas C.E., Inaba T., Cohen Y. Physiological specialization in *Pseudoperonospora cubensis* // Phytopathology. – 1987. – Vol. 77. – P. 1621-1624.
- [7] Lebeda A., Widrechner M.P. A set of Cucurbitaceae taxa for differentiation of *Pseudoperonospora cubensis* pathotypes // Z. Pflanzenkrankh und Pflanzenschutz. – 2003. – Vol. 100. – P. 337-349.
- [8] Гринько Н.Н., Сидляревич В.И., Жердецкая Т. Структура популяций и дифференциация рас *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. Et Curt.) Rostow.) по признаку вирулентности // Известия Аграрной Республики Беларусь. – 1999. – № 3. – С. 58-61.

- [9] Habgood R.M. Designation of physiological races of plant pathogens. // *Nature*. –1970. – Vol. 227. – P. 1268-1269.  
[10] Shannon C.E. The mathematical theory of communication. // *Bell Syst. Techn. J.* 1948. – Vol. 27. – P. 379-423, 623-656.  
[11] Гринько Н.Н. Вирулентность внутривидовых структур гриба *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. Et Curt.) Rostow. // *Евразийский Союз Ученых*. – 2015. – № 7(16). – С. 106-108.

#### REFERENCES

- [1] Lesovoy M.P. Identification races of the pathogen of cucumber downy mildew and determining the stability of breeding material. Skrypnuk: Method. recommendations. Kyiv, **1992**, 9. (In Russ.).  
[2] Lebeda A. Screening of wild *Cucumis* species against downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) isolates from cucumbers. *Phytoparasitica*. **1992**, 20, 203-210.  
[3] Thomas C.E., Jourdain E.L. Host effect on selection of virulence factors affecting sporulation by *Pseudoperonospora cubensis*. *Plant Disease*. **1992**, 76, 905-907.  
[4] Grinko N. Intraspecific polymorphism of the causative agent of cucumber downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis* (Berk. Et Curt.) Rostow) on the basis of virulence. *Collection of scientific works*. Minsk, **2011**, 35, 99-101. (In Russ.).  
[5] Alekseeva K.L., Derevschyukov K.L., Malevannaya N.N. Environmentally friendly protection system of cucumber peronosporoz. *Dokl. TAA*. **2005**, 277, 608-613. (In Russ.).  
[6] Thomas C.E., Inaba T., Cohen Y. Physiological specialization in *Pseudoperonospora cubensis*. *Phytopathology*. **1987**, 77, 1621-1624.  
[7] Lebeda A., Widrlechner M.P. A set of Cucurbitaceae taxa for differentiation of *Pseudoperonospora cubensis* pathotypes. *Z. Pflanzenkrankh und Pflanzenschutz*. **2003**, 100, 337-349.  
[8] Grinko N., Sidlyarevich V.I., Zherdetskaya T. The structure of the population and the differentiation of races *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. Et Curt.) Rostow.) on the basis of virulence. *Math. Agricultural Belarus*. **1999**, 3, 58-61. (In Russ.).  
[9] Habgood R.M. Designation of physiological races of plant pathogens. *Nature*. **1970**, 227, 1268-1269.  
[10] Shannon C.E. The mathematical theory of communication. *Bell Syst. Techn. J.* 1948, 27, 379-423.  
[11] Grinko N. Virulence intraspecific structures of the fungus *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. Et Curt.) Rostow. *Eurasian Union of Scientists*. **2015**, 7 (16), 106-108. (In Russ.).

**Н. Т. Амирханова, А. С. Рсалиев, Ж. У. Пахратдинова**

Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

#### **PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS ROSTOWZ SAҢЫРАУҚҰЛАҒЫНЫҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ПОПУЛЯЦИЯСЫНЫҢ ВИРУЛЕНТТІЛІГІ**

**Аннотация.** Мақалада оңтүстік-шығыс Қазақстанның әртүрлі аудандарынан жинап алынған үлгілерден қияр переноспорозы ауру қоздырғышы (*Ps. cubensis*) изоляттарының вируленттілігі бойынша нәтижелер көрсетілген. Зерттеу нәтижесінде саңырауқұлақтың жеке расаларының кездесу жиілігі және агрессивтілігі бойынша ерекшеленетін вирулентті 15 физиологиялық расалар жіктелінді. Популяция құрылымын зерттеу барысында физиологиялық расалар генетикалық әртүрлігімен және вируленттілігімен айтарлықтай ерекшеленді. 39, 53, 54 және 55 расалары өздерінің қолайлы даму жағдайында жоғары вируленттілікті көрсетті. *Ps. cubensis* саңырауқұлағы популяциясында кездесу жиілігі және Шеннонның әртүрлілік индексі бойынша негізінен орташа вирулентті расалар басым болды – 7, 21, 22, 35, 38, 52, 98 (20 %; H = 3,63).

**Түйін сөздер:** переноспороз, *Ps. cubensis* саңырауқұлағы, тест-сорттар, физиологиялық раса, вируленттілік, кездесу жиілігі.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 151 – 156

**A. S. Myrkasimova**

Institute of Zoology, GS MRS RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: donka\_af@mail.ru

**ELM PLANT LOUSE (*TINOCALLIS PLATANI* KALTENBACH, 1843)  
AND ELM-GRASS PLANT LOUSE  
(*TETRANEURA ULMI* LINNAEUS, 1758) OF ELMS IN ALMATY CITY**

**Abstract.** Elms are damaged by pests. Plant louses are mass pests that damage Elms trees. They significantly affect the livelihoods of wood, worsening their condition, because they extort the juice from the tissues of elm species. As a result, beautiful trees adorning the Almaty city fade. Elm plant louse (*Tinocallis platani* Kaltentbach, 1843) and Elm-grass plant louse (*Tetraneura ulmi* Linnaeus, 1758) refer to mass species reproducing annually and bringing harm to the plantations. Elm plant louse (*Tinocallis platani*) ubiquitous and serious pest of elm smooth. Shoots of young trees are particularly affected by these plants. Plant louses extort the leaves from the bottom, at least on the upper side and shoot tips. Overwinter eggs on one-year shoots. The larvae hatch in April founders. Adults founder and parthenogenetic females of summer generation are cruise only. Elm-grass plant louse (*Tetraneura ulmi*) develops nettle: galls on the leaves of elm migrates to the roots of many crops.

This article defines the percentage of damage by aphids elm trees, the percentage of leaf lamina damage. Designed indicator of hydrothermal coefficient moisture city affecting the number of aphids.

**Keywords:** elm, pest, leaf, Elm plant louse (*Tinocallis platani*), Elm-grass plant louse (*Tetraneura ulmi*), plant louses of Almaty, hydrothermal coefficient, humidity.

УДК 595.752

**А. С. Мыркаси́мова**

РГП на ПВХ «Институт зоологии» МОН РК, Алматы, Казахстан

**ЗЕЛЕНОВАТАЯ ВЯЗОВАЯ ТЛЯ  
(*TINOCALLIS PLATANI* KALTENBACH, 1843) И  
ВЯЗОВО-ЗЛАКОВАЯ ТЛЯ (*TETRANEURA ULMI* LINNAEUS, 1758)  
(НОМОПТЕРА, АРНИДИНЕА) ВЯЗОВ Г. АЛМАТЫ**

**Аннотация.** Вязы повреждаются вредителями. Из массовых вредителей, повреждающих вязовые деревья, являются тли. Они существенно влияют на жизнедеятельность дерева, ухудшая их состояние, так как высасывают соки из тканей ильмовых пород. В результате чего увядают красивые деревья, украшающий наш город Алматы. Вязовая тля (*Tinocallis platani* Kaltentbach, 1843) и вязово-злаковая тля (*Tetraneura ulmi* Linnaeus, 1758) относятся к массовым видам, размножающимся ежегодно и приносящим вред насаждениям. Вязовая тля (*Tinocallis platani*) – повсеместно распространенный и серьезный вредитель вяза гладкого. Особенно страдают от этой тли декоративные насаждения – поросль, молодые деревья. Тли сосут листья с нижней, реже с верхней стороны и верхушки побегов. Зимуют яйца на однолетних побегах. Личинки основательниц отрождаются в апреле. Взрослые основательницы и партеногенетические самки летних поколений бывают только крылатыми. Появление половых особей и яйцекладка проходят в сентябре-октябре. Вязово-злаковая тля (*Tetraneura ulmi*) развивается двудомно: из галлов на листьях ильма мигрирует на корни многих злаков.

В статье определен процент повреждаемости тлями вязовых деревьев, процент повреждения листовой их пластинки. Рассчитан показатель гидротермического коэффициента увлажненности города, влияющих на численность тлей.

**Ключевые слова:** вяз, вредитель, листья, вязовая тля (*Tinocallis platani*), вязово-злаковая тля (*Tetraneura ulmi*), тли Алматы, гидротермический коэффициент, влажность.

**Введение.** Тли относятся к группе сосущих вредителей растений. Это большая группа разнообразных по строению и образу жизни мелких насекомых. Покровы тли мягкие, их цвет варьирует от бледно-зеленого и желтого до черного. Тли обитают на растениях, чаще всего большими плотными колониями. Тли зимуют в фазе яйца на коре, особенно часто около почек и в трещинах коры. Яйца продолговатые, обычно черные. Реже зимуют личинки. Личинки развиваются в самок-основательниц, размножающихся девственным путем. Из основательницы развиваются бескрылые самки, которые также размножаются партеногенетически и живорождением, образуя целые колонии. Тли угнетают и ослабляют растения, задерживают их рост, вызывают искривление, сморщивание, скручивание поврежденных листьев и побегов [1]. Вязовая тля (*Tinocallis platani* Kaltentbach, 1843) и вязово-злаковая тля (*Tetraneura ulmi* Linnaeus, 1758) относятся к массовым видам, размножающимся ежегодно и приносящим вред насаждениям.

Вязовая тля (*Tinocallis platani* Kaltentbach, 1843) – повсеместно распространенный и серьезный вредитель вяза гладкого. Особенно страдают от этой тли декоративные насаждения – поросль, молодые деревья. Тли сосут листья с нижней, реже с верхней стороны и верхушки побегов. Зимуют яйца на однолетних побегах. Личинки основательниц отрождаются в апреле. Взрослые основательницы и партеногенетические самки летних поколений бывают только крылатыми. Появление половых особей и яйцекладка проходят в сентябре-октябре. За летний период в условиях Алматы развивается до 20 поколений [2]. Вязово-злаковая тля (*Tetraneura ulmi* Linnaeus, 1758) развивается двудомно: из галлов на листьях ильма мигрирует на корни многих злаков.

Алматы – это зеленый город, который расположен на юге-востоке Казахстана. В парках, в скверах, в рощах, в тротуарах, в микрорайонах, на улицах, на аллеях, на проспектах города насажены различные виды вязов в связи их замечательными качествами [3]. Они засухоустойчивы, дымо- и газоустойчивы и декоративны.

**Материал и методы исследования.** Объектами исследования были насекомые - зеленая вязовая тля (*Tinocallis platani*) [4], вязово-злаковая тля (*Tetraneura ulmi*) и ильмовые породы – вяз гладкий (*Ulmus laevis*), вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia*), вяз Андросова (*Ulmus androssowii* Litw). Место исследования – парки, проспекты, улицы города Алматы. Изучение насекомых проведено по общепринятым энтомологическим методикам. Сбор тлей производился с листьев древесных пород встряхиванием листовой пластинки в широкую пробирку.

Цель исследования: определить процент повреждения листовой пластинки и процент повреждения вязов тлями, тип повреждения листьев, вид ильмовых пород, определить показатель гидротермического коэффициента.

Определяли поврежденность листовой пластинки по формулам.

Площадь повреждения листьев посчитали по формуле Пика [5].

$$S = \frac{M}{2} + N - 1,$$

M – количество узлов на границе треугольника (на сторонах и вершинах); N – количество узлов внутри треугольника.

Под узлами имеется в виду пересечение линий.

Процент повреждения рассчитывается по формуле:

S площадь листа – 100% S поврежденная поверхность листа – x %. Отсюда,

$$X \text{ процент повреждения поверхности листика} = \frac{S \text{ поврежденная поверхность листа} \times 100}{S \text{ площадь листа}}$$

**Результаты исследования.** Ильмовые породы в Алматы массово заражены тлей. Зеленая вязовая тля (*Tinocallis platani*) и вязово-злаковая тля (*Tetraneura ulmi*) [6] в большинстве случаев

поражают вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), а также другие виды ильмовых пород вяз мелколистный (*Ulmus pumila* L.), вяз Андросова (*Ulmus androssowii* Litw).

Обследованы следующие виды ильмовых пород в парках, скверах, улицах, проспектах, города Алматы: вяз гладкий (*Ulmus laevis*), вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia*), вяз Андросова (*Ulmus androssowii* Litw). Вредителями их является зеленоватая вязовая тля (*Tinocallis platani*) и вязово-злаковая тля (*Tetraneura ulmi*) [7]. Тип повреждения листьев, которые они им наносят - это скручивание, деформация, загибание, изменение окраски [8].

Таблица 1 – Процент повреждения листовой пластинки и процент повреждения деревьев, тип повреждения листьев

Вид древесной породы	Вид вредителя	Процент повреждения листовой пластинки	Процент повреждения деревьев	Тип повреждения листьев
Вяз гладкий ( <i>Ulmus laevis</i> )	Зеленоватая вязовая тля ( <i>Tinocallis platani</i> )	90%	95%	Скручивание и деформация, загибание, изменения окраски
	Вязово-злаковая тля ( <i>Tetraneura ulmi</i> )	40%	40%	Скручивание и деформация, загибание, изменения окраски
Вяз мелколистный ( <i>Ulmus parvifolia</i> )	Зеленоватая вязовая тля ( <i>Tinocallis platani</i> )	55%	55%	Скручивание и деформация, загибание, изменения окраски
	Вязово-злаковая тля ( <i>Tetraneura ulmi</i> )	30%	30%	Скручивание и деформация, загибание, изменения окраски
Вяз Андросова ( <i>Ulmus androssowii</i> Litw).	Зеленоватая вязовая тля ( <i>Tinocallis platani</i> )	50%	50%	Скручивание и деформация, загибание, изменения окраски
	Вязово-злаковая тля ( <i>Tetraneura ulmi</i> )	0%	0%	Скручивание и деформация, загибание, изменения окраски

Самый высокий процент повреждения листовой пластинки у вяза гладкого (*Ulmus laevis*) – 90% [9] (таблица 1). На количество 100% вяза гладкого (*Ulmus laevis*) процент повреждения данной породы зеленоватой вязовой тлей (*Tinocallis platani*) составляет 95%, и вязово-злаковой тлей (*Tetraneura ulmi*) – 40% [10]. У вяза мелколистного (*Ulmus parvifolia*) процент повреждения листовой пластинки и процент повреждения данной породы дерева зеленоватой вязовой тлей (*Tinocallis platani*) на его 100% количество приходится намного ниже, чем у вяза гладкого (*Ulmus laevis*) – 55%, а вязово-злаковой тлей (*Tetraneura ulmi*) – 30% [11]. Процент повреждения листовой пластинки вяза Андросова (*Ulmus androssowii*) и процент повреждения дерева зеленоватой вязовой тлей (*Tinocallis platani*) составляет 50% [12]. Встречаемость и вредоносность зеленоватой вязовой (*Tinocallis platani*) тлей можно характеризовать в баллах как массовый [13] (таблица 2).

Таблица 2 – Встречаемость и вредоносность вредителей в баллах

Вид древесной породы	Вид вредителя	Встречаемость	Вредоносность
Вяз мелколистный ( <i>Ulmus parvifolia</i> )	Зеленоватая вязовая тля ( <i>Tinocallis platani</i> )	1	1
	Вязово-злаковая тля ( <i>Tetraneura ulmi</i> )	3	3
Вяз гладкий ( <i>Ulmus laevis</i> )	Зеленоватая вязовая тля ( <i>Tinocallis platani</i> )	1	1
	Вязово-злаковая тля ( <i>Tetraneura ulmi</i> )	3	3
Вяз Андросова ( <i>Ulmus androssowii</i> Litw)	Зеленоватая вязовая тля ( <i>Tinocallis platani</i> )	1	1
	Вязово-злаковая тля ( <i>Tetraneura ulmi</i> )	3	0

Примечание. Встречаемость и вредоносность вредителей в баллах: 1 – массовые, 2 – обычные, 3 – редкие, 4 – единичные, 0 – отсутствие.

Массовая численность зеленоватой вязовой тли (*Tinocallis platani*) [14] на вязах г. Алматы, и отсюда высокий их процент повреждения вязов связан с высоким уровнем влажности территории, в частности, повышенным показателем гидротермического коэффициента в городе (ГТК) [15]. ГТК – это показатель влияния температуры и осадков [16]. По определению Селянинова ГТК – это

уровень увлажнения на территории, за период с температурами выше 10°C. Данный показатель рассчитывался по формуле [17].

$$\text{ГТК} = \frac{\text{Сумма осадков} \times 10}{\text{Сумма температур (активных)}}$$

ГТК от 1,0 до 1,5 показывает оптимальное увлажнение территории, выше 1,6 – избыточное, менее 1,0 – недостаточное, менее 0,5 – слабое ГТК.

Показатели гидротермического коэффициента весенне-летний сезон в г. Алматы по месяцам следующие [18]:

$$\text{март } 0,16 \cdot 10 / 141,7 = 0,01$$

$$\text{апрель } 41,4 \times 10 / 307 = 1,3$$

$$\text{май } 166,4 \times 10 / 508,3 = 3,3$$

$$\text{июнь } 132,4 \times 10 / 693,4 = 1,9$$

$$\text{июль } 114,1 \times 10 / 735,4 = 1,6.$$

Из вышеперечисленных ГТК по месяцам следует, что в Алматы установился высокий уровень влажности с повышенным показателем гидротермического коэффициента. При чрезмерно высокой увлажнённости территории города зеленоватая вязовая тля (*Tinocallis platani*) массово размножаются из-за большого количества влаги [19].

**Обсуждение результатов.** Следовательно, зеленоватая вязовая тля (*Tinocallis platani*) устойчива к чрезмерному избытку влаги [20]. Избыток увлажнения на территории благоприятно воздействует на размножение этих особей. Огромная численность зеленоватой вязовой тли (*Tinocallis platani*) оказывается вредоносным для вязовых пород. Они теряют свой эстетический вид [21].

Для уменьшения массовой численности методы борьбы с тлей – это использование естественных их врагов насекомых – энтомофагов (мухи-журчалки, божьи коровки, златоглазки, мягкотелки, хищные клопы), птиц (воробьи, синицы, пеночки), растений (клубневые бегонии, петуния, мальва, мята, ромашка далматская). Химические методы опасны для окружающей среды [22].

**Выводы.** Массовая численность зеленоватой вязовой тли (*Tinocallis platani*) обитает на вязах г. Алматы, и отсюда высокий их процент повреждения вязов связан с высоким уровнем влажности территории, в частности, повышенным показателем гидротермического коэффициента в городе.

**Источник финансирования исследований.** Материал собирался автором в рамках выполнения дипломной работы по теме «Биоэкологические особенности основных листогрызущих вредителей зеленых насаждений г. Алматы» при РГП на ПВХ «Институт зоологии» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вредители леса: Справочник, тли II. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – Т. 2. – С. 429-454.
- [2] Юхневич Л.А. Дендрофильные тли Алма-Аты и ее окрестностей // Труды Института зоологии. – АН КазССР. – Т. 35. – Алматы, 1974. – С. 25-42.
- [3] Нургалиев Р. Н. Алматы: энциклопедия / Гл. ред. Р. Н. Нургалиев. – Алматы : Казак энциклопедиясы, 1996 – С. 15.
- [4] Ломакина Л.Г. «Насекомые – вредители городских декоративных насаждений юго-востока Казахстана». – Издательство «Наука». Казахская ССР. – Алма-Ата, 1967. – С. 21.
- [5] Белова Н.К., Галасьева Т.В., Куликова Е.Г., Шарапа Т.В. Методические указания по дисциплине «Технология защиты леса». – Раздел 1. Вредители растения. – М., 1994. – Основные формулы для статической обработки. – С. 26.
- [6] Маслов А.Д. Вредители ильмовых пород и меры борьбы с ними. – Изд-во "Лесная промышленность", 1970. – С. 22.
- [7] Атлас-определитель беспозвоночных животных города Перми [Электронный ресурс]: монография / Под общ. ред. М. Я. Лямина. – Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. дан. – Пермь, 2014. – С. 45.
- [8] Воронцов А.И. Лесная энтомология: Учебник для студентов. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 75.
- [9] Воронцов А.И., Голубев. А.И., Мозолевская В.Г., Белова Н.К., Николаевская Н.Г. Наставления по надзору, учёту и прогнозу хвое- и листогрызущих насекомых в европейской части РСФСР. – М., 1988. – С. 6.
- [10] Зенкевич Л.А. Жизнь Животных. Беспозвоночные. Членистоногие– Arthropoda. Онихофоры – Onychophora. – М., 1969. – Т. 3. – С. 189.

- [11] Васильев Н. Г. Ильм. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 14.
- [12] Васильев В.П. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. – Т. 1. Вредные нематоды, моллюски, членистоногие. – 2-е изд., испр. и доп. – К.: Урожай, 1987. – С. 177.
- [13] Ильинский А.И., Тропина И.В. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое-листогрызущих насекомых в лесах СССР. – М.: Лесная промышленность, 1965. – С. 51.
- [14] Ежов О.Н. Вредители и болезни городских зеленых насаждений архангельского промышленного узла // Лесной журнал. – 2008. – № 3. – С. 49.
- [15] Чернышев В.Б. Суточные ритмы активности насекомых. – М.: Издательство МГУ, 1984. – С. 68.
- [16] Добровольский Б.В. Фенология насекомых. – М.: Высшая школа, 1969. – С. 32.
- [17] Дружелюбова Т.С., Макарова Л.А. Погода и прогноз размножения вредных насекомых. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. – С. 23.
- [18] <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=36870&month=3&year=2016>.
- [19] Грин Т. Насекомые. Полная энциклопедия / Пер. с англ. Авдониной. – М.: Эксмо, 2007. – С. 182.
- [20] Бигон М., Харпер Дж, Таусенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. – Т. 1 / Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – С. 92.
- [21] Яхонтов В.В. Экология насекомых. – М.: Высшая школа, 1964. – С. 154.
- [22] Попов С.Я., Дорожкина Л.А., Калинин В.А. Основы химической защиты растений / Под ред. профес. С. Я. Попова. – М.: Арт-Лион, 2003. – С. 161.

#### REFERENCES

- [1] Forest Pests: A Handbook, aphids II. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1955. Vol. 2. P. 429-454.
- [2] Yukhnevich L.A. Dendrophilous aphids Almaty and its surroundings // Proceedings of the Institute of Zoology. KazSSR. Vol. 35. Almaty, 1974. P. 25-42.
- [3] Nurgaliyev R.N. Almaty: Encyclopedia / Ch. Ed. R.N. Nurgaliyev. Almaty: Kazak entsiklopediyasy, 1996. P. 15.
- [4] Lomakin L.G. Insects – pests of ornamental plantings urban south-east of Kazakhstan // "Science" Publishing House. Kazakh SSR. Alma-Ata, 1967. P. 21.
- [5] Belov N., Galaseva T.V., Kulikova E.G., Sharap T.V. Methodical instructions on the discipline of "forest protection technology." Section 1. Pests plants. M., 1994. The basic formulas for static processing. P. 26.
- [6] Maslov A.D. Pests elm species and their control measures. Publishing house "Timber Industry", 1970. P. 22.
- [7] Atlas determinant of the city of Perm invertebrates [electronic resource]: monograph / Under total. Ed. M. J. Lyamina; Perm. state. nat. issled. Univ. Electron. Dan. Perm, 2014. P.45.
- [8] Vorontsov A.I. Forest Entomology: A Textbook for students. M.: Higher School, 1982. P. 75.
- [9] Vorontsov A.I., Golubev. A.I., Mozolevskaya V.G., Belov N., Nikolaev N.G. Instructions on supervision, accounting and forecast hvoe- and leaf-eating insects in the European part of the RSFSR. M., 1988. P. 6.
- [10] Zenkevich L.A. Animal Life. Invertebrates. Arthropods – Arthropoda. Onychophora – Onychophora. – M., 1969. Vol. 3. P. 189.
- [11] Vasiliev N. Elm. M.: Agropromizdat, 1986. P. 14.
- [12] Vasiliev V.P. Pests of agricultural crops and forest plantations. Vol. 1. Harmful nematodes, mollusks, and arthropods. 2nd ed. and dop. K.: Harvest, 1987. P. 177.
- [13] Ilyinsky A.I., Tropina I.V. Supervision, accounting and the forecast of mass outbreaks of the needle-leaf-eating insects in the forests of the USSR. M.: Forestry, 1965. P. 51.
- [14] Yezhov O.N. Pests and diseases of urban green space Arkhangelsk industrial hub // Forestry Journal. 2008. N 3. P. 49.
- [15] Chernyshev V.B. Daily rhythms of insect activity. M.: Publishing house of the Moscow State University, 1984. P. 68.
- [16] Dobrovolsky B.V. Insect phenology. M.: "Higher School" Publishing House, 1969. P. 32.
- [17] Druzhelyubova T.S., Makarova L.A. Weather forecast and breeding of harmful insects. L.: Gidrometeoizdat, 1972. P. 23.
- [18] <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=36870&month=3&year=2016>.
- [19] Green T. Insects. Complete Encyclopedia. Translation from English. Avdonina. M.: Eksmo, 2007. P. 182.
- [20] Bigon M., Harper J, K. Townsend Ecology. Individuals, populations and communities. Vol. 1: Trans. from English. M.: Mir, 1989. P. 92.
- [21] Yahontov V.V. Ecology of insects. M.: "Higher School" Publishing House, 1964. P. 154.
- [22] Попов Y., Dorozhkina L.A., Kalinin V.A. Fundamentals of chemical plant protection / Ed. Professor S. Y. Popova. M.: Art Lyon, 2003. P. 161.

А. С. Мырқасымова

ҚР БҒМ ҒК «Зоология институты», Алматы қаласы, Қазақстан

**АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ ШЕГІРШІНДЕРДІҢ ЖАСЫЛ ШЕГІРШІН ӨСІМДІК БИТІ  
(*TINOCALLIS PLATANI* KALTENBACH, 1843) ЖӘНЕ ШЕГІРШІН-ДӘНДІ ӨСІМДІК БИТІ  
(*TETRANEURA ULMI* LINNAEUS, 1758) (НОМОПТЕРА, АРНІДИНЕА)**

**Түйін сөздер:** шегіршін, зиянкестер, жапырақ, шегіршін биті (*Tinocallis platani*), шегіршін-дәнді биті (*Tetraneura ulmi*), Алматы, гидротермиялық коэффициенті, ылғалдық.

**Аннотация.** Қарағаштарды зиянкестер зақымдайды. Шегіршіндерді жаппай зақымдаушылардың бірі болып өсімдік биттері табылады. Олар ағаштардың шырынын сорып, тіршілігін төмендетеді. Нәтижесінде Алматы қаласын әсем күйге ендіріп тұрған әдемі ағаштар қурап қалады. Шегіршін биті (*Tinocallis platani* Kaltenbach, 1843) және шегіршін-дәнді биті (*Tetraneura ulmi* Linnaeus, 1758) жылда көбейетін және ағаштарға зиянды көп кездестіретін түрлерге жатады. Шегіршін биті (*Tinocallis platani*) тегіс қарағаштың кең таралған және қауіпті зиянкесі. Әсіресе биттің бұл түрінен сәндік жас ағаштар мен балғын бұтақшалар зардап шегеді. Өсімдік биттері жапырақтың төменгі жағынан, сирек жоғарғы жағынан және өскіннің жоғарғы жағынан со-рады. Біржылдық өскіндерде жұмыртқалары қыстайды. Сәуірде негізін қалаушы аналықтың дернәсілдері пайда болады. Ересек негізін қалаушылар мен партеногенетикалық аналықтардың жаздық сатысы тек қанат-тылар болып келеді. Жынысты даралар мен жұмыртқа салу қыркүйек-қазанда пайда болады. Шегіршін-дәнді биті (*Tetraneura ulmi*) екіүйлі: шегіршін жапырағындағы беріштен көптеген астық тұқымдастылардың тамы-рына қоныс аударады. Мақалада қарағаштарды өсімдік биттерінің жапырақ тақтасын зақымдаған пайызы анықталған. Өсімдік битінің санына әсер ететін қаладағы гидротермиялық коэффициент көрсеткіші есеп-телген.

**Сведения об авторе:**

Мырқасымова Ардак Сағыновна – младший научный сотрудник РГП на ПВХ «Институт зоологии» МОН РК, Алматы, Казахстан, e-mail: donka\_af@mail.ru

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 157 – 166

**I. I. Temreshev<sup>1</sup>, V. L. Kazenas<sup>1</sup>, P. A. Esenbekova<sup>1</sup>, G. E. Kozhabayeva<sup>2</sup>**<sup>1</sup>RSE "Institute of Zoology" KH MES RK, Almaty, Kazakhstan,<sup>2</sup>LLP "Kazakh SRI of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev" JSC "KazAgroInnovation"  
Ministry of Agriculture, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: temreshev76@mail.ru, esenbekova\_periz@mail.ru, luch.78@mail.ru

**EFFECT OF INSECTICIDES BONUS, 40/120 s.p. AND NOMOLT 15 %, s.p.  
ON NON-TARGET TERRESTRIAL ARTHROPODS-ENTOMOPHAGES  
OF HARMFUL LOCUST FAUNA IN SOUTH KAZAKHSTAN**

**Abstract.** In this article the results of field research in Southern Kazakhstan on studying the effect of insecticides bonus 40/120 s.p. and 15% nomolt s.p. on non-target terrestrial arthropods fauna entomophages of the harmful locusts are presented. Total number was 4844 instance arthropods belonging to 79 families and 17 orders of the classes of crustaceans (Crustacea), arachnids (Aranei) and insects (Insecta). It was found that insecticides and bonus nomolt have little negative effect on the fauna of entomophages insects like ants and Diptera, but reduce the number of spiders and other arachnids, as well as beetles and grasshoppers Meloidae. Phalanges, scorpions, spiders and other entomophages are of great importance as a regulator of a variety of harmful locusts and important elements of food chains and their elimination during chemical treatments – one of the important factors that should be considered in such cases. It was found that the drug bonus has a stronger impact on the ecosystem than nomolt. When selecting the products for use against harmful locusts in Southern Kazakhstan we should focus on insecticides more gentle action, such as chitin synthesis inhibitors, which do not destroy entomophages.

**Keywords:** insecticides, arthropods, entomophages, non-targeted fauna, harmful locust, South Kazakhstan.

УДК 632.951 (574.1-18)

**И. И. Темрешев<sup>1</sup>, В. Л. Казенас<sup>1</sup>, П. А. Есенбекова<sup>1</sup>, Г. Е. Кожабаяева<sup>2</sup>**<sup>1</sup>РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан,<sup>2</sup>ТОО «КазНИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева»

АО «КазАгроИнновация» МСХ РК, Алматы, Казахстан

**ВЛИЯНИЕ ИНСЕКТИЦИДОВ БОНУС 40/120 с.к.  
И НОМОЛТ 15 % с.к. НА НЕЦЕЛЕВУЮ ФАУНУ НАЗЕМНЫХ  
ЧЛЕНИСТОНОГИХ-ЭНТОМОФАГОВ ВРЕДНЫХ САРАНЧОВЫХ  
В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ**

**Аннотация.** Приводятся результаты полевых исследований в Южном Казахстане по изучению влияния инсектицидов бонус 40/120 с.к. и номолт 15 % с.к. на нецелевую фауну наземных членистоногих-энтомофагов вредных саранчовых. Всего в учетах было собрано 4844 экземпляра членистоногих, принадлежащих к 79 семействам и 17 отрядам из классов ракообразных (Crustacea), паукообразных (Aranei) и насекомых (Insecta). Выяснено, что инсектициды бонус и номолт оказывают незначительное отрицательное действие на фауну таких насекомых-энтомофагов, как муравьи и двукрылые, но снижают численность пауков и других паукообразных, а также жуков-нарывников и кузнечиков. Фаланги, скорпионы, пауки и другие энтомофаги имеют большое значение как регуляторы численности разнообразных вредных саранчовых и важный элемент трофических цепей, их элиминация при проведении химических обработок – один из важных факторов,

которые нужно учитывать в таких случаях. Выяснено, что препарат бонус оказывает более сильное влияние на экосистему, чем номолт. При выборе препаратов для применения против вредных саранчовых на юге Казахстана следует остановиться на инсектицидах более щадящего действия, таких как ингибиторы синтеза хитина, которые не так сильно уничтожают энтомофагов.

**Ключевые слова:** инсектициды, членистоногие, энтомофаги, нецелевая фауна, вредные саранчовые, Южный Казахстан.

**Введение.** Публикации, посвященные воздействию инсектицидов разных групп (адонис, 7,5 УМО, бонус 40/120 с.к., номолт 15 с.к., конфидор экстра, в.д.г., моспилан 20 %, р.п. и др.) на нецелевую фауну членистоногих, в том числе и авторов настоящей статьи, имеются в мировой практике и в Казахстане [1-18]. Однако исследования по этому вопросу в основном проходили в северных и центральных областях страны. Нецелевая фауна наземных членистоногих этих областей и юга республики очень сильно различается по видовому составу. Следовательно, их резистентность к воздействию химических препаратов и соответственно влияние проведенных химических обработок на экосистему также будут иметь отличия. Актуальность исследований усиливается тем, что южные регионы страны являются зоной интенсивного выпаса скота и возделывания разнообразных сельскохозяйственных культур, для защиты которых от вредителей применяется значительное количество инсектицидов. Список пестицидов, разрешенных к применению в Республике Казахстан, с каждым годом пополняется, т.е. усиливается разнообразие пестицидного прессинга на экосистемы [20]. Кроме того, в настоящей работе мы решили уделить особое внимание энтомофагам вредных саранчовых – их реакции на проводимые против вредителей обработки. Энтомофаги вредных саранчовых в Казахстане в целом, и на юге страны, в частности, изучены еще недостаточно [19], поэтому в целях их сохранения необходимо выяснить указанный вопрос.

**Методы исследования.** Исследования действия инсектицидов на нецелевую фауну членистоногих-энтомофагов вредных саранчовых были проведены на территории Южно-Казахстанской области, Сарыагашский район, окрестности поселка Тентексай (N 41°39'71", E 68°20'23"; 105 м над ур. м.). Стация – холмистая степь с небольшими оврагами. Проективное покрытие растительности – 60-75 %. Почва – суглинки, лесс.

Обработка делянок препаратами была проведена ранцевым атомайзерным опрыскивателем AU-8000. Размер делянок для каждого препарата составил 0,25 га (50x50 м). Норма расхода препаратов составляла 0,06 л/га для Бонуса и 0,05 л/га для Номолта. Растительность была в основном представлена злаками – дикий ячмень *Hordeum spontaneum*, мятлик луковичный *Poa bulbosa*, эгилопс растопыренный *Aegilops squarrosa*, лисохвост тростниковый *Alopecurus arundinaceus*, овсюг пустой *Avena fatua* с небольшими вкраплениями псоралеи костянской *Psoralea drupacea*, астрагала морщинистого *Astragalus rytidocarpus*, горошка мышинного *Vicia cracca*, мака-самосейки *Papaver rhoeas*, ферулы вонючей *Ferula assa-foetida*, чертополоха поникшего *Carduus nutans*, ноннеи темной *Nonea pulla*, малкольмии туркестанской *Malcolmia turkestanica*, журавельника цикутового *Erodium cicutarium* и молочана татарского *Lactuca tatarica*. Растительность на участке, обработанном номолтом, была с преобладанием злаков и псоралеи, более густой и высокой. Фауна саранчовых была представлена следующими видами: доминант мароккская саранча *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.), фоновые виды – пустынная крестовичка *Dociostaurus tartarus* Stshelk., туранский прус *Calliptamus turanicus* S. Tarb., *Pyrgodera armata* Fisch.-Waldh. и памфагида *Pezotmethis tartarus* (Sauss.). Сбор материала проводился методом кошения стандартным энтомологическим сачком. За единицу учета принимался укус в 25 взмахов сачком в 3 повторностях. Укусом равномерно охватывались как нижние, так и верхние ярусы растительного покрова. Материалы каждой повторности складывались отдельно в полиэтиленовые пакеты с бумажным наполнителем (нарезанные полоски бумаги для впитывания излишней влаги) и ваткой, смоченной этилацетатом. Каждый пакет снабжался соответствующей этикеткой для идентификации материала (с информацией об условиях сбора материала). После замаривания объектов материал помещался в бумажные пакетики с этикеткой для последующей камеральной обработки в лабораторных условиях. Кроме того, для проведения учетов наземной фауны использовались почвенные ловушки Барбера – пластиковые стаканчики объемом 0,25 л с фиксирующей жидкостью, вкопанные в почву на равном расстоянии друг от друга. Собранные таким образом материалы после просуши-

вания раскладывались на энтомологические матрасики или фиксировались в 70%-ном этиловом спирте. Учеты были проведены на 3, 9, 14, 20 и 27-е сутки после обработки.

**Результаты исследования.** За все время проведения учетов было собрано 4844 экземпляра членистоногих, принадлежащих к 79 семействам и 17 отрядам из классов ракообразных (Crustacea), паукообразных (Aranei) и насекомых (Insecta).

В качестве индикаторных видов нами были выбраны широко распространенные энтомофаги с известной биологией и экологическими особенностями. Они часто встречались на мониторинговых участках. Из паукообразных были взяты 1 вид скорпионов – скорпион желтый *Mesobuthus eupeus* Birula (Buthidae) и 1 вид фаланг – *Galeodes* sp. (Solpugidae) (многоядные хищники, в т.ч. поедающие и саранчовых); 2 вида пауков из 2 семейств с различной экологией: *Stegodiphus lineatus* Latr. (Eresidae) (засадник с ловчей сетью), и *Trochosa dimidiata* Thor. (Lycosidae) (активный, свободно бегущий хищник). Из насекомых – 2 вида прямокрылых из семейства Настоящие кузнечики (Tettigonidae) – серый кузнечик *Decticus verrucivorus* L. и хвостатый кузнечик *Tettigonia caudata* Charp., поедающие личинок мароккской саранчи; 2 вида жесткокрылых – жужелица скарит пастбищный *Scarites bucida* Pallas (Carabidae) (активный хищник) и нарывник Шренка *Mylabris schrenki* Gebl. (Meloidae) (паразит кубышек саранчовых); 2 вида перепончатокрылых – аралокаспийский муравей-жнец *Messor aralocaspica* Ruz. (в основном фитофаг, но поедает раненых или мертвых личинок саранчовых) и степной бегунок *Cataglyphis aenescens* Nylander (активный хищник); 2 вида двукрылых – ктырь *Stenopogon porcus* (Lehr) (Asilidae) (активный хищник) и жужало *Cytherea fenestratula* Loew. (Bombyliidae) (паразит кубышек). Динамика численности индикаторных видов членистоногих-энтомофагов вредных саранчовых на мониторинговых участках показана на рисунках 1-12.

**Обсуждение результатов.** На 3–9-е сутки после обработки на обработанных номолтом и бонусом участках численность скорпионов, фаланг и пауков снизилась довольно резко (рисунок 1-4). Затем произошло постепенное нарастание, однако ни один вид не достиг первоначального уровня до 27-го дня учетов. Самым заметным было снижение численности *Stegodiphus lineatus* Latr. (Eresidae). По-видимому, это обусловлено его образом жизни – этот паук является хищником-засадником, обитающим в паутином гнезде на растениях, и при проведении обработок имеет мало шансов уцелеть. Численность фаланг и паука-волка *Trochosa dimidiata* Thor. постепенно восстанавливалась – эти паукообразные являются довольно мобильными и имеют больше возможностей мигрировать с обработанных участков, а затем заселять опустевшие территории после окончания действия препарата. Скорпионы более медлительны, поэтому их численность восстанавливалась медленнее.

Что касается кузнечиков *Decticus verrucivorus* L. и *Tettigonia caudata* Charp., то они, как и вредные саранчовые, примерно одинаково реагируют на обработки пестицидами (рисунок 5, 6). На 27-й день их численность возросла почти до первоначального уровня, но в основном за счет

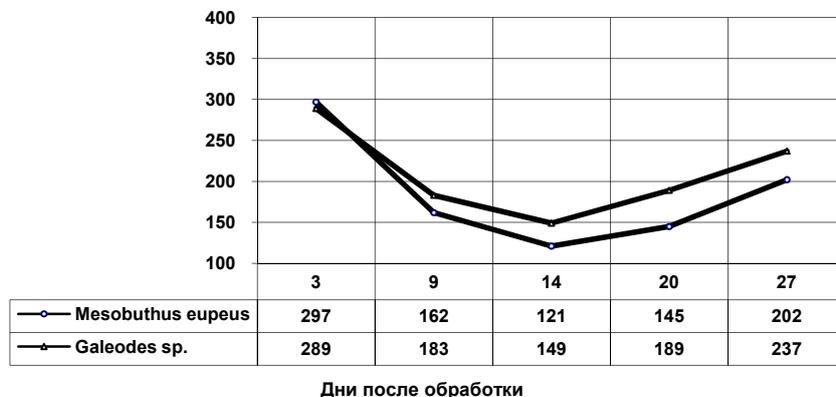


Рисунок 1 – Динамика численности скорпионов и фаланг на участке, обработанном бонусом 40/120 с.к.



Рисунок 2 – Динамика численности скорпионов и фаланг на участке, обработанном номолтом 15 с.к.

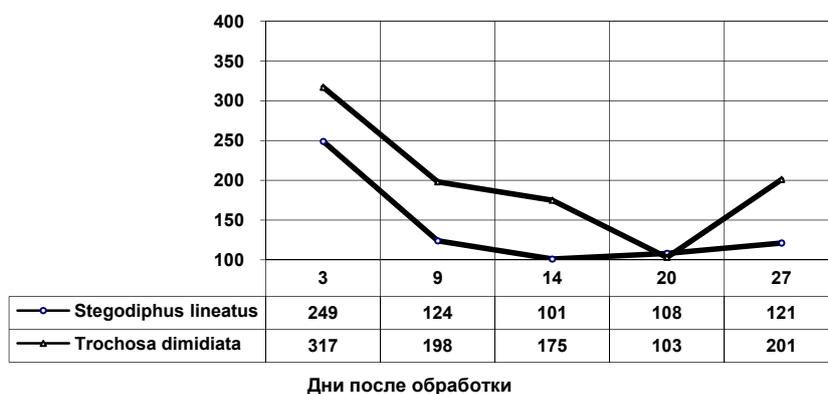


Рисунок 3 – Динамика численности 2 видов пауков на участке, обработанном бонусом 40/120 с.к.

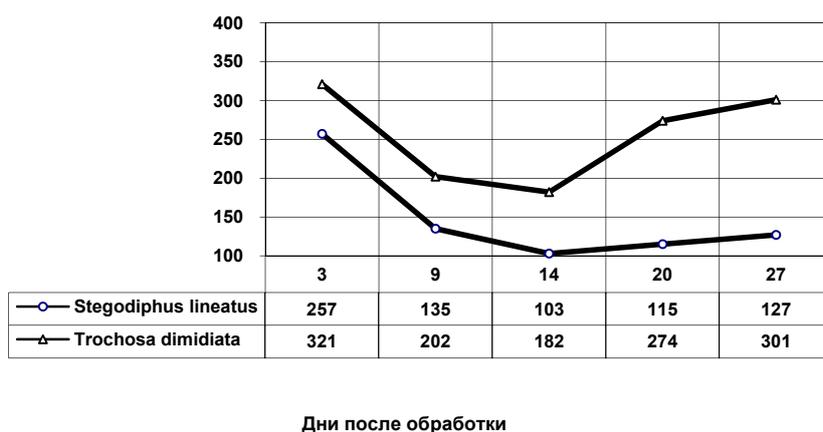


Рисунок 4 – Динамика численности 2 видов пауков на участке, обработанном номолтом 15 с.к.



Рисунок 5 – Динамика численности 2 видов кузнечиков на участке, обработанном бонусом 40/120 с.к.

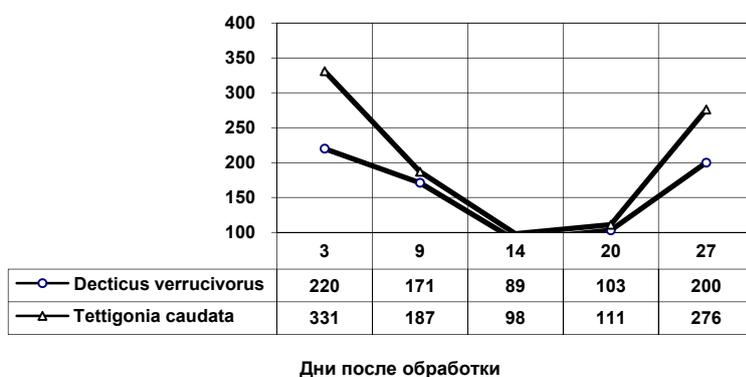


Рисунок 6 – Динамика численности 2 видов кузнечиков на участке, обработанном номолтом 15 с.к.

миграции с соседних необработанных участков – на мониторинговых площадках отмечалась их массовая гибель. Восстановление хвостатого кузнечика происходило быстрее, чем серого, за счет его повсеместно более высокой численности. Также этот вид более активен при миграциях, чем серый кузнечик.

Жесткокрылые насекомые - жужелица скарит пастбищный *Scarites bucida* Pallas (Carabidae) и нарывник Шренка *Mylabris schrenki* Gebl. (Meloidae) – в целом соответствовали вышеуказанным тенденциям изменения численности других энтомофагов. Исключением было то, что на участке, обработанном номолтом, численность жука-нарывника *M. schrenki* на 27-й день даже превысила первоначальную. Это объясняется началом массового лета данного вида (рисунок 7, 8). Кроме того, номолт как ингибитор синтеза хитина оказывал меньшее влияние, чем бонус, являющийся двухосновным препаратом с повышенной токсичностью и персистентностью.

Аралокаспийский муравей-жнец *Messor aralocaspica* Ruz. и степной бегунок *Cataglyphis aenescens* Nylander на 27-й день после резкого падения полностью восстановили свою численность. Более мобильный муравей-бегунок восстановился быстрее, чем муравей жнец (рисунок 9, 10). Как и у предыдущих видов, падение численности муравьев на обработанных бонусом участках было выше, чем на участках, обработанных номолтом.

Представители двукрылых энтомофагов – ктырь *Stenopogon porcus* Lehr и жужжало *Cytherea fenestratula* Loew. довольно слабо реагировали на обработки (рисунок 11, 12). Численность их снижалась незначительно на протяжении всего времени наблюдений, за исключением 9-го дня. Оба вида – хорошие летуны, способные в случае опасности очень быстро покинуть обработанный участок, а затем, после окончания пика воздействия пестицида, вернуться назад либо мигрировать

с необработанного участка. Этим можно объяснить незначительное изменение их численности вследствие обработок. Но, как и предыдущие группы, двукрылые сильнее реагировали на обработку бонусом, чем номолтом.

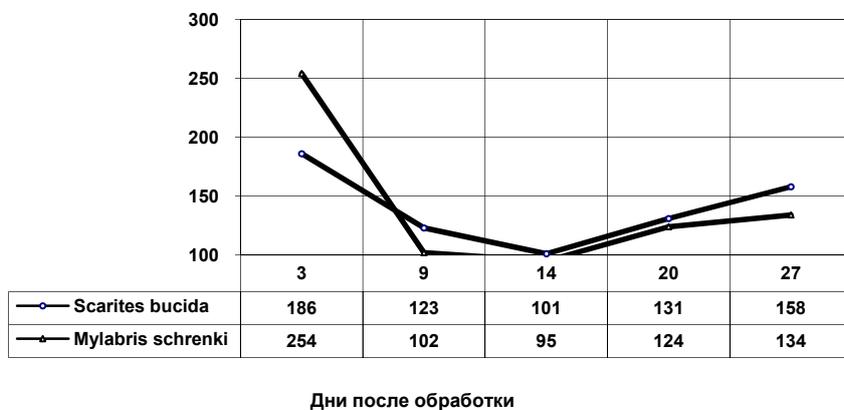


Рисунок 7 – Динамика численности 2 видов жуков на участке, обработанном бонусом 40/120 с.к.

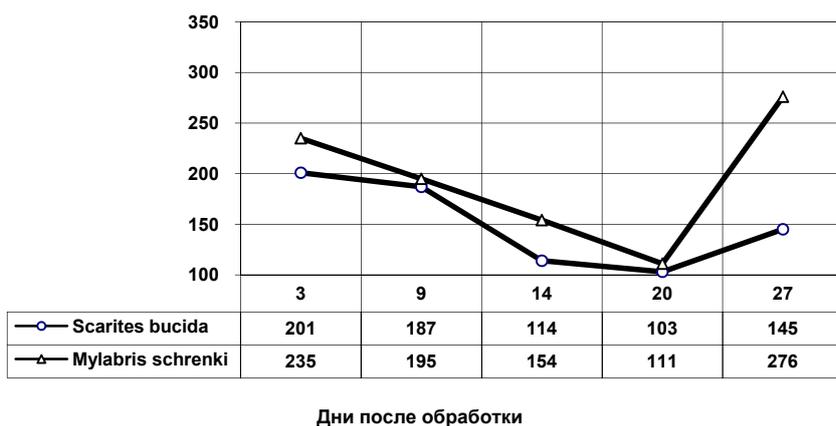


Рисунок 8 – Динамика численности 2 видов жуков на участке, обработанном номолтом 15 с.к.



Рисунок 9 – Динамика численности 2 видов муравьев на участке, обработанном бонусом 40/120 с.к.



Рисунок 10 – Динамика численности 2 видов муравьев на участке, обработанном номолтом 15 с.к.

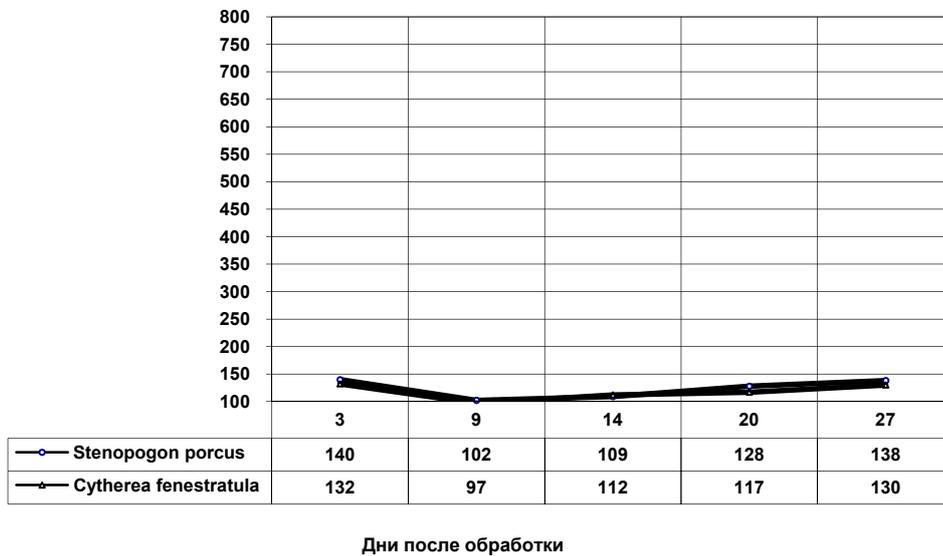


Рисунок 11 – Динамика численности 2 видов двукрылых на участке, обработанном бонусом 40/120 с.к.

Помимо прямой элиминации вследствие отравления пестицидами, падение численности всех указанных членистоногих зависит от того, что большинство из них является хищниками. Фактически после проведения обработки они лишились источника питания – насекомых-фитофагов, также погибших в результате пестицидного воздействия, поэтому уцелевшие особи мигрировали в поисках пищи на необработанные участки.

На контрольном участке численность индикаторных видов – как паукообразных, так и насекомых – менялась в допустимых пределах природного биоценоза.

**Выводы.** Из результатов исследований видно, что инсектициды бонус и номолт оказывают незначительное отрицательное действие на фауну таких насекомых-энтомофагов, как муравьи и двукрылые, но снижают численность пауков и других паукообразных, а также жуков-нарывников и кузнечиков. Поскольку фаланги, скорпионы, пауки и другие энтомофаги имеют большое значение как регуляторы численности разнообразных вредных саранчовых и важный элемент трофических цепей, их элиминация при проведении химических обработок – также один из важных факторов, которые нужно учитывать в таких случаях. Также следует отметить, что препарат бонус

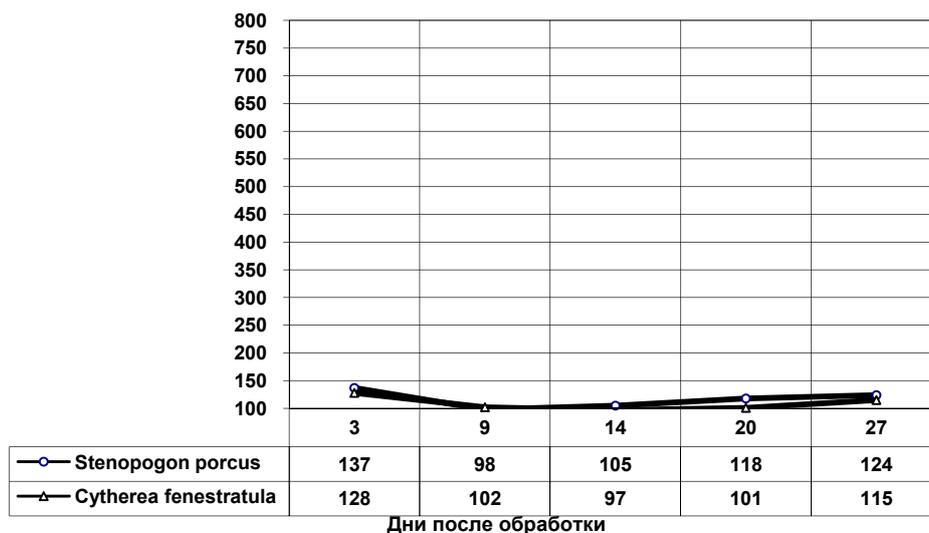


Рисунок 12 – Динамика численности 2 видов двукрылых на участке, обработанном номолтом 15 с.к.

оказывает более сильное влияние на экосистему, чем номолт. При выборе препаратов для применения против вредных саранчовых на юге Казахстана следует остановиться на инсектицидах более щадящего действия, таких как ингибиторы синтеза хитина, которые не так сильно уничтожают энтомофагов.

**Источник финансирования исследований.** Работа подготовлена в рамках выполнения проекта ГФ 4163 «Мониторинг экологического состояния наземных и водных экосистем Южного Казахстана с использованием индикаторных видов беспозвоночных» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вельская Е.А., Осинкина Н.А. Токсическое воздействие пиретроидных инсектицидов на коровку семиточечную (*Coccinella septempunctata* L.) // Успехи энтомологии на Урале. – Екатеринбург, 1997. – С. 163.
- [2] Вельская Е.А., Зиновьев Е.В., Козырев М.А. Жужелицы в агроценозе яровой пшеницы на юге Свердловской области и влияние некоторых средств химизации на их популяции // Экология. – 2002. – № 1. – С. 45-52.
- [3] Богданов М.Р. Степень опасности пиретроидов для почвообитающих беспозвоночных картофельного агроценоза: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 1997. – 23 с.
- [4] Богданов М.Р., Мигранов М.Т., Николюченко А.Г. Почвообитающие беспозвоночные нецелевой объект пиретроидных обработок // Агрохимия. – 1997. – № 7. – С. 89-94.
- [5] Власенко Н.Г., Кротова И.Г., Власенко А.Н. Влияние средств химизации на полезную энтомофауну агроценоза яровой пшеницы // Агрохимия. – 1996. – № 2. – С. 97-101.
- [6] Власенко Н.Г., Штундюк Д.А. Влияние пестицидов на сообщества жужелиц в посевах ярового рапса // Агрохимия. – 1994. – № 2. – С. 89-94.
- [7] Еремина О.Ю. Новые данные о токсичности пиретроидов для полезных членистоногих // Агрохимия. – 1986. – № 3. – С. 130-137. 143.
- [8] Еремина О.Ю. О токсичности пиретроидов для полезных членистоногих // Агрохимия. – 1984. – № 1. – С. 129-137.
- [9] Мигранов М.Г. Пиретроидные инсектициды и их влияние на почвенные организмы (на примере агроценоза картофеля): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Сыктывкар, 2000. – 42 с.
- [10] Рославцева С.А., Еремина О.Ю. Исследование воздействия пестицидов на энтомо- и акарифагов // Агрохимия. – 1989. – № 7. – С. 123-136.
- [11] Соколов А.И. Влияние адониса на нецелевую фауну членистоногих // Защита и карантин растений в Казахстане. – 1999. – № 4. – С. 12-16.
- [12] Чильдебаев М.К. Влияние некоторых инсектицидов на нецелевую фауну членистоногих травостоя // Защита и карантин растений в Казахстане. – 2001. – № 1. – С. 15-18.
- [13] Чильдебаев М.К. Влияние некоторых инсектицидов на нецелевую фауну членистоногих // Tethys entomological research. – 2002. – N 6. – С. 157-160.
- [14] Чильдебаев М.К., Жармухамедова Г.А. Оценка биологической эффективности инсектицидов бонуса 40/120 с.к. и номолта 15 % с.к. и их влияние на нецелевую фауну членистоногих в условиях Северо-Восточного Казахстана. – Актуальные проблемы защиты растений в Казахстане, кн. 1. // Материалы Международной научно-практической конференции 8-10 ноября 2001 г. – Алматы: Бастау, 2002. – С. 220-234.

- [15] Чильдебаев М.К. Экологический мониторинг нецелевых организмов при химических обработках против вредных саранчовых на севере Казахстана // Защита и карантин растений в Казахстане. – 2003. – № 1. – С. 28-34.
- [16] Кожабаяева Г.Е., Чильдебаев М.К., Темрешев И.И. Влияние инсектицидов конфидор экстра, в.д.г. и моспилан, 20 % р.п., на нецелевую фауну // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2014. – № 1/2 (60). – С. 64-68.
- [17] Кожабаяева Г.Е., Темрешев И.И., Чильдебаев М.К. Действие препаратов бонус, 40/120, с.к., и номолт, 15 %, с.к., на индикаторные виды нецелевых насекомых и паукообразных // Материалы Международной научной конференции «Защита растений и экологическая устойчивость агробиоценозов», посвящая 100-летию со дня рождения Ж. Т. Джиембаева. – Алматы, 2014. – № 1/2 (60). – С. 239-241.
- [18] Темрешев И.И., Чильдебаев М.К. Дополнение к списку естественных регуляторов мароккской саранчи (*Locustotaurus maroccanus* Thunb.) в Казахстане // Материалы Международной научно-практической конференции «Зоологические и охотоведческие исследования в Казахстане и сопредельных странах», 1-2 марта 2012 г. – Алматы: Нур-Принт, 2012. – С. 251-253.
- [19] Kozhabayeva G.E., Temreshev I.I., Childebaev M.K. Action of pesticides from neonicotinoid group on non-target arthropods indicator species. Plant protection for Ecological Sustainability of Agrobiocenosis // Information bulletin of IOBC EPRS. – 2014. – Vol. 46. – P. 67-70.
- [20] Справочник пестицидов (ядохимикатов), разрешенных к применению на территории Республики Казахстан. – Алматы: Рекламное агентство «АНЕС», 2012. – 204 с.

## REFERENCES

- [1] Velskaya E.A. Osinkina H.A. The toxic effects of pyrethroid insecticides on the seven-spotted ladybird (*Coccinella septempunctata* L.) // Successes of entomology in the Uralsk. Ekaterinburg, 1997, P. 163.
- [2] Velskaya EA, Zinoviev E.V., Kozyrev M.A. Ground beetles in agrocenosis spring wheat in the south of the Sverdlovsk region and the impact of chemicals on some of their populations // *Ecology*, 2002, N 1, P. 45-52.
- [3] Bogdanov M.R. Severity pyrethroid for soil-invertebrates agrocenosis of potato: Autoabstract of dissertation candidate of biological sciences. St. Petersburg, 1997, 23 p.
- [4] Bogdanov M.R., Migranov M.T., Nikoloenko A.G. Of soil invertebrates, non-target object pyrethroid treatments // *Agrochemistry*, 1997, N 7, P. 89-94.
- [5] Vlasenko N.G., Krotov I.G., Vlasenko A.N. Effect of chemicals on the useful entomofauna agrocenosis spring wheat // *Agrochemistry*, 1996, N 2, P. 97-101.
- [6] Vlasenko N.G., Shtundyuk D.A. The impact of pesticides on the ground beetle community in spring rape crops // *Agrochemistry*, 1994, N 2, P. 89-94.
- [7] Eremina O.J. New data on the toxicity of pyrethroids to beneficial arthropods // *Agrochemistry*, 1986, N 3, P. 130-137.
- [8] Eremina O.J. About the toxicity of pyrethroids to beneficial arthropods // *Agrochemistry*, 1984, N 1, P. 129-137.
- [9] Migranov M.G. Pyrethroid insecticides and their impact on soil organisms (for example, potato agrocenosis): Autoabstract of dissertation Dr. of biological sciences. Syktyvkar, 2000, 42 p.
- [10] Roslavtseva S.A., Eremina O.J. Study the impact of pesticides on entomo- and akarifagous // *Agrochemistry*, 1989, N 7, P. 123-136.
- [11] Sokolov A.I. Adonis effect on non-target arthropod fauna. *Plant Protection and Quarantine in Kazakhstan*, 1999, Vol. 4, P. 12-16.
- [12] Childebaev M.K. Influence of some insecticides on non-target arthropods fauna of grass. *Plant Protection and Quarantine in Kazakhstan*, 2001, Vol. 1, P. 15-18.
- [13] Childebaev M.K. Influence of some pesticides on non-target arthropods fauna. *Tethys entomological research*, 2002, N 6, P. 157-160.
- [14] Childebaev M.K., Zharmuhamedova G.A. Evaluation of biological efficacy of insecticides bonus 40/120, s.p. and nomolt 15 %, s.p. and their impact on non-target arthropod fauna in the North-East Kazakhstan. Actual problems of plant protection in Kazakhstan, book 1, *International scientific and practical conference on November 8-10, 2001*, Almaty: Bastau, 2002, P. 220-234.
- [15] Childebaev M.K. Environmental monitoring of non-target organisms in chemical treatments against harmful locusts in northern Kazakhstan. *Plant Protection and Quarantine in Kazakhstan*, 2003, Vol. 1, P. 28-34.
- [16] Kozhabayeva G.E., Childebaev M.K., Temreshev I.I. Effect of insecticides konfidor extra, w.d.g. and mospilan 20 %, s.p. on non-target terrestrial arthropods fauna. *Bulletin of the Kazakh National University. Biology Series*, 2014, Vol. 1/2 (60), P. 64-68.
- [17] Kozhabayeva G.E., Temreshev I.I., Childebaev M.K. Action of pesticides from neonicotinoid group on non-target arthropods indicator species. Plant protection for Ecological Sustainability of Agrobiocenosis. *Information bulletin of IOBC EPRS*, 2014, Vol. 46, P. 67-70.
- [18] Kozhabayeva G.E., Temreshev I.I., Childebaev M.K. The drugs bonus 40/120, s.p., and nomolt, 15 %, s.p., indicator species on non-target insects and arachnids. *Proceedings of the International Conference "Protection of plants and environmental sustainability agrobiocenoses", dedicated to the 100th anniversary of since the birth of Z.T. Dzhiembaeva*, Almaty, 2014, N 1/2 (60), P. 239-241.
- [19] Temreshev I.I., Childebaev M.K. Adds to the natural regulators of the Moroccan locust (*Locustotaurus maroccanus* Thunb.) In Kazakhstan. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Zoological research and hunting management in Kazakhstan and neighboring countries*, March 1-2, 2012, Almaty: Nur-Print, 2012, P. 251-253.
- [20] Directory of pesticides (insecticides), approved for use in the Republic of Kazakhstan. Almaty: Advertising agency «ANES», 2012, 204 p.

И. И. Темрешев<sup>1</sup>, В. Л. Казенас<sup>1</sup>, П. А. Есенбекова<sup>1</sup>, Г. Е. Қожабаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ҚР БҒМ ҒК РМК «Зоология институты», Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>ЖШС «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты», Алматы, Қазақстан

**ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЗИЯНДЫ ОБЫР ШЕГІРТКЕЛЕРДІҢ ҚҰРЛЫҚ БУЫНАЯҚТЫ ЭНТОМОФАГТАРЫНЫҢ МАҚСАТСЫЗ ФАУНАСЫНА БОНУС 40/120 с.к. ЖӘНЕ НОМОЛТ 15 % с.к. ИНСЕКТИЦИДТЕРІНІҢ ӘСЕРІ**

**Аннотация.** Мақалада Оңтүстік Қазақстандағы зиянды обыр шегірткелердің құрлық буынаяқты энтомофагтарының мақсатсыз фаунасына бонус 40/120 с.к. және номолт 15 % с.к. инсектицидтерінің әсерін зерттеген дала зерттеулерінің нәтижелері беріліп отыр. Зерттеу барысында шаян тәрізділер (Crustacea), өрмекші тәрізділер (Aranei) және жәндіктер (Insecta) кластарынан 17 отряд 79 тұқымдас жататын буынаяқтылардың 4844 данасы жиналды. Бонус пен номолт инсектицидтері құмырсқа мен қосқанаттылар сияқты энтомофагтар фаунасына кері әсері айтарлықтай емес, бірақ өрмекшілер мен басқа да өрмекші тәрізділерге, сонымен қатар алағүлік қоңыздар мен шекшектердің санын төмендетеді. Бүйілер, құршаяндар, өрмекшілер және басқа да энтомофагтар әртүрлі зиянды обыр шегірткелердің санын реттеуде маңызды рөл атқарады және қоректік тізбегінің басты элементі болып табылады, сондықтан химиялық өңдеулер жүргізген кезде осы факторды есепке алу керек. Бонус препараты номолтқа қарағанда экожүйеге едәуір көп әсер ететіні анықталды. Қазақстанның оңтүстігінде зиянды обыр шегірткелерге қарсы препараттарды таңдау кезінде хитин синтезінің ингибиторы сияқты препараттарға тоқталған жөн, өйткені олар энтомофагтарға қатты әсер бермейді.

**Түйін сөздер:** инсектицидтер, құрлық буынаяқтылар, энтомофагтар, мақсатсыз фаунасы, зиянды обыр шегірткелер, Оңтүстік Қазақстан.

**Сведения об авторах:**

Темрешев Избасар Исатаевич – старший научный сотрудник отдела энтомологии РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, temreshev76@mail.ru

Казенас Владимир Лонгинович – главный научный сотрудник отдела энтомологии РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, kazenas\_vl@mail.ru

Есенбекова Перизат Абдыкаировна – ведущий научный сотрудник отдела энтомологии РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, esenbekova\_periz@mail.ru

Қожабаева Гулнар Еркиновна – младший научный сотрудник группы защиты зерновых и зернобобовых культур ТОО «КазНИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева», luch.78@mail.ru

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 167 – 174

**N. E. Bekmakhanova, G. A. Mombekova, A. I. Seytbattalova**

RGE «Institute of Microbiology and Virology» SC MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: magnazko@mail.ru, aika.2006\_81@mail.ru

**SCREENING OF FUNGAL STRAINS  
FROM THE GENERA *TRICHODERMA* AND *MORTIERELLA*  
WITH THE GROWTH-STIMULATING ACTIVITY INDICATOR  
FOR PLANTS: OF PEAS, CHICKPEA, ALFALFA**

**Abstract.** This article presents the results of a study of growth-stimulating action strain - antagonists *Trichoderma viride* 22, *Trichoderma album* 23, *Trichoderma asperellum* 175, *Trichoderma asperellum* 1M and *Mortierella alpina*, isolated from light-brown soils of the Almaty region, the growth and development of legumes (chickpeas, peas) and fodder (alfalfa) crops. Sprouts seeds inoculated with 3% of the culture liquid 22 strains of *Trichoderma viride* and *Trichoderma asperellum* 1M, develop much faster than in the control, enhanced root branching. After treatment with arachidonic acid obtained from the fungus *Mortierella alpina*, in concentrations - 1.2 mg, 0.6 mg to 10 liters of water it is observed "Icarda" stimulating stem growth of chickpea variety 53.5 - 72.1%, root growth of alfalfa varieties "Kokoray" by 48.2%, peas 70% of the stem and root - by 50.5%. 5% - tion culture of the fungus *Mortierella alpina* fluid stimulated the growth of the roots of the pea variety "Ambrosia" is 3.5 times, and the stems up to 50%, while chickpea stimulate root growth of 86.8%, the stem 111%. All indicators obtained in the experiment are higher than in the control samples.

**Keywords:** microscopic fungi, growth-stimulating effect, legumes and fodder crops, arachidonic acid.

УДК 635.656:631.811.98:582.28:577.13

**Н. Е. Бекмаханова, Г. А. Момбекова, А. И. Сейтбатталова**

РГП «Институт микробиологии және вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Қазақстан

**СКРИНИНГ ШТАММОВ ГРИБОВ ИЗ РОДОВ *TRICHODERMA*  
И *MORTIERELLA* С РОСТСТИМУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТЬЮ  
ДЛЯ РАСТЕНИЙ: ГОРОХА, БОБОВ И ЛЮЦЕРНЫ**

**Аннотация.** Приводятся результаты исследования ростстимулирующего действия штаммов – антагонистов *Trichoderma viride* 22, *Trichoderma album* 23, *Trichoderma asperellum* 175, *Trichoderma asperellum* 1M и *Mortierella alpina*, выделенных из светло-каштановых почв Алматинской области, на рост и развитие бобовых (нут, горох) и кормовых (люцерна) культур. Проростки семян, инокулированных 3% культуральной жидкостью штаммов *Trichoderma viride* 22 и *Trichoderma asperellum* 1M, развиваются значительно быстрее, чем в контроле, усиливается ветвление корней. После обработки арахидоновой кислотой, полученной из гриба *Mortierella alpina*, в концентрациях – 1,2 мг, 0,6 мг на 10 л воды наблюдается стимулирование роста стебля нута сорта «Икарда» на 53,5 – 72,1%, роста корней люцерны сорта «Кокорай» на 48,2%, стебля гороха на 70%, а корня – на 50,5%. 5% - ная культуральная жидкость гриба *Mortierella alpina* стимулировала рост корней гороха сорта «Амброзия» в 3,5 раза, стеблей на 50%, а у нута стимулировала рост корня на 86,8%, стебеля на 111%. Все показатели, полученные в опыте, превышали аналогичные показатели контрольных образцов.

**Ключевые слова:** микроскопические грибы, ростстимулирующее действие, бобовые и кормовые культуры, арахидоновая кислота.

Возделывание зернобобовых и кормовых культур является приоритетным для Казахстана, однако почвы под посевами обеднены и нуждаются в постоянном пополнении питательных веществ для растений. Поэтому важной задачей является разработка специализированных средств защиты растений и регуляторов роста зернобобовых и кормовых агрокультур на основе экологически безопасных микроорганизмов – продуцентов многофункциональных биологически активных веществ.

Ряд исследователей сообщают о важной роли грибов в ризосфере и их способности улучшать рост и продуктивность сельскохозяйственных растений. Грибы в процессе жизнедеятельности выделяют ростовые вещества, такие как ауксины, цитокины, абсцизовую, салициловую, жасмоновую, арахидоновую кислоты, гиббереллины, пиколины и витамины [1-4].

Так, цитокины – группа фитогормонов, производных азотистого основания пурина, необходимы для деления клеток, роста и дифференцировки растений. Цитокины обладают многообразным физиологическим действием и жизненно важны для роста и развития растений. Совместно с ауксинами и другими фитогормонами они активируют деление клеток, стимулируют развитие боковых побегов (снятие апикального доминирования), в культуре клеток способствуют клеточной дифференцировке и формированию побегов. Цитокины усиливают способность клеток притягивать питательные вещества (аттрагирующий эффект) и задерживают старение листьев многих растений. В то же время ауксины необходимы для деления и растяжения клеток, для формирования проводящих пучков и корней, способствуют разрастанию околоплодника. Ауксины обуславливают явление апикального доминирования, тормозящего рост пазушных почек. Ауксины, как и цитокины, усиливают аттрагирующее действие органов и тканей и во многих случаях задерживают их старение.

Регуляторы роста и развития позволяют использовать продуктивный потенциал растений, при этом они не обладают фитотоксичностью и характеризуются высокой физиологической активностью, в малых дозах изменяют интенсивность метаболических процессов, усиливают иммунитет растений [5-7].

Распространенные в почве грибы рода *Trichoderma* – перспективный источник биологически активных соединений. Микромицеты выделяют факторы роста (ауксины, цитокинины, этилен), органические кислоты, внутриклеточные аминокислоты, витамины и антибиотические вещества, которые непосредственно включаются в метаболизм растительного организма [8, 9].

В ризосфере растения экзометаболиты грибов рода *Trichoderma* активизируют ферменты: инвертазу, каталазу, амилазу, уреазу, увеличивают интенсивность окислительно-восстановительных процессов, фотосинтез, поглощение питательных элементов корневой системой, стимулируют рост и развитие проростков [10].

Как известно из литературы, все низкомолекулярные вещества способны стимулировать также иммунный потенциал растений, по механизму действия они делятся на пять типов [11]:

1. Повышающие устойчивость клеточных стенок растений к атаке патогена за счет накопления в инфицированных тканях кремния и лигнина;
2. Активирующие фенольный метаболизм;
3. Индуцирующие синтез фитоалексинов и липидных соединений;
4. Проводящие к сенсibilизации растений, т.е. подготавливающие их к атаке патогенов;
5. Усиливающие чувствительность клеток гриба к внешним воздействиям со стороны растений.

К таким соединениям относится арахидоновая кислота, которую продуцируют в основном грибы рода *Mortierella*. Арахидоновая кислота используется в современных технологиях выращивания сельскохозяйственных растений в качестве эффективного индуктора системной устойчивости растений к различного рода деструктивным воздействиям (грибковым, бактериальным и вирусным патогенам, водному и температурному стрессу, механическим поражениям), а также ростстимулирующего и ростформирующего средства [12-14].

Цель работы заключалась в исследовании ростстимулирующих свойств, выделенных грибов родов *Trichoderma* и *Mortierella* – продуцента арахидоновой кислоты, на бобовых и кормовых культурах.

## Материалы и методы

Объектом исследований являлись штаммы грибов рода *Trichoderma*, выделенных из ризосферы зернобобовых культур в КХ «Галым» Саркандского района Алматинской области, и люцерны, произрастающей в КХ «Алмалыбак» Карасайского района.

Для изучения ростстимулирующего действия штаммы – антагонисты *Trichoderma viride* 22, *Trichoderma album* 23, *Trichoderma asperellum* 175, *Trichoderma asperellum* 1M выращивали в жидком сусле, а *Mortierella sp.* на среде с овсяными мукой в колбах на орбитальном шейкере (ИКА, Германия) в течение 10-11 суток при 28 °С и 220 об/мин. Состав питательной среды для гриба *Mortierella sp.* (г/л): шрот – 60,0, овсяная мука – 60,0, глицерин – 10,0, ZnSO<sub>4</sub> – 0,1, минеральный фон среда Чапека.

В исследованиях использовали семена нута сорта «Икарда», гороха сорта «Амброзия» и люцерны сорта «Кокорай».

В 1-ом опыте замачивали на 2 часа семена растений в отфильтрованной культуральной жидкости штаммов *Trichoderma* 22, 23, 175, 1M, содержащих различные биологически активные вещества, используя следующие концентрации: 50% и 3%.

Во 2-ом опыте определяли ростстимулирующую активность арахидоновой кислоты, основного биологически активного компонента липидной природы, продуцируемого грибом *Mortierella sp.* Семена трех культур (нут, горох, люцерна) обрабатывались тремя концентрациями арахидоновой кислоты: 1,2 мг, 0,6 мг и 0,3 мг, разведенных в 10 л дистиллированной воды.

Рабочий раствор арахидоновой кислоты (АК) препарата содержал 0,3-0,5 мг. Смеси полиненасыщенных жирных кислот с содержанием АК 40-45%.

В 3-м опыте определяли ростстимулирующую активность 11-ти суточной культуральной жидкости гриба *Mortierella sp.*, разведенной дистиллированной водой до 5% и 10% концентрации.

Испытания ростстимулирующего действия штаммов *Trichoderma* 22, 23, 175, 1M и *Mortierella sp.* проводили сначала в термостате при температуре 25 °С путем проращивания семян в чашках Петри на среде Ковровцева и в контейнерах с простерилизованной почвой. Через двое суток проросшие семена переносили под непрерывное освещение ещё на 7 суток роста. В качестве контроля использовали дистиллированную воду.

Влияние фильтратов культуральной жидкости грибов и арахидоновой кислоты на рост и развитие растений определяли по всхожести семян, высоте стебля, длине и объему корневой системы. Всхожесть, биометрические показатели и массу проростков измеряли на 7-е сутки.

Все исследования проводили в трех повторностях. Для математической обработки результатов использовали стандартные методы нахождения средних значений и их средних ошибок [15].

## Результаты исследования и их обсуждение

Изучение ростстимулирующей активности грибов рода *Trichoderma* проводили двумя способами.

В опыте, где семена проращивались в почве, были получены следующие результаты: горох сортов «Амброзия» и «Орегон» не проросли, так как для них 50% культуральная жидкость грибов рода *Trichoderma* (штаммы 22, 175, 30, 1M) оказалась токсичной. Для нута сорта «Икарда» культуральная жидкость грибов рода *Trichoderma* (штаммы 175 и 30) такой же концентрации (50%) также оказалась токсичной. Однако для семян нута, обработанных штаммами *Trichoderma viride* 22 и *Trichoderma asperellum* 1M, 50% концентрация была уже не токсичной, наблюдался рост проростков. В конце опыта было отмечено, что штамм *Trichoderma asperellum* 1M был менее токсичен для корней и стеблей нута, чем штамм *Trichoderma album* 23. Действие 50%- ной культуральной жидкости грибов рода *Trichoderma* (175, 1M, 23 и 22) не было токсичным для прорастания семян люцерны (таблица 1).

Обработка семян 3% раствором культуральной жидкости грибов рода *Trichoderma* показала, что для люцерны наибольшей стимулирующей активностью обладают грибы *Trichoderma viride* 22, *Trichoderma album* 23. Штамм *Trichoderma asperellum* 175 стимулировал только рост корней (таблица 2). Наибольшая стимулирующая активность была обнаружена у гороха сорта «Амброзия»

Таблица 1 – Показатели ростстимулирующей активности 50%-ной культуральной жидкости грибов рода *Trichoderma*

Культура	Наименование штамма	Подсчет лабораторной всхожести семян		Длина, см	
		шт	%	корни	стебли
Люцерна «Жокорай»	Контроль	19	95	1,6±0,1	4,3±0,2
	<i>Trichoderma viride</i> 22	20	100	1,8±0,1	5,4±0,2
	<i>Trichoderma asperellum</i> 175	11	55	1,8±0,1	3,1±0,2
	<i>Trichoderma asperellum</i> 1M	15	75	1,6±0,1	4,2±0,2
	<i>Trichoderma album</i> 23	13	65	1,9±0,1	5,1±0,2

Таблица 2 – Показатели ростстимулирующей активности 3%-ной культуральной жидкости грибов рода *Trichoderma*

Культура	Наименование штамма	Количество проросших семян		Длина, см	
		шт	%	корень	стебель
Нут «Икарда»	Контроль	19	95	10,0±0,4	12,9±0,8
	<i>Trichoderma viride</i> 22	20	100	11,7±0,8	17,2±1,0
	<i>Trichoderma album</i> 23	19	95	8,0±0,9	8,1±1,4
	<i>Trichoderma asperellum</i> 1M	17	85	6,3±0,5	21,6±1,2
	<i>Trichoderma asperellum</i> 175	19	95	6,4±0,9	15,7±1,2
Люцерна «Жокорай»	Контроль	20	100	3,7±0,2	3,7±0,2
	<i>Trichoderma viride</i> 22	20	100	4,0±0,1	3,9±0,1
	<i>Trichoderma album</i> 23	20	100	4,1±0,2	4,3±0,1
	<i>Trichoderma asperellum</i> 1M	20	100	3,6±0,1	3,3±0,1
	<i>Trichoderma asperellum</i> 175	20	100	3,9±0,2	2,7±0,2
Горох «Амброзия»	Контроль	13	65	4,1±0,1	3,9±0,2
	<i>Trichoderma viride</i> 22	15	75	5,3±0,1	5,4±0,1
	<i>Trichoderma album</i> 23	16	80	4,6±0,1	6,4±0,2
	<i>Trichoderma asperellum</i> 1M	14	70	3,3±0,5	5,8±1,0

при обработке 3% культуральной жидкостью штаммов *Trichoderma*: 22, 23, 1M. Эти штаммы стимулировали как рост корней, так и стебля гороха (таблица 2).

При обработке семян нута, гороха и люцерны разными концентрациями арахидоновой кислоты (АК) все семена через 24 часа увеличились в объеме и проклюнулись.

После обработки арахидоновой кислотой 1,2 мг, 0,6 мг, полученной из гриба *Mortierella sp.*, наблюдалось стимулирование роста стебля нута (таблица 3).

Из данных таблицы 3 видно, что применение АК (1,2 мг, 0,6 мг, 0,3 мг) вызывает снижение роста корня нута сорт «Икарда» на 4,3-6,8 см, но наблюдается увеличение длины стебля (1,2 мг, 0,6 мг) на 1,8-2,2 см. В варианте с люцерной при всех испытанных концентрациях АК обнаружен ростстимулирующий эффект: рост корня на 48,2%. У гороха при применении АК (1,2 мг и 0,6) мг наблюдается увеличение длины корня на 50,5% и стебля на 70%.

Результаты испытания влияния культуральной жидкости *Mortierella alpina* на нут, горох и люцерну показали, что все испытуемые растения увеличивают длину корня и стебля при обработке 5%-ной и 10%-ной культуральной жидкостью (таблица 4).

Наиболее отзывчивым на ростстимулирующие вещества из культуральной жидкости гриба *Mortierella alpina* оказался горох сорта «Амброзия», обработанный 5%-ной культуральной жидкостью. Эта концентрация стимулировала рост корней более чем в 3 раза а стеблей на 50%. 10%-ная концентрация культуральной жидкости гриба *Mortierella alpina* стимулировала на 44% прирост стебля и на 85,7% рост корня. Для гороха сорта «Амброзия» лучшей для обработки семян оказалась 5%-ная концентрация культуральной жидкости.

Таблица 3 – Показатели ростстимулирующей активности арахидоновой кислоты (семена нута, люцерны и гороха)

Культура	Варианты	Количество проросших семян		Длина, см	
		шт	%	корень	стебель
Нут «Икарда»	Контроль	20	100	11,4±0,4	4,3±0,4
	Арахидоновая кислота -1,2 мг	20	100	7,1±0,6	7,4±0,6
	Арахидоновая кислота -0,6 мг	20	100	8,4±0,6	6,5±0,7
	Арахидоновая кислота -0,3 мг	10	100	6,6±0,3	3,6±0,2
Люцерна «Кокорай»	Контроль	20	100	2,9±0,1	3,0±0,1
	Арахидоновая кислота -1,2 мг	20	100	3,7±0,2	3,5±0,1
	Арахидоновая кислота -0,6 мг	20	100	4,3±0,2	3,9±0,1
	Арахидоновая кислота -0,3 мг	20	100	3,1±0,1	3,9±0,1
Горох «Амброзия»	Контроль	17	85	6,4±0,2	5,0±0,1
	Арахидоновая кислота -1,2 мг	17	85	8,2±0,1	8,5±0,2
	Арахидоновая кислота -0,6 мг	17	85	7,1±0,1	5,2±0,1
	Арахидоновая кислота -0,3 мг	15	75	6,2±0,2	4,2±0,1

У нута сорта «Икарда» при обработке 5%-ной культуральной жидкостью гриба *Mortierella alpina* рост стебля и корня был на уровне контроля, а 10%-ная концентрация культуральной жидкости гриба стимулировала рост стебля на 111% и на 86,8% рост корня.

Таблица 4 – Показатели ростстимулирующей активности культуральной жидкости гриба *Mortierella alpina*

Культура	Наименование штамма	Количество		Длина, см	
		всход, шт	вырос-х растен, %	корень	стебель
Нут «Икарда»	Контроль	10	100%	7,6±0,1	12,1±0,2
	<i>Mortierella alpina</i> 5%	10	100%	7,1±0,1	12,8±0,2
	<i>Mortierella alpina</i> 10%	10	100%	14,2±0,1	25,5±0,2
Горох «Амброзия»	Контроль	5	50%	2,1±0,1	10,0±0,1
	<i>Mortierella alpina</i> 5%	10	100%	7,2±0,1	14,6±0,1
	<i>Mortierella alpina</i> 10%	10	100%	3,9±0,1	14,4±0,1
Люцерна «Кокорай»	Контроль	20	100%	3,0±0,1	2,7±0,1
	<i>Mortierella alpina</i> 5%	20	100%	4,8±0,1	3,8±0,1
	<i>Mortierella alpina</i> 10%	20	100%	73,3±0,1	51,8±0,1

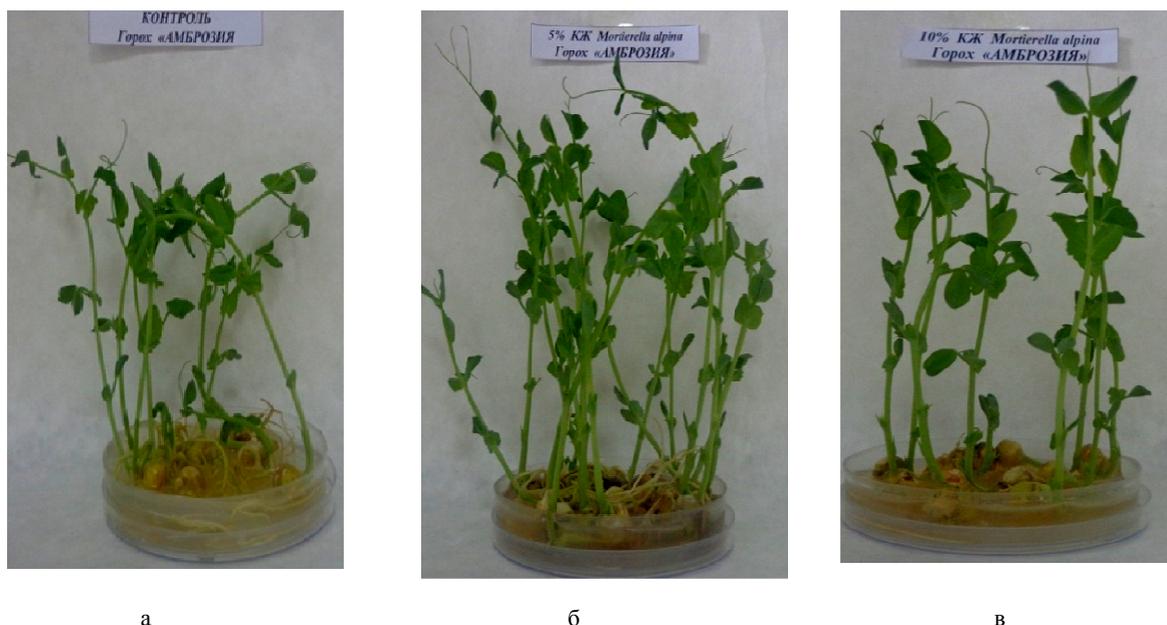


Рисунок 1 – Ростстимулирующая активность культуральной жидкости гриба *Mortierella alpina* (проростки гороха): а – контроль; б – 5% КЖ. *M. alpina*; в – 10% КЖ. *M. Alpina*

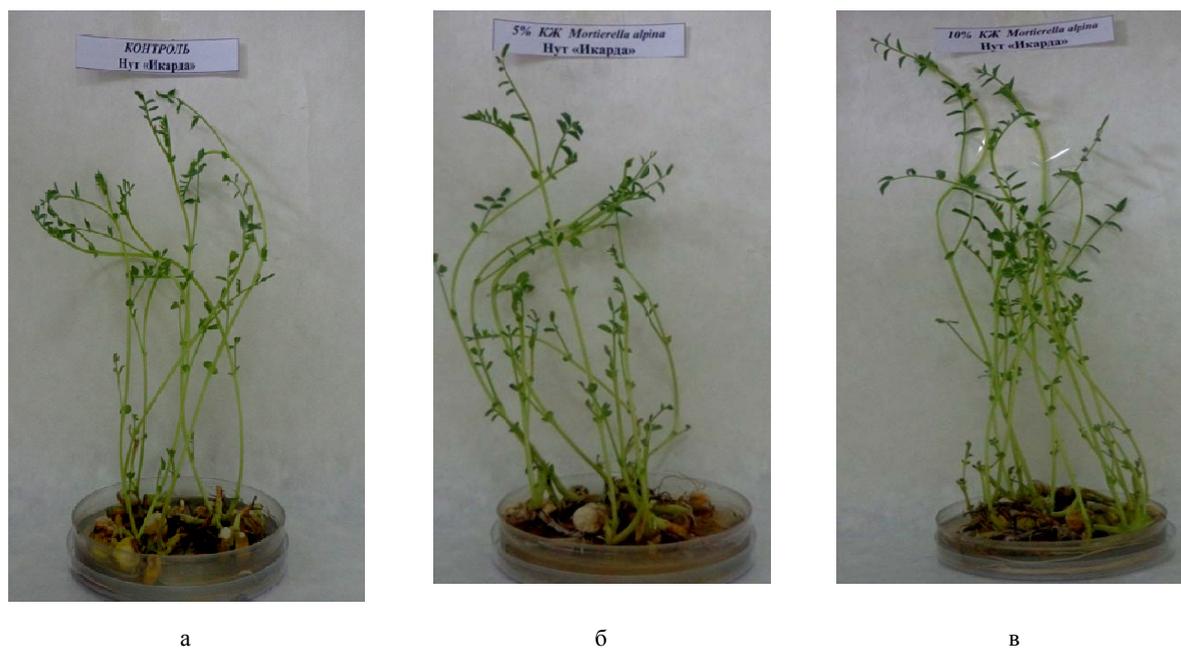


Рисунок 2 – Ростстимулирующая активность культуральной жидкости гриба *Mortierella alpina* (проростки нута): а – контроль; б – 5% КЖ. *M. alpina*; в – 10% КЖ. *M. alpina*

Рост корня люцерны стимулировался в длину на 73,3% при обработке 10%-ной концентрацией культуральной жидкости *Mortierella alpina*, а длина стебля увеличилась на 52%. Длина корня, обработанного 5%-ной концентрацией, увеличивалась на 60%, а длина стебля находилась на уровне 41% (таблица 4).

Все три испытуемые сельскохозяйственные культуры по разному реагируют на действие ростовых веществ, продуцируемых грибами *Mortierella alpina*, *Trichoderma viride* и *Trichoderma asperellum*.

Таким образом, было установлено, что биологически активные вещества, продуцируемые различными видами грибов рода *Trichoderma*, выделенные из Алматинской области, в определенной концентрации стимулируют всхожесть семян, рост и развитие проростков гороха, бобов, люцерны и повышают их устойчивость к болезням. Наибольшей ростстимулирующей активностью обладала 3%-ная культуральная жидкость грибов *Trichoderma viride* 22 и *Trichoderma album* 23. Арахидоновая кислота (1,2 мг, 0,6 мг), полученная из гриба *Mortierella alpina* стимулировала рост стебля нута на 72%, а у гороха и люцерны рост стебля на 30-35% и корня 48,2-70%. Культуральная жидкость гриба *Mortierella alpina* 5% и 10%-ной концентрации также обладала ростстимулирующей активностью. У гороха сорта «Амброзия» 5%-ная культуральная жидкость гриба *Mortierella alpina* стимулировала рост корней более чем в 3,5 раза, а стеблей на 50%. А 10%-ная концентрация культуральной жидкости гриба *Mortierella alpina* стимулировала рост корня на 85,7% и стебля гороха на 47%. 10%-ная концентрация культуральной жидкости гриба *Mortierella alpina* стимулировала рост корня нута на 86,8%, стебля на 111%, а люцерны рост корня – на 73,7%, стебля на 51,8%. Наибольшая стимуляция роста стебля наблюдается при обработке нута 10%-ной концентрацией культуральной жидкости гриба *Mortierella alpina*.

Препараты на основе культуральной жидкости грибов рода *Trichoderma* и *Mortierella* могут быть использованы в растениеводстве для увеличения продуктивного потенциала растений и получения экологически чистой продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алимова Ф.К. Некоторые вопросы применения препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* в сельском хозяйстве // АГРО XXI научно-практический журнал. – 2006. – № 4-6. – С. 18-21.
- [2] Reino J.L. and et. al. Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma* // Phytchem. Rev. – 2008. – Vol. 7. – P. 89-123.
- [3] Штерншис М.В. Тенденции развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2012. – № 2(18). – С. 92-100.
- [4] Гнеушева И.А., Павловская А.Е., Яковлева И.В. Биологическая активность грибов рода *Trichoderma* и их промышленное применение // Вестник Орел ГАУ. – 2013. – № 1. – С. 17-21.
- [5] Павловская Н.Е., Гнеушева И.А., Солохина И.Ю., Яковлева И.В. Влияние вторичных метаболитов грибов рода *Trichoderma* на посевные качества семян гороха // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 3. – С. 114-116.
- [6] Треножникова Л.П., Галимбаева Р.Ш., Ултанбекова Г.Д., Балгимбаева А.С. Ростстимулирующие свойства *Streptomyces spp.* К-37 в разных экологических условиях // Матер. Международ. научно-практ. конф. «Вклад микробиологии и вирусологии в современную биоиндустрию». – Алматы, 2016. – С. 150-153.
- [7] Хамидова Х.М., Зухритдинова Н.Ю., Ташпулатов Ж. Ростстимулирующая активность микроорганизмов // 4-Московский международ. конгресс «Биотехнология: состояние и перспективы развития». – М., 2007. – С. 342.
- [8] Саданов А.К., Бекмаханова Н.Е., Шемшюра О.Н. Микроорганизмы и продукты их метаболизма для защиты сельскохозяйственных растений. – Алматы, 2013. – С. 209.
- [9] Садыкова В.С., Тромовых Т.И., Сидаков А.М., Бондарь П.Н. Оценка ростстимулирующей активности штаммов грибов рода *Trichoderma* на каллусах злаков // Вестник Академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 2. – С. 44-45.
- [10] Сахибгареев А.А. Гарипова Г.Н. Использование экологически безопасных препаратов на посевах гороха в Башкортостане // Вестник Российской академии сельскохозяйств. наук. – 2012. – № 2. – С. 65-67.
- [11] Логипов О.Н., Силищев Н.Н. Микробиологические препараты в экологически безопасных технологиях // 8-й Междун. семинар – презентация инновационных научно-технических проектов «Биотехнология - 2005». Матер. научно-практ. конф. – Пушино, 2005. – С. 45-46.
- [12] Dyal S.D., Narine S.S. Implication for the use of *Mortierella* fungi in the industrial production of essential fatty acids // Food Res. Intern. – 2005. – Vol. 38, N 4. – P. 445-467.
- [13] Дедюхина Э.Г., Чистякова Т.И., Вайнштейн М.Б. Биосинтез арахидоновой кислоты микромицетами // Прикл. биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47, № 2. – С. 125-134.
- [14] Петухова Н.И., Ландер О.В., Щербакова Д.В., Зорин В.В. Стимуляция роста и антистрессовой устойчивости растений с помощью производных полиненасыщенных липидов гриба *Mortierella alpina* ГР-1 // Башкирский химический журнал. – 2013. – Т. 20, № 1. – С. 75-78.
- [15] Резник К.А. Элементы математической обработки результатов измерений «Технологических анализов». – М.: Агропромиздат, 1986. – 46 с.

#### REFERENCES

- [1] Alimova F.K. Nekotorye voprosy primeneniya preparatov na osnove gribov roda *Trichoderma* v sel'skom hozyajstve // АГРО НКНІ научно-практический журнал. 2006. N 4-6. P. 18-21.
- [2] Reino J.L. and et. al. Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma* // Phytchem. Rev. 2008. Vol. 7. P. 89-123.

- [3] Shternshis M.V. Tendencii razvitiya biotekhnologii mikrobnih sredstv zashchity rastenij v Rossii // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 2012. N 2(18). P. 92-100.
- [4] Gneusheva I.A., Pavlovskaya A.E., Yakovleva I.V. Biologicheskaya aktivnost' gribov roda Trichoderma i ih promyshlennoe primeneniya // Vestnik Orel GAU. 2013. N 1. P. 17-21.
- [5] Pavlovskaya N.E., Gneusheva I.A., Solohina I.YU., Yakovleva I.V. Vliyanie vtorichnyh metabolitov gribov roda Trichoderma na posevnye kachestva semyan goroha // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2012. N 3. P. 114-116.
- [6] Trenozhnikova L.P., Galimbaeva R.SH., Ultanbekova G.D., Balgimbaeva A.S. Roststimuliruyushchie svoystva Streptomyces spp. K-37 v raznyh ehkologicheskikh usloviyah // Mater. Mezhdunarod. nauchno-prakt. konf. «Vklad mikrobiologii i virusologii v sovremennuyu bioindustriyu». Almaty, 2016. P. 150-153.
- [7] Hamidova H.M., Zuhritdinova N.YU., Tashpulatov ZH. Roststimuliruyushchaya aktivnost' mikroorganizmov // 4-Moskovskij mezhdunarod. kongress «Biotekhnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya». M., 2007. P. 342.
- [8] Sadanov A.K., Bekmahanova N.E., SHemshura O.N. Mikroorganizmy i produkty ih metabolizma dlya zashchity sel'skohozyajstvennyh rastenij. Almaty, 2013. P. 209.
- [9] Sadykova V.S., Tromoviyh T.I., Sidakov A.M., Bondar' P.N. Ocenka roststimuliruyushchej aktivnosti shtammov gribov roda Trichoderma na kallusah zlakov // Vestnik Akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. 2012. N 2. P. 44-45.
- [10] Sahibigareev A.A., Garipova G.N. Ispol'zovanie ehkologicheski bezopasnyh preparatov na posevah goroha v Bashkorstane // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skhoz. nauk. 2012. N 2. P. 65-67.
- [11] Logipov O.N., Silishchev N.N. Mikrobiologicheskie preparaty v ehkologicheski bezopasnyh tekhnologiyah // 8-j Mezhdun. seminar – prezentaciya innovacionnyh nauchno-tekhnicheskikh proektov «Biotekhnologiya - 2005». Mater. nauchno-prakt. konf. Pushchino, 2005. P. 45-46.
- [12] Dyal S.D., Narine S.S. Implication for the use of *Mortierella* fungi in the industrial production of essential fatty acids. Food Res. Intern. 2005. Vol. 38, N 4. P. 445-467.
- [13] Dedyuhina E.H.G., Chistyakova T.I., Vajnshtejn M.B. Biosintez arahidonovoj kisloty mikromicetami // Prikl. biomiya i mikrobiologiya. 2011. Vol. 47, N 2. P. 125-134.
- [14] Petuhova N.I., Lander O.V., Shcherbakova D.V., Zorin V.V. Stimulyaciya rosta i antistressovoj ustojchivosti rastenij s pomoshch'yu proizvodnyh polinenasyschennyh lipidov griba *Mortierella alpina* GR-1 // Bashkirskij himicheskij zhurnal. 2013. Vol. 20, N 1. P. 75-78.
- [15] Reznik K.A. Elementy matematicheskoy obrabotki rezul'tatov izmerenij «Tekhnologicheskikh analizov». M.: Agropromizdat, 1986. 46 p.

**Н. Е. Бекмаханова, Г. А. Момбекова, А. И. Сейтбатталова**

ҚР БЖҒМ ҒК «Микробиология және вирусология институты» РМК, Алматы, Қазақстан

**TRICHODERMA ЖӘНЕ MORTIERELLA САҢЫРАУҚҰЛАҚТАР УЫСЫНАН АСБҰРШАҚ,  
НОҚАТ, ЖОҢЫШҚА ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ӨСУ БЕЛСЕНДІЛІГІН  
ЫНТАЛАНДЫРАТЫН ШТАММДАРДЫ ІРІКТЕУ**

**Аннотация.** Мақалада Алматы облысының ашық-қоңыр түсті топырағынан бөлінген *Trichoderma viride* 22, *Trichoderma album* 23, *Trichoderma asperellum* 175, *Trichoderma asperellum* 1M және *Mortierella alpina*, антагонист-штаммдардың өсу белсенділігін ынталандыратын әсері бұршақ (ноқат, асбұршақ) және мал азықтық (жоңышқа) дақылдарының өсуі мен дамуына жүргізілген зерттеу нәтижелері келтірілген. *Trichoderma viride* 22 және *Trichoderma asperellum* 1M штаммдарының 3% дақылдардың ерітіндісімен өңделген тұқым өскіндері, бақылаумен салыстырғанда өсуі анағұрлым жылдам болды және тамыр жүйесінің бұтақтануының артуы байқалды. *Mortierella alpina* саңырауқұлағынан алынған арахидон қышқылының – 1,2 мг, 0,6 мг концентрациясымен өңделгеннен кейін «Йкарда» ноқат сұрыпының сабағының жетілуі 53,5 – 72,1%-ға, «Көкорай» жоңышқа сұрыпының тамырының өсуі 48,2%-ға, асбұршақ сабағының өсуі 70%-ға, ал тамырының өсуі 50,5%-ға артқаны байқалды. *Mortierella alpina* саңырауқұлағының 5% дақылдық ерітіндісі «Амброзия» асбұршақ сұрыпының тамырының өсуі 3,5 есе, ал сабағының өсуін 50%, ноқат тамырының өсуін 86,8%, сабағының өсуі 111% арттырды. Тәжірибе барысында алынған барлық көрсеткіштері бақылау нұсқасының көрсеткіштерінен жоғары болды.

**Түйін сөздер:** микроскопиялық саңырауқұлақтар, өсуді ынталандырушы әсер, бұршақ тұқымдас және мал азықтық дақылдар, арахидон қышқылы.

**Сведения об авторах:**

Бекмаханова Н.Е. – главный научный сотрудник лаборатории защиты растений, РГП «Институт микробиологии және вирусологии» КН МОН РК;

Момбекова Г.А. – научный сотрудник лаборатории защиты растений, РГП «Институт микробиологии және вирусологии» КН МОН РК, magnazko@mail.ru

Сейтбатталова А.И. – старший научный сотрудник лаборатории защиты растений, РГП «Институт микробиологии және вирусологии» КН МОН РК, aika2006\_81@mail.ru

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 175 – 178

**M. O. Aubakirova, N. S. Ainabayeva**

Institute of Zoology, CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: moldir.aubakirova2290@gmail.com

**THE DIVERSITY OF ZOOPLANKTON OF THE COASTAL ZONE  
OF THE CASPIAN SEA AND DELTA CHANNELS OF ZHAIYK RIVER**

**Abstract.** Zooplankton of the coastal zone of the Caspian Sea and channels of Zhaiyk river «Rybokhodnyi», «Zaroslyi», «Primorskii» was investigated. 72 taxa were found, among them Rotifera showed the highest diversity of 42 taxons, Cladocera 14, Copepoda 10 and others (the facultative inhabitants of plankton) 6.

**Keywords:** zooplankton, Rotifera, Cladocera, Copepoda, the facultative inhabitants of plankton, delta channels, the Caspian sea.

УДК 591.524

**М. О. Аубакирова, Н. С. Айнабаева**

РГП на ПХВ «Институт зоологии» МОН КН РК, Алматы, Казахстан

**РАЗНООБРАЗИЕ ЗООПЛАНКТОНА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ  
КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАНАЛОВ Р. ЖАЙЫК**

**Аннотация.** Исследован зоопланктон прибрежной зоны Каспийского моря и дельтовых каналов реки Жайык «Рыбоходный», «Зарослый» и «Приморский». В зоопланктоне прибрежной зоны Каспийского моря и каналов р. Жайык было обнаружено 72 таксона. Среди них максимальным разнообразием 42 таксона – характеризовались коловратки. Веслоногих выявлено 14, ветвистоусых – 10 и факультативные обитатели планктона были представлены 6 таксонами.

**Ключевые слова:** зоопланктон, коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные, факультативные планктеры, дельтовые каналы, Каспийское море.

Исследован зоопланктон прибрежной зоны Каспийского моря и дельтовых каналов реки Жайык «Рыбоходный», «Зарослый» и «Приморский». В зоопланктоне прибрежной зоны Каспийского моря и каналов р. Жайык было обнаружено 72 таксона. Среди них максимальным разнообразием (42 таксона) характеризовались коловратки. Веслоногих выявлено 14, ветвистоусых – 10 и факультативные обитатели планктона были представлены 6 таксонами.

Исследования зоопланктона прибрежной зоны Каспийского моря и дельтовых каналов реки Жайык «Рыбоходный», «Зарослый» и «Приморский» проводили в начале сентября 2015 г. Отбор и обработка гидробиологических проб проведены общепринятыми методами [1]. Всего отобрано 12 проб зоопланктона. Использовали определители для соответствующих групп и отдельных родов [2-7].

В зоопланктоне прибрежной зоны Каспийского моря и каналов р. Жайык было обнаружено 72 таксона (таблица). Среди них максимальным разнообразием (42 таксона) характеризовались коловратки. Веслоногих выявлено 14, ветвистоусых – 10 таксонов. Факультативные обитатели планктона были представлены 6 таксонами: нематодами, мизидами, гаммаридами, личинками – полихет, олигохет, двустворчатых моллюсков.

Таксономический состав и частота встречаемости планктонных беспозвоночных  
в каналах р. Жайык и прибрежной зоне Каспийского моря, сентябрь 2015 г.

Название таксона	Водоёмы			
	1	2	3	4
<b>Rotifera – Колдовратки</b>				
<i>Bdelloida</i> gen.sp.	0	100	0	0
<i>Asplanchna brightwelli</i> Gosse	0	0	100	0
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	0	67	0	0
<i>Asplanchna priodonta helvetica</i> Imhof	0	33	0	0
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	100	100	100	0
<i>Brachionus angularis bidens</i> Plate	33	0	0	0
<i>Brachionus bennini</i> Leissling	67	0	0	0
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas	33	0	0	0
<i>Brachionus calyciflorus anuraeiformis</i> Brehm	0	33	33	0
<i>Brachionus calyciflorus amphiceros</i> Ehrenberg	0	0	33	0
<i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i> Pallas	0	33	33	0
<i>Brachionus calyciflorus dorcus</i> Gosse	33	67	67	0
<i>Brachionus calyciflorus spinosus</i> Wierzejski	67	100	33	0
<i>Brachionus nilsoni</i> Ahlmstrom	67	0	0	0
<i>Brachionus plicatilis</i> Muller	33	0	33	0
<i>Brachionus plicatilis rotundiformis</i> Tschugunoff	33	0	0	0
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann	0	0	33	0
<i>Brachionus quadridentatus ancylognathus</i> Schmarda	100	33	100	0
<i>Brachionus quadridentatus cluniorbicularis</i> Skorikov	0	0	100	0
<i>Brachionus urceus</i> (Linnaeus)	33	0	0	0
<i>Brachionus variabilis</i> Hempel	33	0	0	0
<i>Brachionus</i> sp.	0	33	0	0
<i>Conochilus dossuarius</i> (Hudson)	0	33	0	0
<i>Colurella subtilis</i> Althaus	33	0	0	0
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg)	0	100	0	0
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	33	0	0	0
<i>Keratella tropica</i> (Apstein)	33	0	0	0
<i>Keratella tropica reducta</i> Fadeew	33	100	100	0
<i>Lecane</i> (s.str.) <i>luna</i> (Muller)	67	0	0	0
<i>Lecane</i> (s.str.) <i>plesia</i> Myers	33	0	0	0
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg)	67	0	0	0
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	0	0	33	0
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	33	0	0	0
<i>Polyarthra</i> sp.	33	67	67	0
<i>Synchaeta littoralis</i> Rousselet	0	0	33	0
<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski	0	0	33	0
<i>Synchaeta vorax</i> Rousselet	33	0	0	0
<i>Synchaeta</i> sp.	0	33	67	0
<i>Trichocerca</i> ( <i>Diurella</i> ) <i>heterodactyla</i> (Tschugunoff)	0	33	0	0
<i>Trichocerca</i> ( <i>Diurella</i> ) <i>rutneri</i> Donner	33	0	0	0
<i>Trichotria truncata</i> (Whitel.)	0	0	33	0
<i>Testudinella patina</i> Hermann	33	0	0	0
<b>Cladocera – Ветвистоусые</b>				
<i>Alona rectangula</i> Sars	67	0	67	0
<i>Bosmina</i> ( <i>Bosmina</i> ) <i>longirostris</i> (O.F. Muller)	0	33	33	0

<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> P.E. Muller	33	0	0	0
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.Muller)	33	0	0	0
<i>Moina brachiata</i> (Jurine)	100	0	0	0
<i>Moina micrura</i> Kurz	33	100	100	0
<i>Moina sp.</i>	0	0	33	0
<i>Oxyurella tenuicaudls</i> (Sars)	33	0	0	0
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.Muller)	67	0	0	0
<i>Scapholeberis sp.</i>	0	0	33	0
<b>Соперода – Веслоногие</b>				
<i>Acartia tonsa</i> Dana	67	33	100	100
<i>Calanipeda aquae-dulcis</i> Kritschagin	67	0	33	100
<i>Heterocope caspia</i> G.O. Sars	33	0	33	33
Haracticoida gen.sp.	67	0	0	33
<i>Ectinosoma concinnum</i> Akatova	67	33	0	0
<i>Nitocra typica</i> Boeck	67	0	0	0
Cyclopoida gen.sp.	0	100	100	0
<i>Acanthocyclops sp.</i>	67	0	0	0
<i>Halicyclops sarsi</i> Akatova	67	0	33	0
<i>Halicyclops sp.</i>	33	0	67	33
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	100	0	0	0
<i>Thermocyclops crassus</i> Fischer	33	0	0	0
<i>Thermocyclops taihokuensis</i> (Harada)	0	33	33	0
<i>Thermocyclops sp.</i>	0	33	0	33
<b>Факультативные планктеры</b>				
<i>Bivalvia</i> gen.sp.	0	100	0	0
Gammaridae gen.sp.	33	0	0	0
<b>Факультативные планктеры</b>				
<i>Oligochaeta</i> gen.sp.	33	0	33	0
<i>Mysidae</i> gen.sp.	0	0	33	100
<i>Nematoda</i> gen.sp.	67	0	0	0
<i>Hediste diversicolor</i> O.F.Müller	33	0	0	0
<b>Всего</b>	<b>46</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>7</b>
<i>Примечание:</i> 1 – канал Зарослый, 2 – канал Рыбоходный, 3 – канал Приморский, 4 – Каспийское море.				

В составе зоопланктона канала Зарослый выявлено 46 таксона, среди которых коловраток – 24, ветвистоусых – 7, веслоногих – 11, факультативных планктеров – 4. Повсеместно были распространены коловратки *Brachionus angularis*, *B. quadridentatus ancylognathus*, ветвистоусый рачок *Moina brachiata* и веслоногий рачок *Mesocyclops leuckarti*. На отдельных участках часто встречались коловратки *Brachionus bennini*, *B. calyciflorus spinosus*, *B. nilsoni*, *B. quadridentatus ancylognathus*, *Lecane (s.str.) luna*, *Mytilina ventralis*, ветвистоусые *Alona rectangula*, *Scapholeberis mucronata*, веслоногие *Acanthocyclops sp.*, *Halicyclops sarsi*, *Acartia tonsa*, *Calanipeda aquae-dulcis*, гарпактициды *Ectinosoma concinnum*, *Nitocra typica*, науплиальные и копеподитные стадии веслоногих *Calanoida* gen.sp., *Cyclopoida* gen.sp., *Haracticoida* gen.sp., а также факультативные обитатели толщи воды, планктонные личинки нематод *Nematoda* gen.sp.

В зоопланктоне канала Рыбоходный зарегистрировано 24 таксона, из которых коловраток – 16, ветвистоусых – 2, веслоногих – 5, факультативных обитателей толщи воды – 1. Широкое распространение имели коловратки *Bdelloida* gen.sp. *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus spinosus*, *Filinia longiseta*, *Keratella tropica reducta*, ветвистоусый рачок *Moina micrura*, веслоногие *Cyclopoida* gen.sp. и факультативные планктеры *Bivalvia* gen.sp.

Зоопланктон канала Приморский был представлен 32 таксонами, из которых коловраток – 18, ветвистоусых – 5, веслоногих – 7, факультативных планктеров – 2. Чаще всего встречались коловратки *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis*, *B. quadridentatus ancylognathus*, *B. quadridentatus*

*cluniorbicularis*, *Keratella tropica reducta*, ветвистоусый рачок *Moina micrura*, веслоногий рачок *Acartia tonsa*, младшие копеподитные стадии веслоногих Cyclopoida gen.sp. Немного реже регистрировались коловратки *Brachionus calyciflorus dorcas*, *Polyarthra sp.*, *Synchaeta sp.*, ракообразные *Alona rectangula*, и *Halicyclops sp.*

Животный планктон прибрежной зоны Каспийского моря характеризовался невысоким разнообразием. Всего выявлено 7 таксонов, относящихся к двум группам: веслоногие – 6, факультативные планктеры – 1. Широкое распространение имели веслоногие *Acartia tonsa*, *Calanipeda aquae-dulcis* и факультативный планктер мизиды *Mysidae* gen.sp.

Таким образом, в начале осени 2015 г. зоопланктон прибрежной зоны Каспийского моря и дельтовых каналов р. Жайык характеризовался высоким разнообразием. Наибольшее видовое разнообразие зоопланктона отмечено в канале Зарослый. Наименьшее число видов обнаружено в зоопланктоне Каспийского моря. В каналах Приморский и Рыбоходный планктонные беспозвоночные были представлены 24-32 таксонами. Прибрежная зона Каспийского моря отличалась отсутствием коловраток и ветвистоусых, тогда как в каналах основу видового разнообразия сообществ составляли представители данных групп. Повсеместно встречались лишь 5 видов: *Brachionus angularis*, *B. quadridentatus ancylognathus*, *Keratella tropica reducta*, *Moina micrura*, *Acartia tonsa*.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Винберг Г. Г., Лаврентьева Г. М. (под ред.). Зоопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 33 с.
- [2] Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. – М., Л.: Наука, 1964. – 328 с.
- [3] Боруцкий Е. В., Степанова Л. А., Кос М. С. Определитель Calanoida пресных вод. – СПб.: Наука, 1991. – 504 с.
- [4] Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Л., 1970. – 744 с.
- [5] Рылов В.М. Фауна СССР. Ракообразные. Cyclopoida пресных вод. – Т. 3. – Вып. 3. – М., Л.: АН СССР, 1948. – 320 с.
- [6] Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Вып. 2 / Под ред. С. Я. Цалолыхин. – СПб., 1995. – 628 с.
- [7] Orlova-Bienkowskaja M.Y. Cladocera: Anomopoda. Daphniidae: genus *Simocephalus*. – Leiden: Backhuys Publishers, 2001. – 130 p.

#### REFERENCES

- [1] Winberg G.G., Lavrenteva G.P. (ed.). Zooplankton and its products. Guidelines for the collection and processing of materials in hydrobiological studies in freshwater waterbodies. Leningrad: GosNIORKh, 1984. 33 p.
- [2] [2] Manuylova E.F. Fauna of Cladocera of the USSR. M., L.: Science, 1964. 328 p.
- [3] Borutsky E.V., Stepanova L.A., Koss M.S. Taxonomic Key of fresh waters Calanoida. SPb.: Science, 1991. 504 p.
- [4] Kutikova L.A. Fauna of Rotifera of the USSR. L., 1970. 744 p.
- [5] Rylov V.M. Fauna of the USSR. Crustacea. Cyclopoida of fresh waters. Vol. 3. Issue 3. M., L.: Academy of Sciences of the USSR, 1948. 320 p.
- [6] Tsalolihin S.Y. (ed.). Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. Vol. 2. SPb., 1995. 628 p.
- [7] Orlova-Bienkowskaja M.Y. Cladocera: Anomopoda. Daphniidae: genus *Simocephalus*. Leiden: Backhuys Publishers, 2001. 130 p.

М. О. Аубакирова, Н. С. Айнабаева

ҚР БҒМ ҒК «Зоология институты» ШЖҚ РМК, Алматы, Қазақстан

#### КАСПИЙ ТЕҢІЗІ ЖАҒАЛАУЫНЫҢ ЖӘНЕ ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІ КАНАЛДАРЫНЫҢ ЗООПЛАНКТОНЫНЫҢ АЛУАНТҮРЛІЛІГІ

**Аннотация.** Каспий теңізі жағалауы мен Жайық өзені «Рыбоходный», «Зарослый» және «Приморский» дельталық каналдарының зоопланктоны зерттелді. Каспий теңізі жағалауы мен Жайық өзені каналдары бойынша зоопланктонның 72 таксоны айқын болды. Олардың ішінде максималды алуантүрлілік көрсеткен (42 таксон) – коловраткалар болды. Ескекаяқтылар –14, бұтақмұртшалылар – 10 және планктондағы факультативтік мекендеушілер 6 таксонмен белгілі болды.

**Түйін сөздер:** зоопланктон, коловраткалар, бұтақмұртты және ескекаяқты шаянтәрізділер, факультативті планктон мекендеушілері, Каспий теңізі, дельталық каналдар.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 179 – 184

**A. M. Esimova, Sh. B. Tasybaeva, Z. K. Narymbaeva, D. E. Kudasova, M. D. Tulegen**

M. Auezov SKSU, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: Dariha\_uko@mail.ru

**EFFICIENCY OF SOUTH KAZAKHSTAN GEOTHERMAL WATER  
APPLICATION FOR COMPOUNDING OF NUTRIENT MEDIUM  
AT YEAST CULTIVATION**

**Abstract.** Geothermal underground water of Southern region are the new non-traditional renewed natural sources for use not only in the traditional purposes (medical preparations, heating of hotbeds and so on), but also for application in microbiological processes, for example, for preparation of nutrient mediums as underground water contains mineral and organic source of power and BAS.

Yeast cells are capable to synthesize all amino acids from inorganic nitrogenous compounds. However yeast can use only organic compounds as a carbon source, and they cannot synthesize some amino acid from sugar, but only from intermediate products of hexose breakdown which are formed at breath and fermentation. *Saccaromyces cerevisial* types of yeast, applied on ethanol plants digest two forms of nitrogen: ammoniac and nitrogen organic substances.

Nutrients come into a cell from external environment, at food deficiency yeast uses the reserve substances: glycogen, trehalose, lipids, nitrogen compounds.

At cultivation of yeast in ethanol plants in aerobic conditions the basic quantity of phosphorus necessary for them (till 80–90 %) is digested mainly in a fermentation initial stage. Therefore in young cells its quantity is approximately in 2 times more than in old cells.

**Keywords:** geothermal waters, microorganisms, biologically-active substances, *Saccaromyces cerevisial*, microbiological processes.

УДК 541.128

**А. М. Есимова, Ш. Б. Тасыбаева, З. К. Нарымбаева, Д. Е. Кудасова, М. Д. Тулеген**

ЮКГУ им. М. Ауезова, Шымкент, Казахстан

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОД  
ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ  
ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ДРОЖЖЕЙ**

**Аннотация.** Геотермальные воды подземных вод южного региона являются новыми нетрадиционными возобновляемыми природными источниками для использования не только в традиционных целях (лечебные препараты, подогрев парников и т.д.), но и для применения в микробиологических процессах, например, для приготовления питательных сред, так как в составе подземных вод содержатся минеральные и органические источники питания и БАВ.

Важное значение для развития дрожжевых клеток имеет содержание питательной среде азота. Дрожжевые клетки способны синтезировать все аминокислоты из неорганических азотистых соединений. Однако дрожжи могут использовать в качестве источника углерода лишь органические соединения, причем они не могут синтезировать аминокислоты не посредственно из сахара, а только из промежуточных продуктов распада гексоз, которые образуются при дыхании и брожении. Дрожжи вида *Saccaromyces cerevisial*, применяемые на спиртовых заводах, усваивают две формы азота: аммиачный и азоторганических веществ.

Питательные вещества поступают в клетку из внешней среды, при голодании дрожжи используют свои резервные вещества: гликоген, трегалозу, липиды, азотистые соединения.

При выращивании дрожжей на спиртовых заводах в аэробных условиях основное количество необходимого им фосфора (до 80–90%) усваивается главным образом в начальный период брожения. Поэтому в молодых, размножающихся клетках его примерно в 2 раза больше, чем в старых непочкующихся.

**Ключевые слова:** геотермальные воды, микроорганизмы, биологические активные вещества, *Saccharomyces cerevisial*, микробиологический процесс.

**Введение.** Современному обществу трудно представить свое существование без широкого использования продуктов, полученных с помощью микроорганизмов. Промышленное производство продуктов микробного синтеза представляет собой единую биотехнологическую систему, которая складывается из последовательных стадий и операций, количество и особенности которых зависят от вида производимой продукции. При этом важным фактором создания эффективной биотехнологической системы является подбор питательной среды, обеспечивающей потребности культуры микроорганизмов в химических компонентах, необходимых для оптимального биосинтеза целевого продукта [1].

Основной проблемой процесса производства этанола, в том числе из мелассы является высокая себестоимость за счет минеральных материалов, композиционных биологических стимуляторов и различных ферментных препаратов. Новая технология биосинтеза этанола является перспективной за счет использования в микробиологических процессах возобновляемых природных ресурсов – подземных вод. Установлено, что геотермальная вода в составе питательной среды является новым источником минерального и органического питания дрожжевых организмов [2-4].

Геотермальные воды подземных вод южного региона являются новыми нетрадиционными возобновляемыми природными источниками для использования не только в традиционных целях (лечебные препараты, подогрев парников и т.д.), но и для применения в микробиологических процессах, например, для приготовления питательных сред, так как в составе подземных вод содержатся минеральные и органические источники питания и БАВ [5].

**Методы исследования.** Исследованиями было установлено, что геотермальная вода, богатая минеральными и органическими соединениями, в составе питательной среды весьма благоприятна для роста и развития дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae*, способствует увеличению выхода биомассы, усилению активности ферментов, синтезу белка, резервных углеводов и других важных компонентов клетки. Наличие в геотермальной воде вышеуказанных веществ, необходимых для жизнедеятельности организмов, создает весьма благоприятные условия в среде культивирования для получения биомассы [6].

Для сбраживания сахаров, содержащихся в сусле в спиртовом производстве, применяют дрожжи вида *Saccharomuses cerevisial*.

На спиртовых заводах, перерабатывающих мелассу, применяют дрожжи, которые сбраживают сахарозу, глюкозу, фруктозу и частично раффинозу (расы Я, В, Ял, гибриды, Г-67, Г-105, Г-112).

В производственных средах присутствуют одновременно молодые, зрелые, почкующиеся, старые и отмершие клетки, из них наибольшей бродильной активностью обладают зрелые клетки.

Для питания дрожжей необходимо  $N_2O_6$ , азотистые вещества, минеральные соединения, в частности, фосфор.

Для нормального роста жизнедеятельности дрожжи нуждаются в витаминах и стимуляторах роста.

Важное значение для развития дрожжевых клеток имеет содержание питательной среде азота. Дрожжевые клетки способны синтезировать все аминокислоты из неорганических азотистых соединений. Однако дрожжи могут использовать в качестве источника углерода лишь органические соединения, при чем они не могут синтезировать аминокислоты не- посредственно из сахара, а только из промежуточных продуктов распада гексоз, которые образуются при дыхании и брожении. Дрожжи вида *Saccaromyces cerevisial*, применяемые на спиртовых заводах, усваивают две формы азота: аммиачный и азоторганических веществ.

Питательные вещества поступают в клетку из внешней среды, при голодании дрожжи используют свои резервные вещества: гликоген, трегалозу, липиды, азотистые соединения [7-10].

В состав углеродного питания дрожжей входят следующие содержащие углерод органические соединения: глюкоза, монноза, галактоза, фруктоза. Пентозы спиртовые дрожжи не усваивают.

В отсутствии гексоз источниками углерода могут быть глицерин, маннит, этиловый и другие спирты.

Дрожжи способны синтезировать все аминокислоты, входящие в состав их белков, непосредственно из неорганических азотистых соединений [11].

При выращивании дрожжей на спиртовых заводах в аэробных условиях основное количество необходимого им фосфора (до 80–90%) усваивается главным образом в начальный период брожения. Поэтому в молодых, размножающихся клетках его примерно в 2 раза больше, чем в старых непочкующихся.

Мелассное сусле бедно фосфором, поэтому для нормального развития дрожжей добавляется ортофосфорная кислота.

Способ сбраживания мелассного суслу при производстве спирта [12] предусматривает добавление в мелассу вспомогательных материалов, разбавление водой и брожение ее в непрерывном потоке при последовательном сведении двух рас дрожжей, первая из которых спиртовая, отличающийся тем, что с целью повышения выхода спирта и ускорения процесса в качестве второй расы дрожжей используют пивные дрожжи, которые вводят в сусле после сбраживания мелассы спиртовыми дрожжами до содержания сахаров 20–30 г/л, в процесс сбраживания среды 0,060–0,065 ч - 1.

Способ производства спирта из мелассы [13, 14], предусматривает приготовление из сахаросодержащего сырья суслу, подкисление его и обогащение питательными веществами, введение кислотного реагента, дрожжегенерирование и сбраживание суслу и перегонку бражки, отличающихся тем, что с целью повышения выхода спирта в качестве кислотного реагента используют кислотный экстракт – отход процесса денуклеинизации дрожжей в количестве 5–10% к объему мелассного суслу.

Поэтому целью данной работы являлось исследование влияния БАВ геотермальной воды на состав питательной среды на основе мелассы для культивирования спиртовых дрожжей и выход этилового спирта. После тщательного анализа имеющихся в области источников использовали геотермальные воды источника «Амангельды» Отрарского района Южно-Казахстанской области.

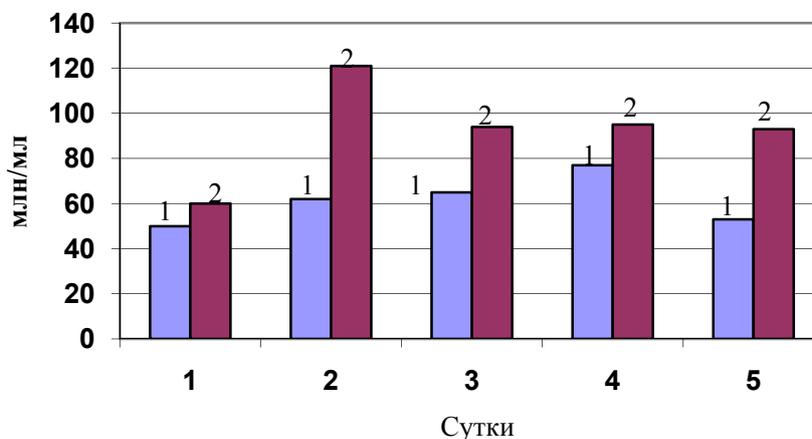
Критериями для отбора природной геотермальной воды служили отсутствие радиоактивности, свинца, ртути, лития и алюминия, а также степень минерализации и органолептические свойства. Вода источника «Амангельды» является сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатной натриевой и имеет следующий состав (г/л): аммоний – 0,0013; натрий – 1,62; калий – 0,0098; магний – 0,91; кальций – 0,012; железо – 0,001; марганец – 0,00004; фтор – 0,0015; хлор – 0,75; бром – 0,91; йод – 0,0009; сульфаты – 0,70; гидрокарбонаты – 1,12; борная кислота – 0,021, кремниевая кислота – 0,05. Вода содержит также органические компоненты, в том числе (мг/л): битум – 1,5 и гумусовые вещества – 9,2. По органолептическим показателям вода представляет собой бесцветную жидкость, без запаха, с привкусом мела. Углекислота в свободной форме присутствует в количестве 158,3 мг/л, сероводород не обнаружен.

Объектом исследования служили также дрожжи *S.cerevisiae* АН-30 из коллекции микроорганизмов лаборатории биотехнологии ЮКГУ им. М. Ауезова (Шымкент).

**Результаты исследования.** Для культивирования дрожжей использовали мелассные питательные среды с геотермальной водой и без нее. Процесс сбраживания осуществляли глубинным методом в периодическом режиме с циклом 48 ч в анаэробных условиях на лабораторной установке при температуре  $25 \pm 2$  °С. К мелассе добавляли разбавленную геотермальную воду с минерализацией 4,2–4,5 г/л с определенным качественным и количественным составом. Содержание углеводов составило около 19,0 г/100 см<sup>3</sup>. Стерильную питательную среду разливали по 1,10 л в сосуды вместимостью 2,5 л, затем засеивали вегетативной культурой дрожжей *S.cerevisiae* АН-30 в количестве 100 мл из дрожжевой суспензии последней стадии адаптации на мелассной среде с геотермальной водой. Процесс сбраживания на традиционной мелассной питательной среде осуществляли также, но с содержанием гидроортофосфата аммония 1,2 г/л, сернокислого аммония 4,0 г/л. Вегетативная культура из дрожжевой суспензии последней стадии адаптации на мелассной питательной среде содержала 55,9 млн/мл клеток. По окончании эксперимента дрожжи отделяли

от культуральной жидкости центрифугированием на лабораторной стационарной центрифуге. На всех этапах исследований осуществляли контроль за технологическими свойствами сброженного субстрата и морфологией дрожжевых клеток [15-17].

Накопление популяции дрожжей с интенсификацией углеводного обмена наблюдали на всех этапах процесса на питательной среде с использованием геотермальной воды (рисунок).



Динамика образования биомассы дрожжей *S.cerevisiae AH-30* при культивировании на традиционной питательной среде (1) и среде с геотермальной водой (2)

Исследование морфологических свойств дрожжевой культуры на стадии получения инокулята показали, что после 48 часовой ферментации в 1 мл опытной дрожжевой суспензии содержалось 120 млн/мл клеток, имеющих округлую (80%) и овальную (20%) форму с размерами от 4х6 до 6х8 мкм; мертвых клеток – 0,02%; почкующихся – 18%. При этом в контрольной суспензии было 61,1 млн/мл клеток в основном округлой (90%) и овально – округлой формы (10%); мертвых клеток – 0,04%; почкующихся – 15,6 %. Повышенная скорость метаболических процессов в клетках на среде с геотермальной водой приводит к тому, что фазы роста дрожжей *S.cerevisiae AH-30* протекают с опережением относительно контроля [18-20].

Наличие в геотермальной воде таких важных биологически активных веществ, необходимых для жизнедеятельности живых организмов, как K, Na, Mg, Ca, Fe, Mn, борная, кремниевая кислоты, органические вещества, являющиеся стимуляторами физиолого-биохимических процессов и активаторами мембранных перестроек в живой клетке, создает благоприятные условия для интенсификации спиртового брожения с образованием более высокого содержания этилового спирта. Различный биосинтез побочных продуктов в разных питательных средах может являться результатом регуляторных функций клетки. На мелассной питательной среде геотермальной воды, несмотря на повышенный выход спирта, синтезируется почти вдвое меньше примесных соединений в основном за счет снижения образования высших спиртов и альдегидов по сравнению с контрольным вариантом. Высшие спирты представлены в исследуемых образцах следующими компонентами: пропанол-1, пропанол-2, бутанол-1, бутанол-2, изобутанол, изоамилол, гексанол, которые сами по себе, и тем более присутствуя вместе, отрицательно влияют на конечный продукт.

Таким образом, использование геотермальной воды как биологически активного стимулятора в составе питательной среды позволяет не только интенсифицировать процесс брожения, но и улучшить качество целевого продукта.

**Выводы.** Установлено также, что чем больше размер клеток, тем интенсивнее осуществляется синтез этанола. Выявлена возможность изменения регуляции метаболизма дрожжей. Установлена интенсификация биосинтеза этанола в сброживаемой среде (на 28%) и снижение нежелательных примесных соединений (на 43%). Обнаружена большая степень чистоты сброженного продукта – сырья для производства высококачественного спирта – ректификата.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит. – СПб.: Изд-во Профессия, 2003. – 912 с.
- [2] Абрамов Ш.А., Халилова Э.А., Магадаева С.О. Новое в биотехнологии синтез этанола в сбраживаемой среде // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 12. – С. 51-54.
- [3] Абрамов Ш.А., Халилова Э.А. Геотермальные воды в биотехнологическом процессе получения хлебопекарных дрожжей // Вестник ДНЦ РАН. – 2002. – № 13. – С. 46-53.
- [4] Абрамов Ш.А. Новые технологии пищевых продуктов на основе использования геотермальных вод юга России // Юг России: экология, развитие. – 2008. – № 2. – С. 6-10.
- [5] Котенко С.Ц. Влияние условий спиртового брожения на содержание витаминов в дрожжах *S. cerevisiae* // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 7. – С. 54-57.
- [6] Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Эфендиева Д.А., Халилова Э.А., Исламмагомедова Э.А., Даунова С.М. Новая питательная среда для выращивания дрожжей // Прикл. биохимия и микробиология. – 1995. – Т. 31, № 2. – С. 232-233.
- [7] Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Рамазанов А.Ш., Исламова Ф.И. Содержание витаминов в дрожжах рода *Saccharomyces* в зависимости от состава питательной среды // Прикл. биохимия и микробиология. – 2003. – Т. 39, № 4. – С. 438-440.
- [8] Волкова Л.Д., Егоров Н.С., Яровенко В.Л. Влияние источника азотистого питания на рост дрожжей *Endomycopsis Fibuligera* штамма 21 и синтез ими глюкоамилазы // Прикл. биохимия и микробиология. – 1998. – Т. 14, № 2. – С. 200.
- [9] Патент № 1693053 Россия. Способ производства спирта из мелассы.
- [10] Халилова Э.А., Абрамов Ш.А. Свободные аминокислоты в биомассе и сушеных дрожжах *Saccharomyces cerevisiae* в зависимости от состава питательной среды // Прикл. биохимия и микробиология. – 2001. – Т. 37, № 5. – С. 578-581.
- [11] Зиновьева М. Е., Гамаюрова В. С. Влияние источника углерода и индукторов на рост и липолитическую активность дрожжей // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 7. – Т. 16.
- [12] Патент № 998503 Россия. Способ непрерывного сбраживания мелассного суслу при производстве спирта / Сотников В.А., Курамшин Р.А., Климчак Е.Б., Гамаюрова В.С., Дьяконский П.И., 1998.
- [13] Патент РФ № 1693053 Способ сбраживания мелассного суслу / В. В. Рудая, В. К. Янчевский, В. Н. Головченко, Л. В. Мальш и Е. К. Вовнянко, 1982.
- [14] Патент РФ № 2329302. Способ сбраживания мелассного суслу // Ш.А. Абрамов, Э.А., Халилова Б.И. // 2008. – № 20. – С. 167.
- [15] Яровенко В.А., Марченко В.А., Смирнов В.А. Технология спирта. – М.: Колос, 1990. – 464 с.
- [16] Мальченко А.А., Кришетул Ф.Б., Комплексная переработка мелассы на спирт и другие продукты. – Киев: Химия, 1993. – 220 с.
- [17] Яковлев В.И. Технология микробиологического синтеза. – Л.: Химия, 1987. – 272 с.
- [18] Графкина М.В., Михайлов В.Л., Иванов К.С. Экология и экологическая безопасность автомобиля: Учебник / М.В.Графкина, В.А. Михайлов, К.С.Иванов. – М.: ФОРУМ, 2009. – 320 с.
- [19] Тихомиров В.Г. Технология и организация пивоваренного и безалкогольного производств / В. Г. Тихомиров. – М.: Колос, 2007. – 461 с.
- [20] Меледина Т.В. Технологический подход к регулированию сенсорного профиля пива: в 2 ч / Т. В. Меледина, Е. Л. Лебедева // Индустрия напитков. – 2004. – Ч. 1. Высшие спирты. – № 4. – С. 10-14.

## REFERENCES

- [1] Kuncce V. Tehnologija soloda i piva / V. Kuncce, G. Mit. SPb.: Izd-vo Professija, 2003. – 912 p.
- [2] Abramov Sh.A., Halilova Je.A., Magadaeva S.O. Novye v biotehnologii sintez jetanola vybrazhivajemoj srede // Hranenie i pererabotka sel'hozsy'r'ja. 2006. N 12. P. 51-54.
- [3] Abramov Sh.A., Halilova Je.A. Geotermal'nye vody v biotehnologicheskom processe poluchenija hlebopekarnyh drozhzhej // Vestnik DNC RAN. 2002. № 13. P. 46-53.
- [4] Abramov Sh.A. Novye tehnologii pishhevych produktov na osnove ispol'zovanija geotermal'nyh vod juga Rossii // Jug Rossii: jekologija, razvitie. 2008. N 2. P. 6-10.
- [5] Kotenko S.C. Vlijanie uslovij spiritovogo brozhenija na sodержание vitaminov v drozhzhah *S. cerevisiae* // Hranenie i pererabotka sel'hozsy'r'ja. 2008. N 7. P. 54-57.
- [6] Abramov Sh.A., Kotenko S.C., Jefendieva D.A., Halilova Je.A., Islammagomedova Je.A., Daunova S.M. Novaja pitatel'naja sreda dlja vyrashhivaniya drozhzhej // Prikl. biohimija i mikrobiologija. 1995. Vol. 31, N 2. P. 232-233.
- [7] Abramov Sh.A., Kotenko S.C., Ramazanov A.Sh., Islamova F.I. Soderzhanie vitaminov v drozhzhah roda *Saccharomyces* v zavisimosti ot sostava pitatel'noj sredy // Prikl. biohimija i mikrobiologija. 2003. Vol. 39, N 4. P. 438-440.
- [8] Volkova L.D., Egorov N.S., Jarovenko V.L. Vlijanie istochnika azotistogo pitaniya na rost drozhzhej *Endomycopsis Fibuligera* shtamma 21 i sintez imi gljukoamilazy // Prikl. biohimija i mikrobiologija. 1998. Vol. 14, N 2. P. 200.
- [9] Patent № 1693053 Rossija. Sposob proizvodstva spirta iz melassy
- [10] Halilova Je.A., Abramov Sh.A. Svobodnye aminokisloty v biomasse i sushenych drozhzhah *Saccharomyces cerevisiae* v zavisimosti ot sostava pitatel'noj sredy // Prikl. biohimija i mikrobiologija. 2001. Vol. 37, N 5. P. 578-581.
- [11] Zinov'eva M. E., Gamajurova V. S. Vlijanie istochnika ugljeroda i induktorov na rost i lipolitesheskuju aktivnost' drozhzhej // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. 2013. Vol. 16, N 7.

- [12] Patent № 998503 Rossiya. Sposob nepreryvnogo sbrazhivaniya melassnogo susla pri proizvodstve spirta / Sotnikov V.A., Kuramshin R.A., Klimchak E.B., Gamajurova V.S., D'jakonskij P.I., 1998.
- [13] Patent RF № 1693053 Sposob sbrazhivaniya melassnogo susla / V. V. Rudaja, V. K. Janchevskij, V. N. Golovchenko, L. V. Malysj i E. K. Vovnjanko, 1982.
- [14] Patent RF № 2329302. Sposob sbrazhivaniya melassnogo susla // Sh.A. Abramov, Je.A., Halilova B.I. // 2008. N 20. P. 167.
- [15] Jarovenko V.A., Marchenko V.A., Smirnov V.A. Tehnologija spirta. M.: Kolos, 1990. 464 p.
- [16] Mal'chenko A.A., Krishetel F.B., Kompleksnaja pererabotka melassy na spirt i drugie produkty. Kiev: Himija, 1993. 220 p.
- [17] Jakovlev V.I. Tehnologija mikrobiologicheskogo sinteza. L.: Himija, 1987. 272 p.
- [18] Grafkina M.V., Mihajlov V.L., Ivanov K.S. Jekologija i jekologicheskaja bezopasnost' avtomobilja: uchebnik / M. V. Grafkina, V. A. Mihajlov, K. S. Ivanov. M.: FORUM, 2009. 320 p.
- [19] Tihomirov V.G. Tehnologija i organizacija pivovarenного i bezalkogol'nogo proizvodstv. M.: Kolos, 2007. 461 p.
- [20] Meledina T.V. Tehnologicheskij podhod k regulirovaniju sensorного profilja piva: v 2 ch. / T. V. Meledina, E. L. Lebedeva // Industrija napitkov. 2004. Ch. 1. Vysshie spirty. N 4. P. 10-14.

**А. М. Есимова, Ш. Б. Тасыбаева, З. К. Нарымбаева, Д. Е. Кудасова, М. Д. Тулеген**

М. Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан

### **АШЫТҚЫЛАРДЫ КУЛЬТИВИРЛЕУ КЕЗІНДЕ ҚОРЕКТІК ОРТАЛАРДЫ ДАЙЫНДАУ ҮШІН ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ГЕОТЕРМАЛЬДЫ СУЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ ТИІМДІЛІГІ**

**Аннотация.** Геотермальды су ашытқы организмінің минералдық және органикалық қорегі дәстүрлі емес жаңарған жаңа табиғи көзі болып табылады. Жерасты судың құрамында биологиялық активті заттардың болуы және оны қолданудың қолжетімді болуы, микробиологиялық процесс үшін геотермальды суды қолдану тиімділігін арттырады.

Ашытқы жасушалардың дамуы үшін қоректік ортада азоттың болуы маңызды болып келеді. Ашытқы жасушалары бейорганикалық азотты қосылыстардан барлық аминқышқылдарды синтездеуге қабілетті болады. Бірақ, ашытқылар көміртегі көзі ретінде органикалық қосылыстарды ғана қолданады, олар аминқышқылдарды қанттан тікелей синтездей алмайды, олар тек ғана гексоза ыдырауынан аралық өнімдерден синтезделеді, бұл заттар тыныс алу және ашыту кезінде түзіледі. *Saccaromyces cerevisial* түріндегі ашытқылар спирт зауыттарында қолданылады және азоттың екі түрін сіңіреді: аммиакты және азот органикалық заттар.

Қоректік заттар сыртқы ортадан жасушаға түседі, ашытқылар ашыққан кезде өздерінің қордағы заттарын қолданады: трегалоза, липидтер, азотты қосылыстар.

Спирт зауыттарында ашытқыларды өсіру кезінде аэробты жағдайларда оларға қажетті фосфордың негізгі мөлшері (80–90% дейін) ашытудың бастапқы кезеңінде сіңіріледі. Сондықтан, бөлінбейтін ескі жасушаларға қарағанда, жас көбейетін жасушаларда оның мөлшері шамамен 2 есе көп.

**Түйін сөздер:** геотермальды сулар, микроағзалар, биологиялық белсенді заттар, *Saccaromyces cerevisial*, микробиологиялық процесс.

#### **Сведения об авторах:**

Есимова Анар Маденовна – кандидат химических наук, доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

Тасыбаева Шолпан Бакибулдаевна – кандидат химических наук, доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

Нарымбаева Зауре Каркыновна – кандидат химических наук, доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

Кудасова Дариха Ерадиловна – магистр, преподаватель, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

Тулеген Молдир Джайыкбаевна – студент группы ХТ-13-5к4, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 185 – 192

**B. Sh. Kedelbaev, E. K. Esimov, A. M. Esimova, D. E. Kudasova, A. K. Kuderhan**

M. Auezov SKSU, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: dariha\_uko@mail.ru

**HYDRATION OF BENZOL ON PROMOTED  
BY FERRODLLOYS NIKEL CATALYSTS**

**Abstract.** The highly active, stable and selective on cyclohexane the new stationary catalysts of industrial appointment are developed, working at temperature up to 140°C and pressure of up to 8 MPa. Developed by us catalyst Ni-Al-FMo is recommended for introduction in production of receipt of cyclohexane from benzene.

Thus, the results of the researches have shown that promoting of nickel - aluminium of ferroalloys has allowed increasing the activity and stability of the catalyst. Process of carrying out in the autoclave allows using more effectively the active surface of the hydrogenization catalyst. However, at the big capacities more effective are plants of columned type.

Kinetic laws of processes of hydrogenation of benzene on samples promoted by ferroalloys of catalysts are established. It is experimentally determined that on developed promoted alloyed catalysts the speed of reaction of selective hydrogenation of benzene in 1,0÷1,6 time raises, than without modifying additives. Optimum structures of the modified alloyed catalysts, conditions of their preparation, activation and carrying out of hydrogenization processes at their presence are revealed.

Besides, in our opinion, increase of pressure of hydrogen above limiting that promotes slow increase of its concentration on the active surface, and influences on transition of order of hydrogen reaction to zero value.

Thus, skeletal nickel catalysts show high activity in reaction of hydrogenation of benzene in hexahydrobenzene. Simultaneous rise of temperature of experience and pressure of hydrogen positively influence on activity of investigated catalysts.

**Keywords:** benzene hydrogenation, reception of cyclohexane, nickel catalysts, activity, selectivity and stability of skeletal catalysts, the specific surface, modifying additives, ferroalloys: ferrosilicochromium, ferromolybdenum, ferrotitanium and ferrosilicocalcium, composition and structure of nickel catalysts, order of the reaction of hydrogen and liquid phase hydrogenation.

УДК 541.128

**Б. Ш. Кедельбаев, Е. К. Есимов, А. М. Есимова, Д. Е. Кудасова, А. К. Кудерхан**

ЮКГУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

**ГИДРИРОВАНИЕ БЕНЗОЛА НА ПРОМОТИРОВАННЫХ  
ФЕРРОСПЛАВАМИ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ**

**Аннотация.** Разработаны высокоактивные, стабильные и селективные по циклогексану новые стационарные катализаторы производственного назначения, работающие при температуре до 140 °С и давлении до 8 МПа. Разработанный нами катализатор Ni-Al-ФМо рекомендован для внедрения в производство получения циклогексана из бензола.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что промотирование никель-алюминиевого сплава ферросплавами позволило повысить активность и стабильность катализатора. Проведение процесса в автоклаве проточного типа позволяет более эффективно использовать активную поверхность катализатора гидрогенизации. Однако при больших производственных мощностях более эффективным являются промышленные установки колонного типа.

Установлены кинетические закономерности процессов гидрирования бензола на образцах промотированных ферросплавами катализаторов. Экспериментально определено, что на разработанных промотированных сплавных катализаторов повышается скорость реакции селективного гидрирования бензола в 1,0÷1,6 раза, чем без модифицирующих добавок. Выявлены оптимальные составы модифицированных сплавных катализаторов, условия их приготовления, активации и проведения гидрогенизационных процессов в их присутствии.

Кроме этого, по нашему мнению, увеличение давления водорода выше предельного, что способствует медленному повышению его концентраций на активной поверхности и влияет на переход порядка реакции по водороду к нулевому значению.

Таким образом, скелетные никелевые катализаторы проявляют высокую активность в реакции гидрирования бензола в циклогексан. Одновременное повышение температуры опыта и давление водорода положительно влияют на активность исследуемых.

**Ключевые слова:** гидрирование бензола, получение циклогексана, никелевые катализаторы, активность, селективность и устойчивость скелетных катализаторов, удельная поверхность, модифицирующие добавки, ферросплавы: ферросиликохром (ФСХ), ферромolibден (ФМо), ферротитан (ФТi) и ферросиликокальций (ФСК), состав и структура никелевых катализаторов, порядок реакции по водороду, жидкофазная гидрогенизация катализаторов.

**Введение.** Стратегия индустриально инновационного развития Республик СНГ, направленная на формирование государственной экономической политики нацелена на достижение устойчивого развития стран путем перехода от сырьевой направленности развития к перерабатывающей.

В соответствии со стратегией производство конкурентоспособных и экспорториентированных товаров, работ и услуг в обрабатывающей промышленности и сфере услуг, является главным предметом государственной индустриально-инновационной политики. Это же можно отнести и к каталитическим процессам органического происхождения, так как с помощью катализа были решены такие важные для технического процесса проблемы, как получения из нефти высококачественного моторного горючего, мономеров для производства синтетических каучуков, волокон, различных полимерных материалов, полупродуктов органического синтеза и многое другое.

Циклогексан, метилциклогексан используются для производства капролактама, адипиновой кислоты и гексаметилендиамина, т.е. сырье для производства синтетических волокон, а также различных смол. Каталитическое восстановление ароматических соединений – бензола и толуола представляет большое практическое значение, так как продукты реакций давно привлекают внимание исследователей как исходные объекты для синтеза новых соединений. Обзор принципиальных технологических схем [1-5] гидрирования бензола и толуола в промышленности показывает, что во многих случаях гидрирование осуществляется в паровой фазе при температурах 250–325°C и давлении водорода 10,0–27,0 МПа. Естественно в этих условиях в катализате наблюдаются продукты изомеризации и расщепления, что снижает качество целевого продукта. В связи с широким спектром прикладных свойств циклогексана и метилциклогексана мировое производство этих продуктов постоянно растет, что обусловило разработку в развитых странах технологических процессов переработки ароматических соединений с учетом конкретных условий.

### Экспериментальная часть и обсуждение

Процессы гидрирования бензола в присутствии многокомпонентных скелетных катализаторов малоизучены. В связи с этим представляло большой интерес проследить, как влияет одновременное изменение давления водорода и температуры опыта на кинетику и механизм гидрирования бензола и толуола на промотированных катализаторах.

На рисунке 1 представлена зависимость степени превращения бензола от количества сплава, выявленная в ходе экспериментальных исследований. Из приведенных на рисунке 1 данных видно, что с ростом количества сплава от 0,25 до 2,0 г степень превращения бензола в циклогексан возрастает прямолинейно, что свидетельствует о протекании реакции в кинетической области.

Изучение гидрирования бензола в зависимости от типа катализатора и выявление кинетических зависимостей с установлением оптимальных параметров процесса имеет определенный интерес. С этой целью нами проведены исследования по гидрированию бензола на бинарных скелетных никелевых катализаторах [6-9].

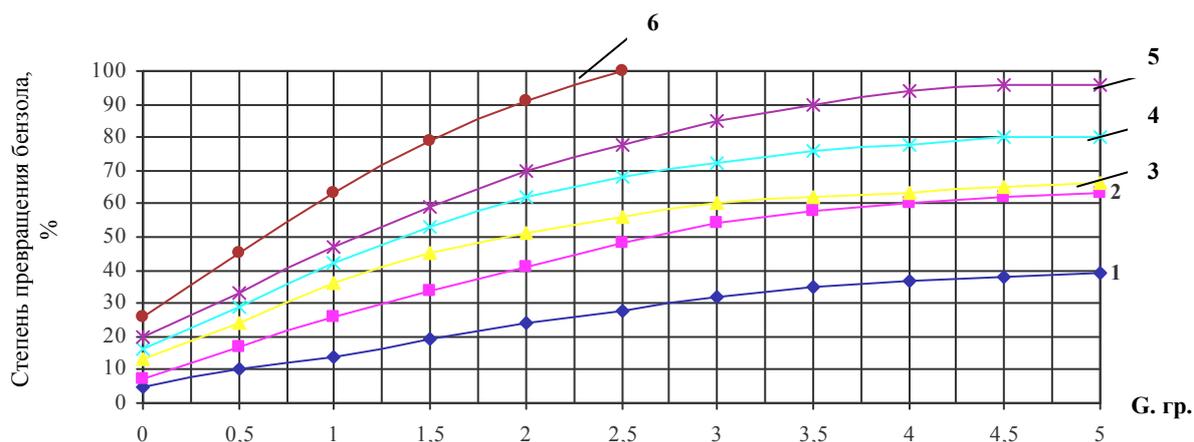


Рисунок 1 – Зависимость степени превращения бензола от количества Ni-Al = 50:50 сплава гетерогенного процесса во времени в мин.

Условия эксперимента: 200 мл бензола: 1 – выход  $C_6H_{12}$  за 10 мин.; 2 – выход  $C_6H_{12}$  за 20 мин.; 3 – выход  $C_6H_{12}$  за 30 мин.; 4 – выход  $C_6H_{12}$  за 40 мин.; 5 – выход  $C_6H_{12}$  за 50 мин.; 6 – выход  $C_6H_{12}$  за 60 мин.

В дальнейших исследованиях нами для каждого опыта было использовано 1,0 г сплава, что составляет 0,28 % от веса исходного бензола. Экспериментально установлено, что с изменением концентрации бензола от 100 до 25 % скорость процесса практически не меняется, т.е. не зависит от концентрации исходного вещества. Это свидетельствует о том, что гетерогенная реакция протекает по нулевому порядку в отношении бензола прямолинейный ход полученной зависимости еще раз подтверждает о нулевом порядке реакции по бензолу. Аналогичная зависимость сохраняется в основном и для других скелетных никелевых катализаторов [10-12], данные которых приведены на рисунке 1.

На основании проведенных исследований нами для реакции гидрирования бензола в циклогексан изучены каталитические свойства скелетных никелевых катализаторов различного состава и получены результаты экспериментальных опытов в зависимости степени гидрирования бензола от содержания никеля в скелетных никелевых катализаторах. При проведении исследования по выявлению кинетических закономерностей, температура процесса составляла 180°C и давление водорода 4 МПа.

В ходе проведения исследований изучены каталитические свойства и кинетические закономерности сплавных алюмо-никелевых катализаторов, полученных из многокомпонентных систем [13-17]. В качестве добавок к никелевому катализатору использованы ферросплавы: ферросиликохром (ФСХ), ферромолибден (ФМо), ферротитан (ФТi) и ферросиликокальций (ФСК).

Полученные данные гидрирования бензола в циклогексан на скелетных никель-ферромолибденовых катализаторах при 160°C и 4 МПа представлены в таблице 2. Анализ данных таблицы 2 показывает, что активность промотированных ферромолибденом катализаторов несколько выше, чем у скелетного никеля и резко увеличивается с ростом содержания промотора 1 до 3 вес % в сплаве. Дальнейшее повышение количества ферромолибдена до 10,0 вес % приводит к некоторому снижению активности катализаторов [8].

С ростом температуры от 50 до 100°C скорость гидрирования бензола на менее активном Ni-Al-Ti-Mo возрастает в 1,5 раза, а на наиболее активном Ni-Al-ФМо – в 2,0 раза.

Исходя из полученных данных, катализаторы располагаются в ряд [18]:



Промотирующие влияние ферросплавов может быть объяснено физико-химическими и адсорбционными свойствами исходных сплавов и катализаторов, приводя к образованию новых дополнительных фаз и изменению количества имеющихся.

Жидкофазная гидрогенизация непредельных соединений – сложный процесс, состоящий из нескольких последовательных стадий: транспортировка реагентов к поверхности катализатора с

Таблица 1 – Результаты гидрирования бензола на скелетных никелевых катализаторах, с добавками ферромолибдена при 160°C и 4 МПа.

Условия эксперимента: 200 мл бензола, количество катализатора – 0,5 г, продолжительность гидрирования – 10-60 минут.

№	Состав сплава в вес %	Выход циклогексана (%) от времени ,мин					
		10	20	30	40	50	60
1	Ni:Al = 50	9,0	18,8	30,4	40,8	51,0	60,5
2	Ni:ФМо:Al = 49:1:50	11,0	22,2	33,0	44,5	56,3	70,7
3	Ni:ФМо:Al = 47:3:50	24,3	37,8	56,3	66,4	78,0	88,3
4	Ni:ФМо:Al = 45:5:50	15,6	31,3	48,6	59,9	72,3	85,8
5	Ni:ФМо:Al = 43:7:50	12,0	22,8	34,6	47,2	60,0	78,6
6	Ni:ФМо:Al = 40:10:50	8,2	13,0	26,4	37,3	56,1	67,4

последующей их адсорбцией, каталитическое превращение на поверхности и, наконец, десорбция продуктов реакции с поверхности катализатора. Наиболее сложными из них являются стадии адсорбции и акты реакции на поверхности, катализаторы, имеющие химическую природу. При этом невозможно рассчитать константы скорости всех указанных стадий процесса, поэтому предполагают, что общая скорость реакции должна определяться скоростью самой медленной (лимитирующей) из этих стадий.

Как известно [19], гидрирование одного и того же непредельного соединения может протекать по тому или иному механизму, в зависимости от природы катализатора и условий проведения реакции.

Влияние давления водорода на кинетику и механизм гидрирования ароматических углеводородов в присутствии никелевых катализаторов подробно изучено Д. В. Сокольским с сотрудниками [20]. Авторами показано, что скорость гидрирования растет пропорционально до определенного предела с увеличением давления водорода. Величина предельного давления зависит от природы гидрируемого соединения, вида катализатора, а также от температуры опыта. Порядок реакции по водороду изменяется от первого до нулевого, а по гидрируемому веществу нулевой, в зависимости от условий проведения процесса.

Данные результаты исследований по гидрированию бензола на скелетных никелевых катализаторах с добавками оптимального состава ферросплавов (5,0% ФСХ, 3,0% ФМо и 5,0% ФСК) при различных температурах приведены на рисунке 2. Из анализа данных рисунка 2 видно, что повышение температуры опыта от 120 до 200°C существенно увеличивает выход циклогексана на всех видах катализаторов. Однако на наиболее активном никель-ферромолибденовом (3,0 вес.% ФМо) катализаторе выход циклогексана в интервале температур 120–200°C. увеличивается от 26,0 до 100%.

Следует отметить, что незначительно низкую активность проявляет никелевый катализатор, содержащий в виде добавок ферросиликокальция. Выход продукта реакции на данном катализаторе достигает 88,0 % при 200°C, в то время как на скелетном никелевом катализаторе при той же температуре он составляет 74,6 %. Величины кажущихся энергий активации, рассчитанные в интервале 120–200°C на промотированных ферросплавами катализаторах, составляют от 6,3 до 9,5 ккал/моль.

Результаты исследований влияния давления водорода на активность вышеуказанных никелевых катализаторов с добавками ферросплавов при 160°C приведены на рисунок 3. Варьирование давления водорода от 2 до 12 МПа оказывают положительное влияние на активность промотированных никелевых катализаторов. Выявлено, что наибольшую активность по-прежнему проявляют никельферромолибденовый (3 вес.%) и никель-ферросиликохромовый (5,0 вес. %) катализаторы, на которых выход циклогексана резко повышается от 12,4 и 16,0 до 92,0 и 94,2 % соответственно типу катализатора в интервале значение давления водорода 1,0–6,0 МПа.

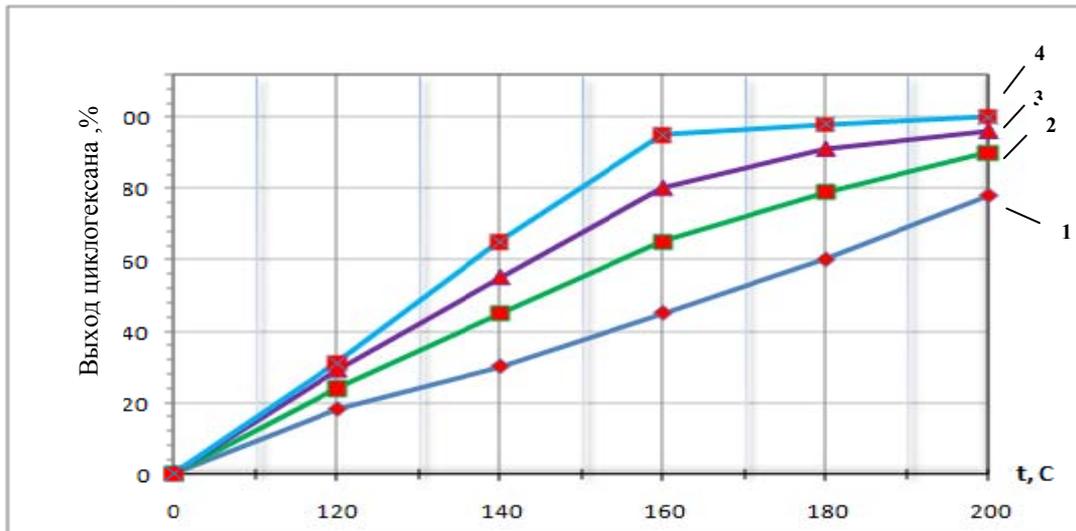


Рисунок 2 – Зависимость степени превращения бензола от температуры опыта на скелетных никелевых катализаторах с добавками ФМо, ФСК и ФСХ при давлении водорода 4 МПа: 1 – Ni – 50% Al; 2 – Ni – ФСК-Al; 3 – Ni-ФСХ – Al; 4 – Ni-ФМо – Al

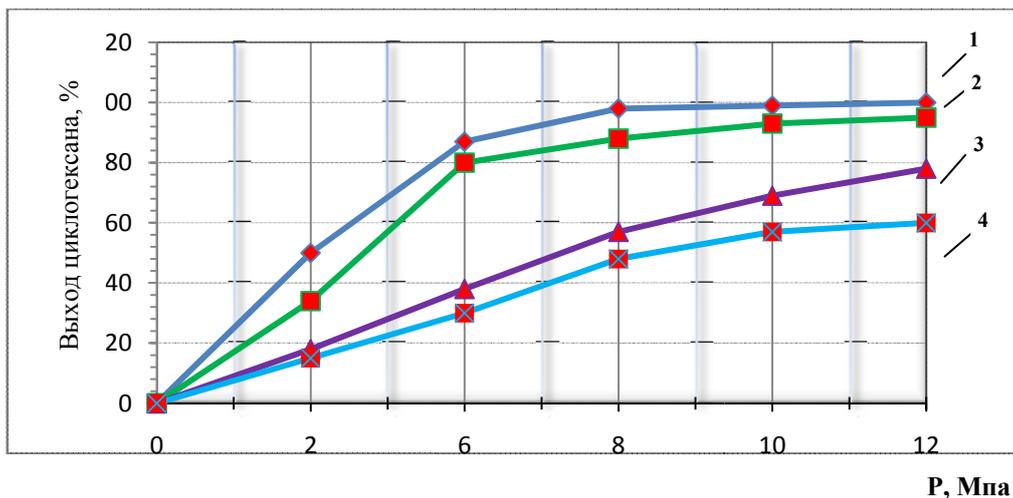


Рисунок 3 – Зависимость выхода циклогексана от давления водорода на скелетных никелевых катализаторах с добавками ферросплавов при 160°C: 4 – Ni:ФМо:Al = 47:3:50; 3 – Ni:ФСК:Al = 45:5:50; 2 – Ni:ФСХ:Al = 45:5:50; 1 – Ni:Al = 50:50

Следует отметить, что наименьшую активность проявляет скелетный никелевый катализатор. Данные результаты исследования степени превращения бензола на никелевых катализаторах с добавками ферросплавов в зависимости от давления водорода, при 160°C представлено на рисунке 3. Из рисунка 3 видно, что на всех катализаторах с ростом давления водорода от 2,0 до 6,0 МПа выход циклогексана возрастает прямо пропорционально. При значении давления выше 8,0–12,0 МПа наблюдается нарушение прямолинейной зависимости. При этом выявлено изменения порядка реакции по водороду от первого к дробному. Смену порядка реакции по водороду можно объяснить более полным насыщением поверхности катализатора сорбированным водородом, количество которого соответствует стехиометрическому соотношению компонентов реакционной системы или перехода одного механизма реакций в другой. Кроме этого, по нашему мнению, увеличение давления водорода выше предельного, что способствует медленному повышению его концентраций на активной поверхности и влияет на переход порядка реакции по водороду к нулевому значению.

Таким образом, скелетные никелевые катализаторы проявляют высокую активность в реакции гидрирования бензола в циклогексан. Одновременное повышение температуры опыта и давление водорода положительно влияют на активность исследуемых катализаторов.

В проточной установке испытаны Ni-Al, Ni-Al-ФМо, Ni-Al-ФМоMn, Ni-Al-ФTiMn катализаторы. При проведении экспериментов сплавы активировались 10% раствором гидроксида натрия. С удалением 20% алюминия при первом выщелачивании насыщение катализатора проводилось в токе водорода в течение 18 часов при температуре процесса 160°C и давлении 0,5 МПа. Скорость подачи бензола варьировалась от 60 до 120 мл/ч. Повышение давления водорода от 5 до 8 МПа позволяло выявить, что с ростом давления водорода до 6 МПа степень конверсии бензола возрастает и дальнейшее увеличение давления не влияет на активность катализатора. В период исследований никель-титан-алюминиевый катализатор проработал 240 часов без изменения активности. Исследованиями выявлено, что 99,6% выход циклогексана достигается при температуре процесса 160°C и давлении водорода 4 МПа. Кроме того, установлено, что на никель-железном катализаторе после 104 часов работы в тех же условиях степень конверсии бензола начинает падать. Промотирование никель-алюминиевого сплава ферросплавами позволило повысить активность и стабильность катализатора, а также снизить температуру процесса со 160 до 90°C, а давление с 4 до 2 МПа.

**Выводы.** Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что промотирование никель-алюминиевого сплава ферросплавами позволило повысить активность и стабильность катализатора. Проведение процесса в автоклаве проточного типа позволяет более эффективно использовать активную поверхность катализатора гидрогенизации. Однако при больших производственных мощностях более эффективными являются промышленные установки колонного типа.

Установлены кинетические закономерности процессов гидрирования бензола на образцах, промотированных ферросплавами катализаторов. Экспериментально определено, что на разработанных промотированных сплавных катализаторах повышается скорость реакции селективного гидрирования бензола в 1,0÷1,6 раза, чем без модифицирующих добавок. Выявлены оптимальные составы модифицированных сплавных катализаторов, условия их приготовления, активации и проведения гидрогенизационных процессов в их присутствии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Калечиц И.Б., Химия гидрогенизационных процессов в переработке топлив. – М.: Химия, 1983. – 225-236 с.
- [2] Туробджанов С.М., Ташкараев Р.А., Кедельбаев Б.Ш., М. Куатбеков А.М. Многокомпонентные катализаторы для гидрирования бензола и толуола в жидкой фазе // XIX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Тез. докл. – Волгоград, 2011. – Т. 4. – С. 257.
- [3] Ташкараев Р.А., Турабджанов С.М., Кедельбаев Б.Ш. Каталитическое гидрирование бензола до циклогексана на модифицированных никелевых катализаторах // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2011. – № 1. – С. 24-28.
- [4] Киперман С.Л. Кинетические модели гетерогенных каталитических реакций // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1991. – № 12. – С. 2699-2717.
- [5] Ташкараев Р.А., Кедельбаев Б.Ш., Кочкаров Г.А. Разработка технологии получения промотированного жидкофазного катализатора для гидрирования бензола // Межд. научно-практ. конф. – Томск, 2011. – С. 187-189.
- [6] Турабджанов С.М., Ташкараев Р.А. Промотированные катализаторы в технологии жидкофазного органического синтеза // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2011. – № 3. – С. 16-25.
- [7] Ташкараев Р.А., Турабджанов С.М., Кедельбаев Б.Ш. Ферросплавные никелевые катализаторы для синтезе циклогексана // Вестник МКТУ им. А. Яссави. – Туркестан, 2011. – № 2. – С. 49-51.
- [8] Туртабаев С.К., Ташкараев Р.А. Кедельбаев Б.Ш. Катализатор для получения циклогексана // Заявка № 009736 от 08.04.2011 года на получение Инновационного патента РК.
- [9] Терентьева Э.П., Удовенко Н.К., Павлова Е.А., Алиев Р.Г. Основы химии целлюлозы и древесины: учебно-методическое пособие. – СПб.: ГОУВПО СПбГУ РП, 2010. – 23 с.
- [10] Кузнецов Б.Н., Кузнецова С.А., Тарабанько В.Е. Новые методы получения химических продуктов из биомассы деревьев сибирских пород // Российский химический журнал (Журнал российского химического общества им. Д. И. Менделеева). – 2004. – Т. XLVIII, № 3. 1. – С. 4-20.

- [11] Кузнецов, Б.Н. Каталитические методы в получении химических продуктов из древесной биомассы // Химия в интересах устойчивого развития. – 1989. – Т. 6. – С. 383-396.
- [12] Гальбрайт Л.С. Целлюлоза и ее производные // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 11. – С. 47-53.
- [13] Аутлов С.А., Базарнова Н.Г., Кушнир Е. Ю. Микрокристаллическая целлюлоза: структура, свойства и области применения (обзор) // Химия растительного сырья. – 2013. – № 3. – С. 33-41.
- [14] Азаров В.И., Буров А.В., Оболенская А.В. Микрокристаллическая целлюлоза. Химия древесины и синтетических полимеров: Учебник для вузов. – СПб., 1999. – С. 578-579.
- [15] Deng W., Liu M., Tan X., Zhang Q., Wang Y. Conversion of cellobiose into sorbitol in neutral water medium over carbon nanotube-supported ruthenium catalysts // Journal of Catalysis. – 2010. – Vol. 271. – P. 22-32.
- [16] Торполов М.А., Тарабукин Д.В., Фролова С.В., Щербаклова Т.П., Володин В.В. Ферментативный гидролиз порошковых целлюлоз, полученных различными методами // Химия растительного сырья. – 2007. – № 3. – С. 69-76.
- [17] Будаева В.В., Митрофанов Р.Ю., Золотухин В.Н., Обрезкова М.В., Скиба Е.А., Ильясов С.Г., Сакович Г.В., Опарина Л.А., Высоцкая О.В., Кольванов Н.А., Гусарова Н.К., Трофимов Б.А. Пути полной и экологически чистой переработки возобновляемого растительного сырья // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4-1. – С. 158-167.
- [18] Благина В.В. Сверхкритическая вода // Химия и жизнь. – 2007. – № 8.
- [19] Григорьев М.Е. Исследование катализатора Ru/полимерная матрица в жидкофазном гидрировании D-глюкозы до D-сорбита: Дис. канд. хим. наук. – Тверь, 2012. – 135 с.
- [20] Цюрупа М.П., Блишников З.К., Проскурина Н.А., Пастухов А.В., Павлова Л.А., Даванков В.А. Сверхсшитый полистирол – первый нанопористый полимерный материал // Российские нанотехнологии. – 2009. – Т. 4, № 9-10. – С. 109-117.

## REFERENCES

- [1] Kalechic I.B. Himija gidrogenizacionnyh processov v pererabotke topliv. M.: Himija, 1983. P. 225-236.
- [2] Turobdzhanov S.M., Tashkaraev R.A., Kedel'baev B.Sh., M. Kuatbekov A.M. Mnogokomponentnye katalizatory dlja gidrirovaniya benzola i toluola vzhidkoj faze // HIX Mendeleevskij s#ezd po obshhej i prikladnoj himii. Tez.dokl. Volgograd, 2011. Vol. 4. P. 257.
- [3] Tashkaraev R.A., Turabdzhano S.M., Kedel'baev B.Sh. Kataliticheskoe gidrirovanie benzola do ciklogeksana na modifirovannyh nikel'evykh katalizatorah // Uzbekskij himicheskij zhurnal. Tashkent, 2011. N 1. P. 24-28.
- [4] Kiperman S.L. Kineticheskie modeli geterogennykh kataliticheskikh reakcij // Izv. AN SSSR. Ser. him. 1991. N 12. P. 2699-2717.
- [5] Tashkaraev R.A., Kedel'baev B.Sh., Kochkarov G.A. Razrabotka tehnologii poluchenija promotirovannogo zhidkofaznogo katalizatora dlja gidrirovaniya benzola // Mezhd. nauchno-prakt. konf. Tomsk, 2011. P. 187-189.
- [6] Turabdzhano S.M., Tashkaraev R.A. Promotirovannye katalizatory v tehnologii zhidkofaznogo organicheskogo sinteza // Himija i himicheskaja tehnologija. Tashkent, 2011. N 3. P. 16-25.
- [7] Tashkaraev R.A., Turabdzhano S.M., Kedel'baev B.Sh. Ferrosplavnye nikel'evye katalizatory dlja sinteze ciklogeksana // Vestnik MKTU im. A. Jassavi. Turkestan, 2011. N 2. P. 49-51.
- [8] Turtabaev S.K., Tashkaraev R.A., Kedel'baev B.Sh. Katalizator dlja poluchenija ciklogeksana // Zajavka № 009736 ot 08.04.2011 goda na poluchenija Innovacionnogo patenta RK.
- [9] Terent'eva Je.P., Udovenko N.K., Pavlova E.A., Aliev R.G. Osnovy himii celljulozy i drevesiny: uchebno-metodicheskoe posobie. SPb.: GOUVPO SPbGU RP, 2010. 23 p.
- [10] Kuznecov B.N., Kuznecova S.A., Taraban'ko V.E. Novye metody poluchenija himicheskikh produktov iz biomassy derev'ev sibirskih porod // Rossijskij himicheskij zhurnal (Zhurnal rossijskogo himicheskogo obshhestva im. D. I. Mendeleeva). 2004. Vol. XLVIII, N3. 1. P. 4-20.
- [11] Kuznecov B.N. Kataliticheskie metody v poluchenii himicheskikh produktov iz drevesnoj biomassy // Himija v interesah ustojchivogo razvitija. 1989. Vol. 6. P. 383-396.
- [12] Gal'braj L.S. Celljuloza i ee proizvodnye // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. 1996. N 11. P. 47-53.
- [13] Autlov S.A., Bazarnova N.G., Kushnir E.Ju. Mikrokrystallicheskaja celljulaza: struktura, svojstva i oblasti primeneniya (obzor) // Himija rastitel'nogo syr'ja. 2013. N 3. P. 33-41.
- [14] Azarov V.I., Burov A.V., Obolenskaja A.V. Mikrokrystallicheskaja celljuloza. Himija drevesiny i sinteticheskikh polimerov: uchebnyj dlja vuzov. SPb., 1999. P. 578-579.
- [15] Deng W., Liu M., Tan X., Zhang Q., Wang Y. Conversion of cellobiose into sorbitol in neutral water medium over carbon nanotube-supported ruthenium catalysts // Journal of Catalysis. 2010. Vol. 271. P. 22-32.
- [16] Torpolov M.A., Tarabukin D.V., Frolova S.V., Shherbakova T.P., Volodin V.V. Fermentativnyj gidroliz poroshkovykh celljuloz, poluchennykh razlichnymi metodami // Himija rastitel'nogo syr'ja. 2007. N 3. P. 69-76.
- [17] Budaeva V.V., Mitrofanov R.Ju., Zolotuhin V.N., Obrezkova M.V., Skiba E.A., Il'jasov S.G., Sakovich G.V., Oparina L.A., Vysockaja O.V., Kolyvanov N.A., Gusarova N.K., Trofimov B.A. Puti polnoj i jekologicheski chistoj pererabotki vozobnovljaemogo rastitel'nogo syr'ja // Polzunovskij vestnik. 2010. N 4-1. P. 158-167.
- [18] Blagina V.V. Sverhkriticheskaja voda // Himija i zhizn'. 2007. N 8.
- [19] Grigor'ev M.E. Issledovanie katalizatora Ru/polimernaja matrica v zhidkofaznom gidrirovanii D-gljukozy do D-sorbita: Dis. kand. him. nauk. Tver', 2012. 135 p.
- [20] Cjurupa M.P., Blinnikova Z.K., Proskurina N.A., Pastuhov A.V., Pavlova L.A., Davankov V.A. Sverhshhityj polistirol – pervyj nanoporistyj polimernyj material // Rossijskie nanotehnologii. 2009. Vol. 4, N 9-10. P. 109-117.

Б. Ш. Кедельбаев, Е. К. Есимов, А. М. Есимова, Д. Е. Кудасова, А. К. Кудерхан

М. Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан

### ФЕРРОҚҰЙМАЛАРМЕН ПРОМОТИРЛЕНГЕН НИКЕЛЬ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА БЕНЗОЛДЫ ГИДРЛЕУ

**Аннотация.** 140°C температура және 8 МПа қысым кезінде жұмыс жасайтын өндіріске арналған жоғарғы белсенді, тұрақты, селективті циклогексан бойынша жаңа стационарлы катализаторлар жасалды. Бізбен жасалған Ni-Al-ФМо катализаторы бензолдан циклогексан алу өндірісіне енгізу үшін ұсынылады.

Осылайша, жүргізілген зерттеулер нәтижелері көрсеткендей, никель – алюминий құймаларын ферроқұймалармен промотирлеу катализатордың белсенділігі мен тұрақтылығын жоғарылатады. Ағымдық типтегі автоклавта процесті жүргізу гидрогенизациялауда катализатордың жоғарғы белсенді бетін тиімді қолдануға мүмкіндік береді. Бірақ, үлкен өндірістік қуаты бар болса, колонналы типтегі өнеркәсіптік қондырғылар қолдану тиімді болып келеді.

Ферроқұймалармен промотирленген катализаторлар үлгілерінде бензолды гидрлеу процесінің кинетикалық заңдылықтары анықталды. Тәжірибе жүзінде анықталғандай, жасалған промотирленген катализаторларда модифицирлеуші қосымшаларсыз жасалған катализаторларға қарағанда, бензолды селективті гидрлеудің реакция жылдамдығы 1,0÷1,6 есе жоғарылайды. Модифицирленген құймалы катализаторлардың оптималды құрамы, оларды дайындау жағдайлары, олардың қатысында гидрогенизация процестерін белсенді ету мен жүргізу анықталды.

Одан басқа, біздің ойымызша, сутегі қысымын жоғарғы шамадан арттыру, жоғарғы белсенді бетінде оның концентрациясын баяу жоғарылатуға және сутегі бойынша реакция реттілігін нөл деген мәнге өтуіне әсер етеді.

Осылайша, қаңқалы никельді катализаторлар бензолды циклогексанға гидрлеу реакциясында белсенділігін жоғарылатады. Бір уақытта сынақ температурасы мен сутегі қысымын жоғарылату зерттелетін катализаторлардың белсенділігіне әсер етеді.

**Түйін сөздер:** бензолды гидрлеу, циклогексан алу, никельді катализаторлар, белсенділігі, қаңқалы катализаторлардың селективтілігі мен тұрақтылығы, меншікті жоғарғы беті, модифицирлеуші қосымшалар, ферроқұймалар: ферросиликохром (ФСХ), ферромolibден (ФМо), ферротитан (ФТі) и ферросиликокальций (ФСК), никель катализаторлардың құрамы мен құрылысы, сутегі бойынша реакция реттілігі, сұйық фазалы гидрогенизация.

#### Сведения об авторах:

Кедельбаев Бахытжан Шильмирзаевич – доктор технических наук, профессор, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

Есимов Есенбек – кандидат технических наук, доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

Есимова Анар Маденовна – кандидат химических наук, доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

Кудасова Дариха Ерадиловна-магистр, преподаватель, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

Кудерхан Акжан Куатовна – студент группы ХТ-13-5к4, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Высшая школа «Химическая инженерия и Биотехнология», кафедра «Биотехнология».

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 193 – 202

**S. K. Koyshibaeva**

“Kazakh Scientific and Research Institute of Fishery” LLP, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: saya.kk@mail.ru

**THE TECHNOLOGIC ASPECTS OF INCUBATION THE SPAWN  
AND REARING THE FINGERLINGS OF PIKEPERCH  
IN FISH – BREEDING FARM OF ALMATY OBLAST**

**Abstract.** The necessity of elaboration of biotechnical methods of getting the plant material of pikeperch in fish-breeding farms of Kazakhstan is shown. The applied methods of researches were hydrological, fish-breeding and technological, fish breeding and biological which was shown in this article. The results of researches were characteristics of temperature of water by the beginning and end of incubation of the spawn, born the larvae, rearing them in different conditions. The methods of rearing the larvae in reservoirs, basins from plastic and cages made from bolting cloth are described in technological methods. The inadmissibility of feeding the fingerlings of pikeperch with the decapsulated eggs of *Artemia salina* by the rearing in cages from bolting cloth is shown. The conclusions in which the rearing in cages from bolting cloth by the using the hand-made start foods for trout, also putting the larvae got from natural spawning in the metallic cages into cages made from bolting cloth also installed in small ponds are given.

**Keywords:** pikeperch, incubation of spawn, pre-larvae, larvae, rearing the fingerlings, basins, plastic basins, cages.

УДК 639.3

**С. К. Койшыбаева**

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», Казахстан

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ  
И ПОДРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СУДАКА  
В РЫБОВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аннотация.** Показана необходимость разработки биотехнических приемов получения рыбопосадочного материала судака в рыбоводных хозяйствах Казахстана. Из применяемых методов исследований упомянуты гидрологические, рыбоводно-технологические, рыбоводно-биологические. Результаты исследований включают в себя температурные характеристики и даты начала и окончания инкубации икры, проведения выклева личинок и подращивания молоди судака в различных условиях. Из приведенных технологических способов разведения судака описаны методы подращивания молоди в бассейнах, стеклопластиковых лотках ейского типа, садках из мельничного сита. Показана недопустимость кормления молоди судака декапсулированными яйцами артемии салина при подращивании в садках из мельничного сита. Даны выводы, в которых наилучшим способом подращивания определено подращивание в садках из мельничного сита, установленных в мальковых прудах, при использовании искусственных форелевых стартовых кормов, а также посадка в садки на подращивание личинок, полученных от естественного нереста в металлических садках, также установленных в малых прудах.

**Ключевые слова:** судак, инкубация икры, предличинки, личинки, подращивание молоди, бассейны, лотки, садки.

**Введение.** Для обеспечения продовольственной безопасности Республики Казахстан среди других отраслей сельскохозяйственного производства особое место отводится рыбному хозяйству, в частности, аквакультуре. Основным показателем отрасли служит потребление рыбы населением, которое в настоящее время в республике составляет 5,8 кг/год, при рекомендованных Институтом Питания АМН РК 14,6 кг/год. Поэтому, учитывая ограниченность запасов промысловых в естественных водоемах, единственным путем, широко применяемым в мировой практике, является развитие аквакультуры. Для успешного развития отечественной аквакультуры важнейшей задачей является освоение новых объектов рыбоводства, обладающих большой коммерческой стоимостью и спросом как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

Для достижения поставленной цели Министерством сельского хозяйства РК разработан Мастер-план по развитию товарного рыбоводства на 2011–2025 гг., согласно которому планируется увеличить производство товарной рыбы с нынешних 300 тонн до 50 000 тонн и доведения уровня потребления рыбы населением до 10 кг/год и более.

Актуальность данного вопроса возрастает в связи с наблюдающимся истощением биоресурсов в рыбохозяйственных водоемах, которые на сегодняшний день являются основными источниками рыбной продукции на фоне крайне слабого развития товарного рыбоводства в республике. Нерациональное использование биологических ресурсов Каспийского моря отразилось и на численности осетровых, наиболее ценных видах рыб, на которые совместными усилиями прикаспийских государств с 2010г. установлен фактический запрет на вылов в коммерческих целях.

К сожалению, примерно по такому же сценарию идет тенденция в отношении еще одного коммерчески ценного вида рыб – судака. В последние 15–20 лет экспорт судака в Европу возрос, что обуславливает непомерный промысловый пресс на популяцию данного вида во всех водоемах Казахстана, который ведет к снижению его численности, изменению размерно-весовых характеристик и дисбаланса возрастной структуры и соотношения полов.

До настоящего времени работ по искусственному разведению судака для зарыбления естественных водоемов и выращиванию товарной продукции в прудовых хозяйствах в Казахстане не проводилось.

В этой связи сохранение генофонда ценных видов рыб, в частности, судака, проведение широкомасштабных работ по их разведению и выращиванию рыбопосадочного материала, для удовлетворения спроса на внешнем и внутреннем рынках и снижения пресса на естественные популяции, является одним из актуальных задач развития рыбного хозяйства РК.

**Материал и методика.** Материалом для рыбохозяйственных исследований служили производители и особи ремонтного поголовья, заготовленные на заливе Капшагайского водохранилища; оплодотворенная икра, личинки, подрошенная молодь судака, полученные на экспериментальном участке Чиликского прудового хозяйства.

Для разработки мероприятий по разведению судака в искусственных условиях в 2012–2014 гг. использовали научно-методическую базу, принятую в странах ближнего и дальнего зарубежья [1-20].

Инкубация икры судака проводилась в инкубационных аппаратах, на нерестовом субстрате. В процессе инкубации икры постоянно проводился контроль гидрохимических показателей, контроль за развитием икры и выклевом личинок.

Подращивание личинок судака проходило в рыбоводных емкостях:

- в аппаратах Амур;
- лотке ейского типа;
- в металлическом бассейне;
- в садках из сита, установленных в экспериментальном мальковом пруду.

Период подращивания молоди составил 10 дней.

Подращивание проводилось на прудовой воде, поступающей в рыбоводные емкости из накопительного пруда Чиликского прудхоза.

Определение рыбоводно-биологических показателей, составляющих первичную базу данных, производилось по методикам, принятым в прудовом и индустриальном рыбоводстве [4-6]. Сбор, обработка и анализ информационного материала проводились по общепринятым методикам с применением компьютерных программ.

**Результаты и их обсуждение.** При проведении инкубации икры судака значения содержания кислорода в воде не опускались ниже 6 мг/л, а проточность составляла 9 л/мин. Данные условия для содержания икры судака в инкубационных аппаратах были оптимальными.

Данные по срокам инкубации икры судака, полученные в рыбоводные сезоны 2012–2014 гг., в сравнительном аспекте приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика продолжительности инкубации судака в 2012–2014 гг. в условиях Чиликского прудового хозяйства

Гнездо	Нерест		Начало выклева		Продолжительность инкубации дни	Кол-во градусо-дней
	дата	время	дата	время		
2012 год						
1	10.04	9.30	17.04	13.00	7	113
2	11.04	11.20	17.04	13.10	6	98
3	13.04	17.10	18.04	15.10	5	85
4	14.04	17.20	18.04	12.10	4	66
2013 год						
1	11.04	17.10	16.04	9.20	5	79
2	11.04	17.20	16.04	10.40	5	79
3	13.04	8.10	18.04	19.10	5	78
4	13.04	8.20	17.04	16.10	4	65
5	19.04	8.30	24.04	11.00	5	72
2014 год						
1	19.04	16.10	24.04	18.10	5	77
2	24.04	16.20	30.04	20.20	6	81
3	25.04	9.10	1.05	11.40	6	80

Как видно из данных таблицы 1, продолжительность инкубации икры судака в 2012 г. составила от 4 до 7 дней; в 2013 г. – от 4 до 5 дней; в 2014 г. – от 5 до 6 дней, т.е. в среднем от 4 до 7 дней. Венгерские рыбоводы приводят данные – 6–10 дней [1], белорусские рыбоводы – 3–12 дней.

При исследованиях было выявлено, что продолжительность инкубации зависит от температуры воды и качества половых продуктов производителей судака. Повышение температуры воды и высокое качество оплодотворенной икры приводит к сокращению сроков инкубации.

Данные по длительности сроков выклева личинок судака, полученные в рыбоводные сезоны 2012–2014 гг., в сравнительном аспекте приведены в таблице 2.

Как видно из представленных данных, в 2012 г. выклев личинок судака произошел на 5-8 день после закладки икры на инкубацию, что составило 98-134 градусо-дней; в 2013 г – на 4-9 день, что составило 66-129 градусо-дней; в 2014 г. на 4-6 день, что составило 62-98 градусо-дней.

Растянность выклева личинок судака отмечается также исследователями Венгрии – на 5-9 день, у белорусских – при оптимальных температурах до 4-х дней [1,2]. Продолжительность выклева зависит от температурного режима воды и качества оплодотворенной икры. При повышении температуры воды сокращается период выклева личинок судака.

Поскольку выклев личинок судака, по данным наших наблюдений, не одновременный, как у карпа и растительноядных рыб, а растянут во времени, рыбоводные емкости, предназначенные для подращивания молоди судака, зарыбляли личинками из разных инкубационных аппаратов, перешедшими на смешанное питание в один день.

На протяжении экспериментального подращивания молоди проводили наблюдение за температурой воды, гидрохимическими параметрами водной среды, состоянием молоди в процессе подращивания в различных условиях. Краткая характеристика рыбоводных процессов представлена в таблице 3.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика сроков выклева личинок судака в 2012–2014 гг.

Гнездо	Начало выклева		Окончание выклева	Продолжительность	Кол-во градусо-дней
	дата	время	дни	дни	
2012 год					
1	17.04	13.00	23.04	5	98
2	17.04	13.10	24.04	6	112
3	18.04	15.10	25.04	7	117
4	18.04	12.10	26.04	8	134
2013 год					
1	16.04	9.20	20.04	4	66
2	16.04	10.40	22.04	6	82
3	18.04	19.10	26.04	8	116
4	17.04	16.10	26.04	9	129
5	24.04	11.00	29.04	5	76
2014 год					
1	24.04	18.10	28.04	4	62
2	30.04	20.20	5.05	5	91
3	1.05	11.40	7.05	6	98

Таблица 3 – Основные гидрохимические показатели молоди судака при подращивании в различных рыбоводных емкостях в 2012–2014 гг.

Показатели	Ед. изм.	Рыбоводные емкости								
		лоток ейского типа			бассейн			инкубационный аппарат «Амур»		
Год		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Объем	м <sup>3</sup>	1			1			0,2		
Содержание кислорода	мгО/л	6,0	6,1	6,1	6,5	6,0	6,3	8,0	7,6	7,9
Водородный показатель (рН)	ед.	8,0	8,0	8,1	8,1	8,0	8,2	8,0	8,1	8,0
Температура воды	°С	18,0	17,0	18,5	19,0	18,0	19,1	18,0	17,0	18,3

Как видно из данных таблицы, условия содержания молоди судака были оптимальными. Температура воды в период эксперимента изменялась незначительно от 17,0 до 19,1 °С. По показателю водородного показателя (рН) вода была слабощелочной (8,0-8,2). Содержание кислорода не опускалось ниже 6,0 мгО<sub>2</sub>/л.

Кормление личинок судака в аппаратах «Амур» начали сразу после рассасывания желточного мешка и перехода личинок на внешнее питание. Кормили личинок живыми кормами (коловратки, молодь ветвистоусых и веслоногих ракообразных) 5 раз в день. Для этого из «кормовых» прудов отлавливали разноразмерный зоопланктон и процеживали через сачок из сита №17 с целью отделения более мелких форм (коловраток, науплий и копеподитов веслоногих ракообразных). По мере роста личинок размер вносимого зоопланктона увеличивался, т.е. процеживали отловленную культуру через сито №№ 10, 9 и т.д. Кормление живым кормом проводилось по поедаемости. Суточный рацион кормления составлял 50% от массы.

В качестве искусственного корма использовали: в 2012 г. - стартовый форелевый корм; в 2013 г. – декапсулированные яйца артемии салина; в 2014 г. - стартовый форелевый корм. Суточный рацион кормления составил 10%. Испытывали различные плотности посадки: в 2012 г. – 300 шт/ м<sup>3</sup>, в 2013 г. – 400 шт/ м<sup>3</sup>, в 2014 г. – 500 шт/ м<sup>3</sup>.

Результаты подращивания молоди судака в рыбоводных емкостях отражены в таблице 4.

Таблица 4 – Рыбоводно-биологические показатели молоди судака при подращивании в различных рыбоводных емкостях в 2012–2014 гг.

Показатели	Ед. изм.	Рыбоводные емкости								
		лоток ейского типа			бассейн			инкубационный аппарат «Амур»		
Год		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Объем	м <sup>3</sup>	1			1			0,2		
Плотность посадки личинок	шт./м <sup>3</sup>	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Продолжительность подращивания	дни	10			10			10		
Начальная длина личинок	мм	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Конечная длина молоди	мм	6,5	6,5	7,8	4,4	6,5	6,3	5,3	5,3	5,7
Выживаемость молоди	%	37,3	37	42	26	26	25	10,7	11	21
	шт.	112	150	210	78	105	125	32	45	105
Линейный прирост молоди	мм	3,5	3,5	4,8	1,4	3,5	3,3	2,3	2,3	2,7
Рейтинговое место		1	1	1	3	2	2	2	3	3

Как видно из представленных данных, наибольший прирост молоди был достигнут при подращивании в лотках ейского типа, несколько худшие показатели получены при подращивании в инкубационных аппаратах «Амур», самые низкие – в бассейне. В лотках в течение трех лет были получены лучшая выживаемость личинок 37-42%, конечная длина 6,5-7,8 мм и линейный прирост 3,5-4,8 мм. Данный факт объясняется тем, что дополнительно к вносимым кормам (живому и искусственному) при водоснабжении лотков и инкубационных аппаратов из пруда-отстойника с водой также поступали кормовые организмы, из которых были отмечены коловратки, молодь ветвистоусых и веслоногих ракообразных.

В 2013–2014 гг. проводилось также подращивание молоди судака в садках из газового сита, размещенных в экспериментальном пруду.

Кормление молоди судака во всех садках проводилось 3 раза в день живыми кормами (мелкие формы зоопланктона). В садках №№ 2,3,5 дополнительно задавали декапсулированные яйца артемии салина (2 раза в день). Суточный рацион составлял 10% от массы тела молоди. Гидрохимические показатели воды в прудах в период проведения опыта находились в пределах оптимальных значений.

Рыбоводно-биологические показатели молоди судака при подращивании в садках в 2013 г. представлены в таблице 5.

Как видно из представленных данных, наибольшая выживаемость молоди судака (40%) и лучшие значения линейного прироста молоди отмечены при подращивании в садке №1 (садок на каркасе из деревянного бруса, общим объемом 1,0 м<sup>3</sup>, полезный объем при погружении в воду –

Таблица 5 – Рыбоводно-биологические показатели молоди судака при подращивании в садках в 2013 г.

Наименование	Садки					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Объем садка, м <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,25	0,20	0,25	0,50
Плотность посадки, тыс. шт./м <sup>3</sup>	12,5	25,0	26,0	50,0	26,0	44,0
Выживаемость, %	40	10	7,7	20	7,69	9,1
Выживаемость, тыс. шт./м <sup>3</sup>	5,0	2,5	2,0	10,0	2,0	4,0
Выживаемость молоди, %	40,0	10,0	7,7	20,0	7,7	9,1
Начальная длина, мм	3	3	3	3	3	3
Конечная длина, мм	10,0	10,0	7,0	8,0	7,0	8,0
Рейтинговое место	1	6	5	2	4	3

0,8 м<sup>3</sup>). Низкие показатели выживаемости (7,7%), полученные в садках №№3 и 5, являются результатом кормления молоди декапсулированными яйцами артемии салина.

При просмотре под бинокляром было видно, что у молоди «заполнен» кормом только передний отдел пищеварительного тракта, в заднем отделе отмечены остатки пищи и экскременты, закупорившие пищеварительный тракт и вызвавшие гибель молоди судака. У молоди же, подращиваемой на естественной кормовой базе пруда (колоوراتки, молодь ветвистоусых и веслоногих ракообразных, заходящие в садки) пища была распределена по пищеварительному тракту равномерно. Анализируя результаты, полученные при подращивании молоди без использования декапсулированных яиц артемии салина, можно заметить, что при кормлении молоди прудовым зоопланктоном значение выживаемости больше. Так, при 40%-ной выживаемости молоди, полученной при плотности посадки личинок 12,5 тыс. шт./м<sup>3</sup>, выход подрошенной молоди составляет 5,0 тыс. шт./м<sup>3</sup>; при 20%-ной выживаемости молоди, полученной при плотности посадки личинок 50,0 тыс. шт./м<sup>3</sup> – 10,0 тыс. шт./м<sup>3</sup>, т.е. с единицы объема садка достигается вдвое больший выход молоди. Так что плотность посадки 50 тыс. шт./м<sup>3</sup> можно также рекомендовать для производства, надо лишь исключить декапсулированные яйца артемии салина из состава кормов, применяемых при подращивании молоди судака.

По результатам работ 2013 г. было установлено, что лучшие рыбоводно-биологические показатели молоди судака были получены при подращивании в садках из газового сита по сравнению с подращиванием в лотках ейского типа, бассейнах и аппаратах «Амур» [20].

В 2014 г., во время проведения опыта гидрохимический режим в пруду, где были установлены садки, был оптимальным. Средние значения температуры воды составляли 19,5°C, содержание кислорода в воде в утренние часы не опускалось ниже 6 мгО/л, рН – 8,0. Для эксперимента использовали личинки судака, полученные из двух гнезд (М-1 и М-2). Эксперимент проводился в двух вариантах: I вариант – личинки, полученные от искусственного оплодотворения (заводской способ) и II вариант – личинки, полученные от естественного нереста. Подращивание молоди проводили в два этапа, период каждого этапа составлял 10 дней.

После перехода личинок судака на активное питание при рассадке в садки использовали две плотности посадки 10,0 тыс.шт./м<sup>3</sup> и 5,0 тыс.шт./м<sup>3</sup>, каждый вариант опыта проводили в двух повторностях [20]. Для подращивания молоди применяли два вида садков: с полезным объемом 0,8 и 0,5 м<sup>3</sup>.

Посадку на подращивание личинок судака в садки осуществляли 30 апреля. Кормление личинок начали после их адаптации к предложенным условиям (во второй половине дня). В период подращивания личинок судака в качестве живого корма использовали мелкие формы зоопланктона, отловленного из специализированных «дафниевых» прудов. Кормление осуществляли мелкими формами зоопланктона (колоوراتки, науплии ветвистоусых и веслоногих ракообразных). Численность зоопланктона в садках поддерживалась на максимальном уровне с учетом, что часть мелкого зоопланктона могло выйти сквозь стенки садка в пруд.

Начиная с 3-го дня подращивания, постепенно в рацион питания личинок начали вводить стартовый искусственный осетровый корм. Частота кормления в течение первых 10 дней - 6 раз в день; в последующие дни – 4 раза в день. Суточная норма кормления составляет в первые 10 дней - 50% живого корма, из них с постепенным введением стартового искусственного корма и доведением его количества до 10%. Чистка садков производилась заменой садков 1 раз в 5 дней.

Результаты подращивания молоди судака в садках с использованием искусственных кормов на I этапе представлены в таблице 6.

Как видно из данных таблицы, значения всех показателей на первом этапе подращивания во II варианте опыта были выше значений I варианта. Данное обстоятельство говорит о том, что от производителей судака при естественном нересте были получены личинки с лучшими рыбоводно-биологическими показателями: выживаемость молоди была выше на 10,8%, абсолютный линейный прирост на 2,7 мм, абсолютный прирост массы на 1,1 мг.

По результатам эксперимента по рейтингу на 1 месте – молодь из II варианта, которая выращивалась в садках на каркасе объемом 0,8 м<sup>3</sup>; на 2 месте – молодь из II варианта, которая выращивалась в подвешенных садках объемом 0,5 м<sup>3</sup>; на 3 месте – молодь из I варианта опыта из садков на каркасе объемом 0,8 м<sup>3</sup>; на 4 месте, молодь из I варианта опыта в подвешенных садках

Таблица 6 – Результаты подращивания молоди судака в садках с использованием искусственных кормов на I этапе

Показатели	I вариант				II вариант			
	10				10			
Период подращивания, сутки								
Объем садка, м <sup>3</sup>	0,8		0,5		0,8		0,5	
Плотность посадки, тыс. шт./м <sup>3</sup>	8,0		4,0		8,0		4,0	
Плотность посадки, тыс.шт./садок	6,4	6,4	2,0	2,0	6,4	6,4	2,0	2,0
Выживаемость молоди, %	34,3	28,2	21,1	18,4	41,5	43,1	33,2	27,4
Кол-во подрощенной молоди, тыс.шт.	2,2	1,8	0,42	0,37	2,66	2,76	0,66	0,55
Начальная длина, мм	5,0	5,1	5,0	5,1	5,1	5,0	5,0	5,1
Конечная длина, мм	10,2	11,2	10,1	11,1	13,5	14,1	12,3	13,1
Абсолютный линейный прирост, мм	5,2	6,1	5,1	6,0	8,4	9,1	7,3	7,9
Среднее по повторностям	5,6		5,5		8,7		7,6	
Начальная масса, мг	2,2	2,0	2,1	2,0	2,2	2,0	2,1	2,0
Конечная масса, мг	5,6	6,2	5,1	5,8	6,6	7,6	5,9	6,4
Абсолютный прирост, мг	3,4	4,2	3,0	3,8	4,4	5,6	3,8	4,3
Среднее по повторностям	3,8		3,4		5,0		4,1	
Рейтинговое место	3		4		1		2	
Примечание. I вариант, личинки полученные от искусственного оплодотворения; II вариант, личинки полученные от естественного нереста.								

объемом 0,5 м<sup>3</sup>. Следует отметить, что молодь, выращенная в садках большего объема, показала лучшие результаты в обоих вариантах.

Из подрощенной на I этапе молоди судака в количестве: в I варианте – 4790 шт. и во II варианте – 6630 шт. было отобрано для подращивания на 2 этапе по 4200 шт. молоди из каждого варианта, средней массой 10 мг.

Результаты подращивания молоди судака в садках с использованием искусственных кормов на 2 этапе представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты подращивания молоди судака в садках с использованием искусственных кормов на 2 этапе

Показатели	I вариант				II вариант			
	10				10			
Период подращивания, сутки								
Объем садка, м <sup>3</sup>	0,8		0,5		0,8		0,5	
Плотность посадки, тыс. шт./м <sup>3</sup>	2,0		1,0		2,0		1,0	
Плотность посадки, тыс.шт./садок	1,6	1,6	0,5	0,5	1,6	1,6	0,5	0,5
Выживаемость молоди, %	52	50	51	49	61	59	60	58
Кол-во подрощенной молоди, тыс.шт.	0,83	0,80	0,25	0,24	0,98	0,94	0,30	0,29
Начальная длина, мм	10,1	10,0	10,2	10,1	10,1	10,0	10,2	10,1
Конечная длина, мм	15,2	14,9	14,1	14,0	17,8	18,7	17,1	16,6
Абсолютный линейный прирост, мм	5,1	4,9	4,1	3,9	7,7	8,7	6,9	6,5
Среднее по повторностям	5,0		4,0		8,2		6,7	
Начальная масса, мг	5,1	5,0	5,2	5,0	5,1	5,0	5,2	5,0
Конечная масса, мг	20,0	19,1	16,6	16,2	22,1	25,2	21,3	20,1
Абсолютный прирост, мг	14,9	14,1	11,4	11,2	17,0	20,2	16,1	15,1
Среднее по повторностям	14,5		11,3		18,6		15,6	
Рейтинговое место	3		4		1		2	
Примечание. I вариант – личинки, полученные от искусственного оплодотворения; II вариант – личинки, полученные от естественного нереста.								

Как видно из данных таблицы 7, значения всех показателей во II варианте опыта были выше значений I варианта. Данное обстоятельство говорит о том, что от производителей судака при естественном нересте были получены личинки с лучшими рыбоводно-биологическими показателями: выживаемость молоди была выше на 9%, абсолютный линейный прирост на 3,1 мм, абсолютный прирост массы на 4,2 мг.

По рейтингу на 1 месте стоит молодь судака из II варианта, которая выращивалась в садках на каркасе объемом 0,8 м<sup>3</sup>; на 2 месте – молодь из II варианта, которая выращивалась в подвешенных садках объемом 0,5 м<sup>3</sup>; на 3 месте – молодь из I варианта опыта из садков на каркасе объемом 0,8 м<sup>3</sup>; на 4 месте – молодь из I варианта опыта в подвешенных садках объемом 0,5 м<sup>3</sup>. Следует отметить, что молодь, подрощенная в садках большего объема, показала лучшие результаты в обоих вариантах.

В 2014 году впервые в Казахстане было апробировано использование искусственного корма на 2 этапах подращивания молоди судака в садках. Результаты показали, что реакция молоди судака на искусственный стартовый корм для осетровых рыб положительная. Молодь судака при постепенном введении в рацион кормления искусственных кормов начинает их потреблять. Визуально наблюдалась наполненность им пищеварительного тракта и при этом не было явно выраженного отхода.

Результаты двух этапов подращивания молоди судака в садках с использованием искусственных кормов показали преимущество качества личинок, полученных от производителей судака при естественном нересте.

#### **Выводы.**

1. Выклев личинок судака происходит, как правило, в течение 4 – 5 суток; переход на смешанное питание – еще в течение 4 суток.

2. Наилучшим способом подращивания молоди судака следует считать способ подращивания в садках из мельничного сита, установленных в мальковых прудах. При подращивании молоди в садках из мельничного сита можно применять форелевые и осетровые промышленные стартовые корма.

3. Использование декапсулированных яиц артемии салина при подращивании молоди судака недопустимо.

4. При подращивании молоди судака в садках лучше зарыблять садки личинками, полученными от естественного нереста, без использования гипофизарных инъекций.

Методологию работы составили гидрологические, рыбоводно-технологические, рыбоводно-биологические методы исследований.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Тамаш Г., Хорват Л., Тельг И. Выращивание рыбопосадочного материала в рыбоводных хозяйствах Венгрии / Пер. с нем. – М.: Агропромиздат, 1985. – 128 с.
- [2] Радько М.М., Кончиц В.В., Минаев О.В. Биологические основы выращивания судака в условиях прудовых хозяйств Беларуси. – Минск: Институт рыбного хозяйства, 2011. – 168 с.
- [3] Кох В., Банк О., Йенс Г. Рыбоводство / Пер. с нем. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 281 с.
- [4] Карпанин Л.П., Иванов А.П. Рыбоводство. – М.: Изд-во Пищевая промышленность, 1997. – 363 с.
- [5] Черношашенцев А.И., Мильштейн В.В. Рыбоводство. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 272 с.
- [6] Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство. – М.: Высшая школа, 1973. – 453 с.
- [7] Перевозка живой рыбы в герметических емкостях. – М.: Агропромиздат, 1993. – 93 с.
- [8] Боровик Е.А. К вопросу о рационализации рыбного хозяйства на Браславских озерах Белорусской ССР // Е.А. Боровик, П.П. Грибковский. – Труды Белорусск. Отд. ВНИОРХ. – Минск, 1957. – Т. 1. – С. 138-146.
- [9] Ефимов А.Б., Сафронов А.С., Николаев А.И., Березовский А.И., Николаева Н.А. Перспективы использования нерестового стада европейского судака (*Sander lucioperca* (L.)) для целей искусственного воспроизводства в Озернинском водохранилище // Рыбное хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 94-97.
- [10] Кириленко Л.В. Рыбоводственное использование судака (*Stizostedion lucioperca* (L.)) озер Белоруссии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук (03.00.10) / Л.В. Кириленко. – М., 1992. – 20 с.
- [11] Методические указания по искусственному разведению озерного судака. – Л., 1964. – 24 с.
- [12] Трусов В.З. Техника искусственного разведения судака для акклиматизации // Рыбное хозяйство. – 1950. – № 8. – С. 40-43.
- [13] Грибковский П.П. Опыт зарыбления озер ценными промысловыми рыбами: Ученые записки БГУ // Серия биологическая. – 1954. – Вып. 17. – С. 167-174.
- [14] Белый Н.Д. Разведение днепровского судак. – Киев: Изд-во АН УССР, 1954. – 23 с.

- [15] Михеев П.В. Капроновое волокно-нерестовый субстрат // Вопросы прудового рыбоводства. – 1962. – Т. XI. – С. 103-104.
- [16] Лавровский В.В. Особенности нереста судака Курского залива как возможного объекта акклиматизации // Рыбное хозяйство. – 1962. – № 6. – С. 26-30.
- [17] Михеев П.В. Сбор и транспортировка икры судака и леща для зарыбления водохранилищ / П.В. Михеев, Е.В. Мейснер. Рыбное хозяйство. №3. 1954. С.36 – 41.
- [18] Кончиц В.В., Мамедов Р.А., Чутаева А.И. и др. Абиотические и биотические условия при выращивании разновозрастного судака с целью формирования маточного стада / В.В. Кончиц и др. // Сборник научных трудов «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси». – Минск: Технопринт, 2007. – С. 63-70.
- [19] Минаев О.В., Мамедов Р.А. Возможность содержания и формирования ремонтно-маточного стада судака, отловленного в естественных водоемах, в прудовых хозяйствах Республики Беларусь // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 30-37.
- [20] Бадрызлова Н.С. Особенности выращивания рыбопосадочного материала судака в условиях Чиликского прудового хозяйства // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – 2016. – № 2(314). – С. 41-49.

## REFERENCES

- [1] Tamash G., Horvat L., Tel'g I. Vyrashhivanie ryboposadochnogo materiala v rybovodnyh hozjajstvah Vengrii [Breeding the plant material of fishes in fish-breeding farms of Hungary]. Trans. from germany. Moscow: Agropromizdat, **1985**. 128 p. (in Russian)
- [2] Rad'ko M.M., Konchits V.V., Minaev O.V. Biologicheskie osnovy vyrashhivaniya sudaka v uslovijah prudovyh hozjajstv Belarusi. [The biological fundaments of growing the pikeperch in conditions of pond fish-breeding farms of Belarus] Minsk. Institut rybnogo hozjajstva [The institute of fishery], **2011**. 168 p. (in Russian)
- [3] Koh V., Bank O., Jens G. Rybovodstvo [The fish-breeding] Trans. from germany. Moscow: Pishhevaja promyshlennost', **1980**. 281 p. (in Russian)
- [4] Karpanin L.P., Ivanov A.P. Rybovodstvo [The fish-breeding]. Moscow: Pishhevaja promyshlennost', **1997**. 363 p. (in Russian)
- [5] Chernomashentsev A.I., Mil'shtejn V.V. Rybovodstvo [The fish-breeding]. Moscow: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', **1983**. 272 p. (in Russian)
- [6] Martyshhev F.G. Prudovoe rybovodstvo. [The fish-breeding in ponds]. Moscow: Vysshaja shkola, **1973**. 453 p. (in Russian)
- [7] Perevozka zhivoj ryby v germeticheskikh emkostjakh [Transporting the lively fishes in hermetical tanks]. Moscow: Agropromizdat, **1993**. 93 p. (in Russian)
- [8] Borovik E.A. K voprosu o racionalizacii rybnogo hozjajstva na Braslavskih ozerah Belorusskoj SSR [For the problem of rationalization of fishery on the Braslav lakes of belorus SSR]. Trudy Belorussk. otd. VNIORH, Minsk. **1957**, 1, 138-146. (in Russian)
- [9] Efimov A.B., Safronov A.S., Nikolaev A.I., Berezovskij A.I., Nikolaeva N.A. Perspektivy ispol'zovanija nerestovogo stada evropejskogo sudaka (Sander Lucioperca (L.)) dlja tselej iskusstvennogo vosproizvodstva v Ozerinskom vodohranilishhe [Perspectives of using the spawning group of european pikeperch (Sander Lucioperca (L.)) for the purposes of yand-made reproduction in water reservoir Ozerninskoye]. Rybnoe hozjajstvo, **2011**. 4 : 94-97. (in Russian)
- [10] Kirilenko L.V. Rybohozjajstvennoe ispol'zovanie sudaka (Stizostedion Lucioperca (L.)) ozer Belorussii [Using the pikeperch in fish-breeding purposes in the lakes of Belorussiya]: Avtoref. Dissertation for candidate of biological sciences (03.00.10).L.V. Kirilenko. Moscow: **1992**. 20 p. (in Russian)
- [11] Metodicheskie ukazaniya po iskusstvennomu razvedeniju ozernogo sudaka [The methods according to the hand-made breeding of the pikeperch]. Leningrad, 1964. 24 p. (in Russian)
- [12] Trusov V.Z. Tehnika iskusstvennogo razvedeniya sudaka dlja akklimatizatsii [Technical of hand-made breeding of pikeperch for the acclimatization]. Rybnoe hozjajstvo, **1950**. 8 : 40-43.
- [13] Gribkovskij P.P. Opyt zarybleniya ozer tsennymi promyslovymi rybami [The experience of fish-putting ]. Uchenye zapiski BGU. Serija biologicheskaja, **1954**. 17 : 167-174.
- [14] Belyj N.D. Razvedenie dneprovskogo sudaka [Breeding of the pikeperch from Dnepr river] / Kiyev: AN USSR. **1954**. 23 pp. (in Russian)
- [15] Miheev P.V. Kapronovoe volokno – nerestovyj substrat [The fibre of kapron like a substrate for spawning]. Voprosy prudovogo rybovodstva, **1962**. 4 : 103-104. (in Russian)
- [16] Lavrovskij V.V. Osobennosti neresta sudaka Kurskogo zaliva kak vozmozhnogo ob'ekta akklimatizacii [Peculiarities of spawning the pikeperch of Kursk gulf like potential object of acclimatization]. Rybnoe hozjajstvo, **1962**. 6 : 26-30. (in Russian)
- [17] Miheev P.V. Sbor i transportirovka ikry sudaka i leshha dlja zarybleniya vodohranilishh [Stocking up and the transporting of spawn by the pikeperch and the Bram for putting to water reservoirs]. Rybnoe hozjajstvo, **1954**. 3 : 36-41. (in Russian)

[18] Konchits V.V., Mamedov R.A., Chutaeva A.I. & others. Abioticheskie i bioticheskie uslovija pri vyrashhivanii raznovozrastnogo sudaka s cel'ju formirovanija matochnogo stada [Abiocal and bionic conditions by the breeding of different ages of pikeperch with the purpose of forming the sires group]. Minsk Sbornik nauchnyh trudov «Institut rybnogo hozjajstva NAN Belarusi», **2007**. 63-70 p. (in Russian)

[19] Minaev O.V., Mamedov R.A. Vozmozhnost' soderzhaniya i formirovaniya remontno-matochnogo stada sudaka, otlovlennogo v estestvennyh vodoemah, v prudovyh hozjajstvah Respubliki Belarus [Possibility of maintenance and forming the sires group of pikeperch stocked up in natural water basins in the ponds farms of Republic of Belarus]. Rybovodstvo i rybnoe hozjajstvo, **2011**. 1 : 30-37. (in Russian)

[20] Badryzlova N.S. Osobennosti vyrashhivaniya ryboposadochnogo materiala sudaka v uslovijah Chilikskogo prudovogo hozjajstva [Peculiarities of breeding the fish planting material of pikeperch in conditions of Chilik ponds farm]. **2016**. Izvestija NAN RK. Serija biologicheskaja i medicinskaja, 2 (314) : 41-49. (in Russian)

**С. К. Қойшыбаева**

«Балық шаруашылығы қазақ ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан

**АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ БАЛЫҚ ӨСІРУ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА  
УЫЛДЫРЫҚТЫҢ ИНКУБАЦИЯСЫ МЕН КӨКСЕРКЕ ҚҰРТШАБАҒЫН ӨСІРУІНІҢ  
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ**

**Аннотация.** Қазақстанның балық өсіру шаруашылықтарында көксеркенің балық көшетін материалын алу биотехнологиялық әдістерінің дамыту қажеттілігі көрсетілген. Зерттеулердің қолданатын әдістерінен гидрологиялық, балық өсіру – технологиялық, балық өсіру биологиялық әдістері атап өтілген. Зерттеу нәтижелеріне уылдырық инкубациясының температуралық сипаттамалары, бастау және бітіру мезгілдері, балаңқұрттардың шоқуын өткізу және әртүрлі жағдайларда көксерке құртшабағын өсіруі қосылады. Көксерке өсіруінің келтірілген технологиялық тәсілдерінен алыптарда, шыныпластик науаларында, диірмен қалбырларында кішілеу кемелерінде құртшабақтардың өсіру тәсілдері сипатталған. Ол диірмен електен жасушаларында тәрбиелеу кезінде кәмелетке толмағандардың істері жөніндегі көксеркені азықтандыру жол бермеуі көрсетілген.

**Түйін сөздер:** көксерке, уылдырықтың инкубациясы, балаңқұрт алды, балаңқұрттар, құртшабақтың өсіруі, алаптар, науа, кішілеу кемелері.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 203 – 208

**E. G. Krupa, N. Ainabayeva**

Institute of Zoology, CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: elena\_krupa@mail.ru

**ZOOPLANKTON OF SHARDARA RESERVOIR**

**Abstract.** Zooplankton of Shardara reservoir was represented by 60 species. The number of zooplankton was equal to an average of 92,882 specimens/m<sup>3</sup>. Copepods and rotifers were dominated. The zooplankton biomass reached an average of 966.0 mg/m<sup>3</sup>. Cyclops *Acanthocyclops trajani* were dominated. The average values of Shannon-Weaver index amounted to 2.24 bits/ind and 1.23 bits/mg. The value of the average individual weight of the individual is equal to 0.0082 mg. The structure of zooplankton in the greater part of the area was relatively homogeneous.

**Keywords:** zooplankton, abundance, biomass, dominant species, index of Shannon-Weaver.

УДК 591.524 (574.41)

**Е. Г. Крупа, Н. Айнабаева**

РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

**ЗООПЛАНКТОН  
ШАРДАРИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

**Аннотация.** В июне 2015 г. зоопланктон Шардаринского водохранилища был представлен 60 таксонами. Численность сообщества составила в среднем 92882 экз/м<sup>3</sup>. Доминировали веслоногие ракообразные и коловратки. Биомасса планктонных беспозвоночных достигала в среднем 966,0 мг/м<sup>3</sup>. Абсолютное лидерство принадлежало *Acanthocyclops trajani*. Средние значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера составили 2,24 бит/экз и 1,23 бит/мг. Величина средней индивидуальной массы особи была равна 0,0082 мг и отражала доминирование в зоопланктоне мелкоразмерных коловраток и младших возрастных стадий циклопов. При выраженной амплитуде количественных показателей на большей части акватории структура зоопланктона была относительно однородной. В отдельные кластеры выделились залив Арнасай и прибрежная зона в верхней части водохранилища.

**Ключевые слова:** зоопланктон, численность, биомасса, доминирующие виды, индекс разнообразия Шеннона-Уивера.

Шардаринское водохранилище образовано в 1965 г. для ирригационных и энергетических целей путем зарегулирования стока р. Сырдарьи. Длина водохранилища при полном наполнении достигает 80 км, максимальная ширина – 25 км. Шардаринское водохранилище является водоемом с неустойчивым гидрологическим режимом. При ежегодной сработке водохранилища от весны к осени его площадь сокращается более чем в 3 раза.

Структурные показатели зоопланктона Шардаринского водохранилища были исследованы летом 2015 г. Отбор и обработку гидробиологических проб проводили стандартными методами [1-6]. Для характеристики структуры зоопланктона определяли общее число видов, среднее число видов на пробу, численность, биомассу таксономических групп и сообщества, величину средней индивидуальной массы особи, состав и число доминирующих видов (по численности и биомассе), соотно-

шение таксономических групп, размеры половозрелых особей, индекс разнообразия Шеннона-Уивера [7]. Кластерный анализ и расчет значений индекса Шеннона-Уивера выполнены с использованием программы Primer 5.

В составе зоопланктона было выявлено 60 таксонов, из которых коловраток – 37, ветвистусых – 11, веслоногих – 6, факультативных обитателей толщи воды – 6. Фоновыми видами, с частотой встречаемости более 50%, были коловратки *Synchaeta stylata*, *Synchaeta vorax*, *Polyarthra sp.*, *Keratella cochlearis*, *Pompholyx sulcata*, ветвистоусые *Daphnia galeata*, *Leptodora kindtii*, *Diaphanosoma mongolianum*, веслоногие *Thermocyclops taihokuensis*, *Acanthocyclops trajani*. Разнообразие планктонных беспозвоночных изменялось по акватории от 9 до 31 вида.

Численность зоопланктона находилась на умеренном уровне – в среднем 92,8 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Ее основу – 48,2-50,1%, формировали две группы – веслоногие ракообразные и коловратки. Ветвистоусые были малочисленны. Доминантный комплекс включал 5 видов (таблица 1), среди которых ведущая роль принадлежала циклопу *Acanthocyclops trajani*. Биомасса планктонных беспозвоночных достигала в среднем 966,0 мг/м<sup>3</sup>. Абсолютное лидерство принадлежало веслоногим ракообразным, с ведущим положением циклопа *Acanthocyclops trajani*. На его долю приходилось 89,5% суммарного показателя.

Таблица 1 – Состав доминирующих видов зоопланктона Шардаринского водохранилища, лето 2015 г.

Название вида	Доля в численности, %	Доля в биомассе, %
<i>Synchaeta stylata</i>	14,2	1,5
<i>Polyarthra sp.</i>	10,3	0,3
<i>Pompholyx sulcata</i>	9,7	0,1
<i>Thermocyclops taihokuensis</i>	10,3	2,1
<i>Acanthocyclops trajani</i>	38,2	86,7

Разнообразие зоопланктона, оцениваемое по распределению видов в суммарной численности, находилось на относительно высоком уровне (таблица 2). Распределение видов по биомассе было менее равномерным, что отражали более низкие значения индекса Шеннона-Уивера. Это обусловлено выраженным доминированием по биомассе единственного вида – циклопа *Acanthocyclops trajani*. Значения средней индивидуальной массы особи – в среднем 0,0082 мг/особь, отражали мелкоразмерный состав сообщества, в котором преобладали коловратки, а также младшие возрастные стадии веслоногих ракообразных.

Таблица 2 – Структурные показатели зоопланктона Шардаринского водохранилища, лето 2015 г.

Станция	Число видов	Индекс Шеннона-Уивера		Средняя индивидуальная масса особи, мг
		бит/экз	бит/мг	
1	15	2,39	1,33	0,0043
2	18	2,40	1,43	0,0018
3	10	2,35	1,57	0,0038
4	10	1,73	0,85	0,0056
5	31	2,69	0,51	0,0127
6	13	2,48	1,51	0,0067
7	12	2,00	0,82	0,0105
8	9	1,00	0,34	0,0230
9	14	2,42	1,28	0,0148
10	16	2,50	1,57	0,0074
11	17	2,55	0,92	0,0077
12	16	2,51	1,61	0,0071
13	22	2,07	2,26	0,0016
Среднее	15,6	2,24	1,23	0,0082

Анализ сходства зоопланктона по различным частям акватории выявил разбиение станций на три кластера, различающихся по составу видов на уровне более 50% (рисунок 1). Первые два кластера включали всего по одной станции – залив Арнасай (ст. 5) и зону в верхней части водохранилища вблизи правого берега (ст. 13). Зоопланктон остальной части водохранилища был близок по видовому составу. В отдельный подкластер выделились станции в верхней части водоема (ст. 10-12). Одним из основных факторов, обуславливающих своеобразие видового состава зоопланктона, очевидно, можно считать степень зарастаемости участков макрофитами – она достигает 50-100 % на станциях 1 и 2 кластера и в верхней части акватории.

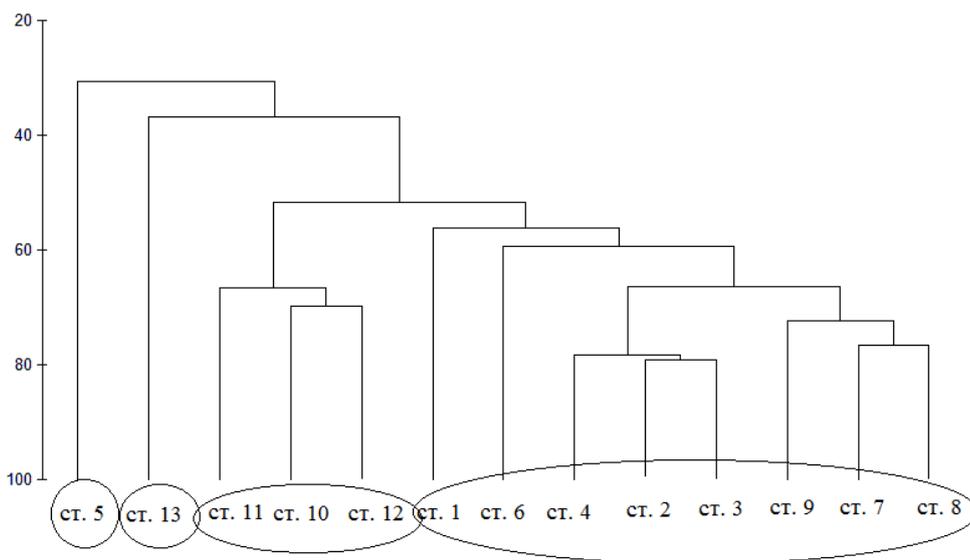


Рисунок 1 – Дендрограмма сходства видового состава зоопланктона Шардаринского водохранилища, лето 2015 г.

Для 1-го и 2-го кластеров было характерно наиболее высокое разнообразие зоопланктона – 31 вид в заливе Арнасай (1 кластер) и 22 вида в верхнем правобережье (ст. 13). Оба этих участка отличались мелководностью и хорошо развитой водной растительностью. На станциях 3-го кластера, в который вошла большая часть акватории водохранилища, разнообразие зоопланктона варьировало от 9 до 18 таксонов, в среднем составив 13,6 таксонов на пробу.

Распределение численности зоопланктона по акватории характеризовалось выраженной неравномерностью – от 18 531 экз/м<sup>3</sup> до 488 039 экз/м<sup>3</sup> (рисунок 2). Биомасса изменялась в пределах 86,5–6214,4 мг/м<sup>3</sup> (рисунок 3).

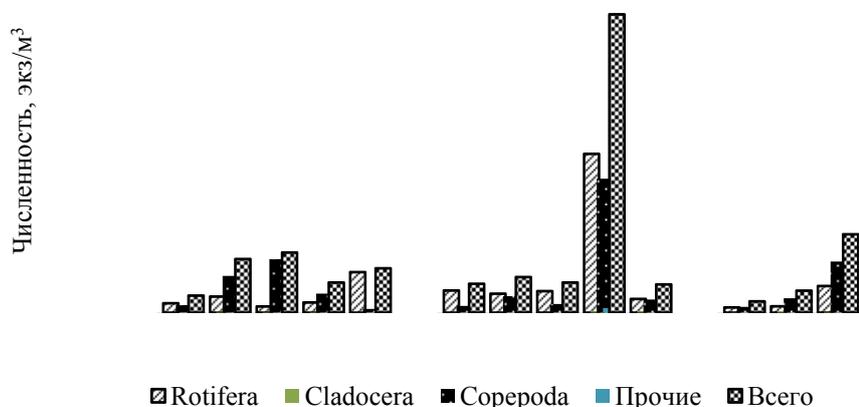


Рисунок 2 – Распределение численности зоопланктона по акватории Шардаринского водохранилища, лето 2015 г.

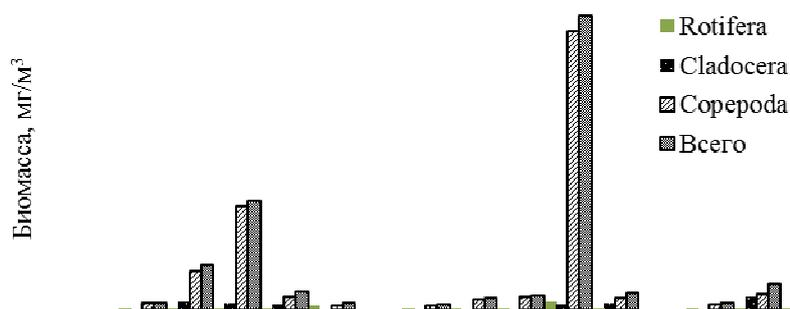


Рисунок 3 – Распределение биомассы зоопланктона по акватории Шардаринского водохранилища, лето 2015 г.

Максимальные количественные показатели были зафиксированы в заливе Арнасай (1 кластер) (таблица 3). По численности доминировали коловратки, при субдоминирующем положении – веслоногие. Последние формировали более 90% суммарной биомассы.

Таблица 3 – Количественные показатели зоопланктона Шардаринского водохранилища по выделенным кластерам, лето 2015 г.

Кластер	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Прочие	Всего
I (ст.5)	259753 141,6	2034 90,6	219025 5892,5	7227 89,8	488039 6214,4
II (ст. 13)	66254 63,0	224 7,7	5960 48,3	32 0,01	72470 119,0
III (остальная акватория)	23287 8,13	944 76,3	34556 481,5	27 0,01	58814 565,9
Среднее	44782 22,6	972 72,1	46546 864,4	581 6,9	92882 966,0

Примечание. В числителе численность, экз/м<sup>3</sup>, в знаменателе – биомасса, мг/м<sup>3</sup>.

В прибрежной зоне верхней части водохранилища (2 кластер) численность зоопланктона была на порядок меньше. Доминировали коловратки. По биомассе субдоминировали веслоногие (таблица 4). На большей части акватории, вошедшей в 3-й кластер, численность зоопланктона варьировала в широких пределах – от 18 531 до 128 177 экз/м<sup>3</sup>, при среднем значении 58 814 экз/м<sup>3</sup>. Доминировали веслоногие, формировавшие 58,8% численности и 85,1% биомассы сообщества. Субдоминирующее положение по численности занимали коловратки.

Таблица 4 – Доля таксономических групп в количественных показателях зоопланктона Шардаринского водохранилища по выделенным кластерам, лето 2015 г.

Кластер	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Прочие
I (ст.5)	53,2 2,3	0,4 1,5	44,9 94,8	1,5 1,4
II (ст. 13)	91,4 52,9	0,3 6,5	8,2 40,6	0,04 0,01
III (остальная акватория)	39,6 1,4	1,6 13,5	58,8 85,1	0,05 0,01

Примечание. В числителе доля в суммарной численности, в знаменателе – доля в суммарной биомассе.

Зоопланктон выделенных кластеров отличался и по другим структурным показателям – составу доминирующих групп, индексу разнообразия Шеннона-Уивера, размерной структуре (таблицы 5, 6).

Таблица 5 – Состав доминирующих видов в зоопланктоне Шардаринского водохранилища по выделенным кластерам, лето 2015 г.

Кластер	Доля в суммарной численности зоопланктона, %
I (ст.5)	<i>Acanthocyclops trajani</i> (42,2), <i>Synchaeta stylata</i> (16,0), <i>Hexarthra oxyuris</i> (13,6), <i>Polyarthra sp.</i> (10,8)
II (ст. 13)	<i>Synchaeta stylata</i> (67,7)
III (остальная акватория)	<i>Acanthocyclops trajani</i> (39,2), <i>Thermocyclops tahokuensis</i> (16,7), <i>Pompholyx sulcata</i> (13,6), <i>Polyarthra sp.</i> (10,5)

Таблица 6 – Структура зоопланктона Шардаринского водохранилища по выделенным кластерам, лето 2015 г.

Кластер	Число видов	Индекс Шеннона-Уивера		Средняя масса особи, мг
		бит/экз	бит/мг	
I (ст.5)	31	2,69	0,51	0,0127
II (ст. 13)	22	2,07	2,26	0,0016
III (остальная акватория)	9-18	2,21	1,20	0,0084

На большей части акватории (3 кластер) в состав доминантного комплекса входила коловратка *Pompholyx sulcata* и циклоп *Thermocyclops tahokuensis*. Только в заливе Арнасай (1 кластер) отмечалась высокая численность коловратки *Hexarthra oxyuris*. За исключением ст. 13 (2 кластер), доминирующее положение по численности на большей части акватории занимал циклоп *Acanthocyclops trajani*.

Таким образом, в июне 2015 г. зоопланктон Шардаринского водохранилища характеризовался сравнительно высоким разнообразием – 60 таксонов. Численность сообщества составила в среднем 92 882 экз/м<sup>3</sup>. Доминировали веслоногие ракообразные и коловратки. Биомасса планктонных беспозвоночных достигала в среднем 966,0 мг/м<sup>3</sup>. Доминантный комплекс включал 5 видов, среди которых ведущая роль принадлежала циклопу *Acanthocyclops trajani*. Численность зоопланктона изменялась в пределах от 18 531 экз/м<sup>3</sup> до 488 039 экз/м<sup>3</sup>, при размахе колебаний биомассы – от 86,5 до 6214,4 мг/м<sup>3</sup>. Средние значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера составили 2,24 бит/экз и 1,23 бит/мг. Величина средней индивидуальной массы особи была равна 0,0082 мг и отражала доминирование в зоопланктоне мелкоразмерных коловраток и младших возрастных стадий циклопов. При выраженном размахе колебаний количественных показателей структура зоопланктона на большей части акватории была относительно однородной. В отдельные кластеры выделились залив Арнасай и прибрежная зона в верхней части водохранилища, что может быть связано с развитием гидрофитов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Зоопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах / Под ред. Г. Г. Винберг, Г. М. Лаврентьева. – Ленинград, 1984. – 33 с.
- [2] Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Косс М.С. Определитель Calanoida пресных вод СССР. – СПб.: Наука, 1991. – 504 с.
- [3] Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Ленинград: Наука, 1964. – 744 с.
- [4] Рылов В.М. Фауна СССР. Ракообразные. Cyclopoidea пресных вод. – М.: Наука, 1948. – 312 с.
- [5] Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Вып. 2 / Под ред. С. Я. Цалолыхин. – СПб., 1995. – 628 с.
- [6] Балужкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. – Ленинград, 1979. – С. 58-79.
- [7] Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1998. – 184 с.

REFERENCES

- [1] Winberg G.G., Lavrenteva G.P. (ed.). Zooplankton and its products. Guidelines for the collection and processing of materials in hydrobiological studies in freshwater waterbodies. Leningrad: GosNIORKh, 1984. 33 p.
- [2] Borutsky E.V., Stepanova L.A., Koss M.S. Taxonomic Key of fresh waters Calanoida. SPb.: Science, 1991. 504 p.
- [3] Kutikova L.A. Fauna of Rotifera of the USSR. L., 1970. 744 p.
- [4] Rylov V. M. Fauna of the USSR. Crustacea. Cyclopoida of fresh waters. Vol. 3. Issue 3. M., L.: Academy of Sciences of the USSR, 1948. 320 p.
- [5] Tsalolihin SY (ed.). Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. Vol. 2. SPb., 1995. 628 p.
- [6] Balushkina E.V., Vinberg G.G. Dependence between length and weight of planktonic crustaceans. Experimental and field studies of the biological bases of lake productivity. L., 1979. P. 58-79.
- [7] Megarran E. Ecological diversity and its measurement. Moscow: Mir, 1998. 184 p.

**Е. Г. Крупа, Н. Айнабаева**

ҚР БҒМ ҒК «Зоология институты» РМҚ, Алматы, Қазақстан

**ШАРДАРА СУҚОЙМАСЫНЫҢ ЗООПЛАНКТОНДАРЫ**

**Аннотация.** 2015 жылдың маусым айында Шардара суқоймасында зоопланктон 60 таксонмен айқын болды. Қауымдастықтың орташа саны 92882 экз/м<sup>3</sup> құрады. Ескекәяқтылар мен коловраткалар доминанттығын көрсетті. Планктондық омыртқасыздар биомассасының орташа көрсеткіші 966,0 мг/м<sup>3</sup> жетті. Абсолютті басымдылық *Acanthocyclops trajani* тиісті болды. Шеннон-Уивер алуантүрлілік индексінің орташа саны 2,24 бит/экз және 1,23 бит/мг құрады. Даралардың орташа жеке салмағы 0,0082 мг тең болып, шағын көлемді коловраткалар мен циклоптардың төменгі жастағы стадиялары зоопланктонда доминанттылығын байқатты. Айқын амплитудағы сандық көрсеткіштері акваторияның басым бөлігі бойынша біршама біркелкі болды. Арнасай шығанағы мен суқойманың жоғарғы аймағындағы жағалауы жеке кластерлерге бөлінді.

**Түйін сөздер:** зоопланктон, саны, биомасса, доминантты түрлер, Шеннон-Уивер алуантүрлілік индексі.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 209 – 215

**T. T. Troshina, Zh. O. Mazhibayeva**

Kazakh Scientific Research Institute of Fishery, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: t.t.troshina@mail.ru, mazhibayeva@mail.ru

**HYDROBIOLOGICAL FEATURE  
OF A RESERVOIR TOMASCH-NOGAS BY SEASONS**

**Abstract.** In this article the composition of zooplankton and zoobenthos, their number and biomass, seasonal features of development of biocoenosis reservoir Tomasch-Nogas in August 2014 and in April 2016 is given. The features of the distribution of organisms in the coastal and central parts of the reservoir, as well as the degree of similarity of the species in these areas, the seasonal assessment of the trophic status of Tomas-Nogas saprobiological and characterization of water status are considered.

In seasonal aspect, in spring 2016 biodiversity of zooplankton and zoobenthos was 1.7-2.0 times higher relatively to summer 2014. The level of the quantitative development of zooplankton was ranged considerably, from very low in August 2014 to a high in April 2016, zoobenthos indicators were always low and seasonal aspect changed slightly.

Saprobiological state of water in the two-year study is characterized as oligo- $\beta$ -mesosaprobic appropriate, practical, clear waters.

**Keywords:** fauna, zooplankton, zoobenthos, biodiversity, number, biomass, similarity, trophicity, saprobiological.

УДК 591.524.11

**Т. Т. Трошина, Ж. О. Мажобаева**

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», Алматы, Казахстан

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ВОДОЕМА ТУМАШ-НОГАС ПО СЕЗОНАМ**

**Аннотация.** Приведен состав фауны планктона и бентоса водоема Томаш-Ногас. Определен уровень количественного развития биоценозов в апреле 2016 г. в сравнении с августом 2014 г. Выявлены особенности распределения организмов в прибрежной и центральной частях водоема, а также степень видового сходства этих районов, дана сезонная оценка трофического статуса Томаш-Ногас и сапробиологическая характеристика состояния воды.

В сезонном аспекте весной 2016 г. биоразнообразие зоопланктона и зообентоса 1,7-2,0 раза выше относительно лета 2014 г. Уровень количественного развития зоопланктона значительно колебался, от очень низкого в августе 2014 г. до высокого в апреле 2016 г. Показатели зообентоса постоянно были низкими и в сезонном аспекте изменялись незначительно.

Сапробиологическое состояние воды в оба года исследования характеризуется как олиго- $\beta$ -мезосапробное соответствующее, практически, чистым водам.

**Ключевые слова:** фауна, зоопланктон, зообентос, биоразнообразие, численность, биомасса, трофность, сапробность.

**Введение.** Томаш-Ногас является пойменным водоемом правобережного низовья р. Иле. Он расположен в Балхашском районе Алматинской области, в 25–30 км северо-западнее пос. Кок-Жиде. Длина его составляет 1,8 км, при ширине 0,15 км и средней глубине 2,3 м. Котловина

водоема обильно зарастает мягкой водной растительностью и частично заливается черными илами. Вдоль берегов растет камыш. Тумаш-Ногаспополняется водой в весенний период из р. Иле, а также за счет весеннего снеготаяния [1].

Летом в 2014 г. и весной 2016 г. ТОО «КазНИИРХ» проводил комплексные работы на водоеме, выполняя программу НИР по рыбохозяйственному устройству, мелиорации и зарыблению Тумаш-Ногас.

Для определения экологического состояния водоема и его кормовых ресурсов в толще воды и придонном слое проводились гидробиологические исследования Тумаш-Ногас. Аналогичных данных в литературе не встречено.

**Материал и методы исследования.** Гидробиологический материал – пробы зоопланктона и зообентоса отбирались в соответствии с общепринятыми методиками [2].

Микроскопирование и идентификация организмов проводились в лаборатории посредством микроскопов МБС-10, МСХ-200 и МСХ-300 с использованием определителей соответствующих групп [3-8]. При расчетах индивидуального веса организмов применялись уравнения линейно-весовой зависимости (зоопланктон) и электронные весы (зообентос) [2].

Таблицы видового состава гидробионтов толщи воды и донных биотопов составлены с учетом индексов сапробности видов, публикуемых в общем списке индикаторов сапробности для европейских водоемов [9,10].

### Результаты и их обсуждение

**Зоопланктон.** Общий состав фауны планктона Тумаш-Ногас в августе 2014 г. и в апреле 2016 г. включала 37 компонентов, из которых: 21 – коловратки, 7 – ветвистоусые рачки, 6 – веслоногие рачки и 3 - олигохеты, нематоды и личинки рыб. При этом весной 2016 г. зоопланктон в 1,7 раза разнообразнее относительно лета 2014 г. за счет большей представленности видов ветвистоусых и веслоногих рачков (таблица 1).

Наиболее разнообразны в планктонном сообществе Тумаш – Ногас коловратки. Число их видов в оба года исследования, практически, одинаково – 14 и 13. Но видовая представленность коловраток весной и летом различная и коэффициент видового сходства их в межсезонном аспекте составляет по Серенсену всего 37 % [11]. При этом весной 2016 г. выделяется абсолютный доминант, крупная коловратка – *A. p. priodonta*, создающая более 90 % общей численности и биомассы зоопланктона. Летом 2014 г. в сообществе преобладают мелкие коловратки, *K. cochlearis*, *K. c.tecta* *P. vulgaris* и *Synchaetasp.*.

Из общего состава зоопланктеров (37 компонентов) 18 видов (49 %) являются индикаторами сапробиологического состояния воды водоема. Распределение их по зонам сапробности и годам приведено в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что количество видов – индикаторов весной 2016 г. в 2,5 раза больше относительно лета 2014 г. При этом в оба года исследования они являются показателями олиго-сапробной, олиго-β-мезосапробной и β-мезосапробной зон. А наибольшее количество их регистрируется в олиго-β-мезосапробной (сапробность 1,4–1,55) зоне, указывая на низкий уровень загрязнения, соответствующий, практически, чистым водам.

Общее разнообразие зоопланктона меняется по акватории водоема, уменьшаясь весной и летом на открытых, более глубоких участках. Такое снижение связано, в основном, с сокращением видов коловраток, которые предпочитают зарослевые, прибрежные районы.

Веслоногие ракообразные также более разнообразны в прибрежной полосе.

Ветвистоусые рачки весной 2014 г. одинаково представлены на мелководье и более открытой акватории – по 5 представителей, соответственно.

Коэффициент видового сходства зоопланктоценоза прибрежья и открытой акватории водоема Тумаш-Ногас составляет по Серенсену 50-61 %, указывая на изменение состава с продвижением вглубь водоема [11].

Уровень количественного развития зоопланктона Тумаш-Ногас характеризуется значительными колебаниями, изменяясь от очень низкого в августе 2014 г. до высокого в апреле 2016 г. (таблица 3).

Таблица 1 – Таксономический состав, сапробность, индекс сапробности (s) и частота встречаемости (f, %) видов фауны планктона водоема Тумаш - Ногас (р. Иле) в августе 2014 г. (I) и апреле 2016 г. (II)

Таксоны	Сапробность	Индекс сапробности (s)	I	II	f, %
<b>Rotifera</b>					
<i>Asplanchna p. priodonta</i> Gosse, 1850	O-β	1,55	+	+	75
<i>Notommata</i> sp.	–	–	+	–	25
<i>Proa</i> sp.	–	–	+	–	25
<i>Trichotriapocillum</i> (Mull., 1776)	0	1,1	–	+	25
<i>Synchaeta</i> sp.	–	–	+	+	100
<i>Synchaetastylata</i> Wierz. 1893	O	1,0	+	–	25
<i>Polyarthravulgaris</i> Carlin, 1943	β	1,75	+	–	50
<i>Polyarthra</i> sp.	–	–	–	+	25
<i>Lecane</i> (s.str.) <i>luna</i> Mul. 1776	O-β	1,55	–	+	25
<i>Lecane</i> (M.) <i>b. bulla</i> (Gosse, 1832)	O-β	1,35	+	+	50
<i>Lecane</i> sp.			–	+	25
<i>Euchlanis d. deflexa</i> Gosse, 1851	O-β	1,5	+	+	50
<i>Euchlanis incise</i> Carlin, 1939	O-β	1,5	–	+	25
<i>Euchlanis oropha</i> Gosse, 1887	O-β	1,5	–	+	50
<i>Euchlanis pyriiformis</i> Gosse, 1851	O-β	1,5	–	+	25
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	β-0	1,55	–	+	50
<i>Keratella tecta</i> Gosse, 1851	–	–	+	–	25
<i>Hexarthra fennica</i> (Levander, 1892)	β	1,7	+	–	50
<i>Filinia longiseta</i> Ehren., 1889	β	2,0	–	+	25
<i>Rotatoria</i> sp.	–	–	+	–	25
<i>Bdelloida</i> gen. sp.	–	–	+	–	50
<b>Cladocera</b>					
<i>Diaphanosoma</i> sp.	–	–	+	–	50
<i>Chydorus latus</i> Sars, 1862	o	1,1	–	+	25
<i>Chydorus sphaericus</i> (Mull., 1785)	β	1,75	–	+	50
<i>Daphnia</i> sp.	–	–	–	+	25
<i>Alona affinis</i> Leydig, 1860	O	1,1	–	+	50
<i>Alona</i> sp.	–	–	–	+	50
<i>Bosmina</i> (B.) <i>longirostris</i> (Mull.)	O-β	1,55	–	+	50
<b>Copepoda</b>					
<i>Cyclops kolensis</i> Lilljeborg, 1901	–	–	–	+	50
<i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1875	β	2,15	–	+	25
<i>Cyclops</i> sp.	–	–	–	+	25
<i>Cyclopoida</i> gen. sp.	–	–	+	+	75
<i>Diaptomida</i> gen. sp.	–	–	–	+	25
<b>Others</b>					
<i>Chaetogaster</i> sp.	–	–	–	+	25
<i>Nematoda</i> gen. sp.	–	–	+	+	25
Личинки рыб	–	–	+	+	25
Итого видов 37			16	27	

Таблица 2 – Распределение числа видов-индикаторов сапробности водоема Тумаш-Ногас по зонам -О, О-β, -β, β-α, -α в августе 2014 г. (I) и в апреле 2016 г. (II)

Зоны сапробности	I	II
О (индексы 1,0-1,4)	1	3
О-β (индексы 1,4-1,55)	3	9
β (индексы 1,7- 2,15)	2	3
β-α ( индексы 2,5)	–	–
α (индексы 2,75)	–	–
Общее число видов-индикаторов	6	15
Общее число видов	16	27
% индикаторов от общего числа видов	38	56

Таблица 3 – Средние численность (N, экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (B, мг/м<sup>3</sup>) основных групп зоопланктона Тумаш-Ногас (р. Иле) в апреле 2016 г. (I) и августе 2014 г. (II)

Таксоны	I		II	
	N	B	N	B
Rotifera	82673	2360,54	5315	1,23
Cladocera	2506	17,20	30	0,25
Copepoda	5350	103,55	2283	0,55
Others	1010	0,11	0	0
Всего	91540	2481,40	7629	2,03

Основу зоопланктоценоза в августе 2014 г. формировали мелкие коловратки – *K. cochlearis*, *K. c. tecta* *P. vulgaris*, *Synchaetasp.*, создававшие 69 и 60,6 % его численности и биомассы, соответственно. На долю веслоногих рачков приходилось 29,9 % и 26,9 % общих численности и биомассы. Ветвистоусые составляли 0,39% общей плотности и 12, 4 % общей биомассы.

В апреле 2016 г. уровень развития зоопланктона существенно возрос, превысив на порядок по численности и на три порядка по биомассе показатели лета 2014 г. (таблица 3).

Основу зоопланктонного сообщества Тумаш-Тогас весной 2016 г., также как и летом 2014 г., формировали коловратки. Но это крупные (550–600 мкм) *A. p. priodonta*, создававшие 89,7 % и 98,1 % численности и биомассы зоопланктона, соответственно. Веслоногие и ветвистоусые рачки составляли 5,8 % – 2,7 % и 4,2 % – 0,7 % общих плотности и биомассы планктоценоза.

Таким образом, зоопланктон в апреле 2016 г. в 1,7 раза разнообразнее по составу и на три порядка продуктивнее по биомассе относительно августа 2014 г. Это может быть связано с межгодовой динамикой состояния водоема, сезонной особенностью развития зоопланктонного сообщества и сезонным характером потребления зоопланктеров, как кормовых объектов молоди рыб.

Так, в апреле планктонное население начинает интенсивно развиваться и наращивать свою численность и биомассу. Потребители зоопланктона – молодь рыб в этот период еще не появилась, единично встречаются лишь очень мелкие личинки рыб. И количественные показатели зоопланктона в апреле высокие.

Летом многочисленная молодь рыб, интенсивно питаясь и потребляя зоопланктеров в качестве кормовых объектов, значительно сокращает запасы зоопланктона в водоеме.

В связи с этим трофический статус Тумаш-Ногас в августе 2014 г. оценивался по биомассе зоопланктона (2,03 мг/м<sup>3</sup>) как ультра олиготрофный, самого низкого класса.

В апреле 2016 г. при биомассе зоопланктона 2481,40 мг/м<sup>3</sup> водоем Тумаш-Ногас в соответствии с существующей шкалой трофности Китаева С.П. [12] оценивается как β-мезотрофный, среднего класса.

Сапробиологическое состояние воды водоема Тумаш-Ногас в оба года исследования характеризуется по видам – индикаторам как олиго-β-мезосапробное (сапробность 1,4–1,55), слабо загрязненное.

*Зообентос.* Бентоценоз пойменного водоема Тумаш-Ногас, исследовался нами, как и зоопланктон, в августе 2014 г. и в апреле 2016 г. В составе его фауны в этот период выявлено 11 таксонов бентосных беспозвоночных, из которых: 1 – олигохеты, 8 – личинки двукрылых, 1 – поденки и 1 – моллюски (таблица 4).

Таблица 4 – Таксономический состав, сапробность (S), численность (N, экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (B, мг/м<sup>2</sup>) зообентоса водоема Тумаш-Ногас (р. Иле) в августе 2014 г. (I) и апреле 2016 г. (II).

Таксоны	S	I		II	
		N	B	N	B
Oligochaeta - Олигохеты					
Oligochaetagen. sp.		460	124,0	60	46,0
<i>Итого I</i>		460	124,0	60	46,0
Diptera- Двукрылые					
TanytarsusgregariusKieffer	0	–	–	140	30,0
CryptochironomusconjungensKieffer	β	–	–	180	72,0
PolypedilumbreviantennatumTshernovskij	β	–	–	200	126,0
P. convictum Walker		40	24,0	–	–
P. nubeculosum		–	–	40	20,0
Micropsectra praecox Meigen		40	4,0	–	–
StictochironomushistrioFabricius	α	–	–	120	88,0
Chironomidaegen. sp.		20	2,0	–	–
<i>Итого 8</i>		100	30,0	680	336,0
Ephemeroptera – Поденки					
Caenis macrura Stephens		–	–	20	18,0
<i>Итого I</i>		–	–	20	18,0
Mollusca – Моллюски					
Lymnaeapsilia (Bourguignat) ?		–	–	20	354,0
<i>Итого I</i>		–	–	20	354,0
<b>Всего 11</b>	<b>4</b>	<b>560</b>	<b>154,0</b>	<b>780</b>	<b>736,0</b>

Из таблицы 4 видно, что среди 11 встреченных видов донных организмов лишь 4 (36 %) являются индикаторами сапробиологического состояния водоема. Из них по одному виду – индикатру олиго-мезосапробной (сапробность 1,0-1,4) и α-мезосапробной (сапробность – 2,5) зон – *T. gregarius* и *S. histrio*, соответственно. Два вида – *C. conjungens* и *P. breviantennatum* представляют β-мезосапробную зону (сапробность 1,7 – 2,5). Все виды – индикаторы регистрируются лишь весной 2016 г., что указывает на повышенный уровень органического загрязнения придонного слоя воды в этот период.

Зообентос водоема Тумаш-Ногас, также как и проанализированный выше зоопланктон, характеризуется наиболее бедным видовым составом в летний период. В августе 2014 г. встречено всего 4 вида и формы беспозвоночных: личинки хирономид (2 вида), их куколки (1 таксон) и черви – олигохеты (1) (таблица 4). При этом глубоководные участки водоема (глубина 3,2 м, прозрачность 0,8 м) характеризовались более разнообразным бентосным населением: *P. convictum*, *M. praecox* и *Oligochaetagen. sp.* Здесь наблюдается и наиболее высокая численность организмов по водоему.

На меньших глубинах (глубина 2,7 м, прозрачность воды 1 м) отмечаются куколки *Chironomidaegen. sp.* и черви *Oligochaetagen. sp.* Общая численность населения этого биотопа в 6 раз ниже, чем на глубоководном участке. Но, преобладающие здесь крупные олигохеты, продуцировали биомассу организмов в 1,3 раза превышающую таковую более глубоководного биотопа.

В целом, основу численности (82 %) и биомассы (80%) бентоса в водоеме Тумаш-Ногас летом 2014 г. создают олигохеты (таблица 5).

Таблица 5 – Численность (Ч, экз/м<sup>2</sup>) и биомасса (Б, мг/м<sup>2</sup>) основных групп зообентоса водоема Тумаш-Ногас, август 2014 г. (I) и апрель 2016 г. (II)

Таксоны	I		II	
	Ч	Б	Ч	Б
Олигохеты	460	124,0	60	46,0
Хириноиды	100	30,0	680	336,0
Моллюски	–	–	20	354,0
Поденки	–	–	20	18,0
Всего	560	154,0	780	754,0

Группа хириноид представлена в этот период очень мелкоразмерными особями. Доля их в формировании кормовых запасов незначительна – 18 и 20 % численности и биомассы, соответственно.

По общей величине биомассы животных (154,0 мг/м<sup>2</sup>) кормность макрозообентоса водоема Тумаш-Ногас в летний период оценивается самым низким уровнем по шкале трофности [12].

Весной 2016 г. зообентос почти вдвое разнообразнее по сравнению с летним периодом 2014 г. Это связано со значительной представленностью весной видов личинок двукрылых. Видимо, летом большая часть из них вырастает, окукливается и, превращаясь в имаго, покидает водоем.

В апреле 2016 г., в озере было зарегистрировано 8 видов и форм зообентоса: олигохеты (1), личинки хириноид (5), поденки (1) и моллюски (1).

В прибрежье водоема (15 м от берега), на глубине до 1,0 м, при прозрачности воды до самого дна, состав ценоза был представлен в большей степени гетеротопными видами беспозвоночных.

Обитали в прибрежье личинки хириноид *T. gregarius*, *S. histro*, *P. nubeculosum*, *P. Breviantennatum* и черви – *Oligochaeta gen. sp.* Основу их общей численности и биомассы на 93 % и 87 % создавали личинки хириноид, за счет представителей рода *Polypedilum* (40 %).

Немного дальше от берега (40 м), на глубине 1,6 м, бентосный комплекс составляли 4 вида и формы гидробионтов. Это черви – *Oligochaeta gen. sp.*, личинки хириноид *T. gregarius*, поденок *C. macrura* и брюхоногий моллюск *L. psilia*. Основу численности здесь на 70 % формировала хириноида *T. gregarius*, а биомассу – на 61 % моллюск *L. psilia*.

В среднем по озеру количественные показатели зообентоса создавались личинками насекомых. Биомасса весеннего бентоценоза (754,0 мг/м<sup>2</sup>) соответствовала, как и летом 2014 г., очень низкому уровню трофности водоема [12].

**Выводы.** Исследованная в августе 2014 г. и апреле 2016 г. гидрофауна водоема Тумаш-Ногас включала 37 компонентов зоопланктона и 11 таксонов бентосных беспозвоночных.

В сезонном аспекте весной 2016 г. биоразнообразие зоопланктона и зообентоса 1,7–2,0 раза выше относительно лета 2014 г. В планктонном сообществе наиболее разнообразны коловратки. Разнообразие бентосных организмов составляют личинки хириноид.

Уровень количественного развития гидробионтов Тумаш-Ногас характеризуется значительными колебаниями показателей зоопланктона, от очень низких в августе 2014 г. до высоких в апреле 2016 г.

Количественные показатели зообентоса Тумаш-Ногас были постоянно низкими и в сезонном аспекте изменялись незначительно.

Трофический статус Тумаш-Ногас в августе 2014 г. оценивался по биомассе зоопланктона (2,03 мг/м<sup>3</sup>) и зообентоса (154,0 мг/м<sup>2</sup>) как ультра олиготрофный, самого низкого класса.

В апреле 2016 г. при возросшей на три порядка биомассе зоопланктона (2481,40 мг/м<sup>3</sup>) трофность водоема Тумаш-Ногас по зоопланктону повысилась до β-мезотрофного уровня, среднего класса. Биомасса же зообентоса при этом повысилась лишь в 4,8 раза (754,0 мг/м<sup>2</sup>) и соответствовала очень низкому, α-олиготрофному уровню трофности водоема.

Сапробиологическое состояние воды водоема Тумаш-Ногас в оба года исследования характеризуется по зоопланктонным видам – индикаторам как олиго-β-мезосапробное (сапробность 1,4–1,55), соответствующее, практически, чистым водам.

Работа выполнена по гранту 1906 / ГФ 4 Министерства образования и науки Республики Казахстан.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рыбохозяйственное устройство и разработка рекомендации по мелиорации и зарыблению водоема Тугаш-Ноғас: Отчет о НИР // КазНИИРХ. – Алматы, 2014. – 45 с.
- [2] Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. – Л., 1984. – 33 с.
- [3] Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Л., 1970. – 744 с.
- [4] Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий: Низшие беспозвоночные. – СПб., 1994. – Т. 1. – 395 с.
- [5] Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий: Ракообразные. – СПб., 1995. – Т. 2. – 632 с.
- [6] Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae. Фауна СССР (Diptera, Chironomidae). – Л., 1983. – 295 с.
- [7] Мамаев Б.М. Определитель насекомых по личинкам. – М., 1972. – 399 с.
- [8] Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). – Л., 1977. – 511 с.
- [9] Унифицированные методы исследования качества вод. – Ч. 3. Методы биологического анализа вод. – М., 1975. – 176 с.
- [10] Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view – Arch. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie, 1973. – Bd. 7. – 218 S.
- [11] Одум Ю. Экология. – Т. 2. – М., 1986. – 376 с.
- [12] Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон: Тез. докл. Всезда ВГБО, Тольятти, 15-19 сентября 1986 г. – Куйбышев, 1986. – С. 254-255.

## REFERENCES

- [1] Rybohozajstvennoe ustrojstvo i razrabotka rekomendacii po melioracii i zarybleniju vodoema Tugash-Nogash: Otchet o NIR KazNIIRH. Almaty, **2014**. 45 p. (in Russ.)
- [2] Metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyah na presnovodnyh vodojemah. Zooplankton i ego produkcija. L., **1984**. 33 p. (in Russ.)
- [3] Kutikova L.W. Kolovratkifauny SSSR. L.: Nauka, **1970**. 744 p. (in Russ.)
- [4] Opredelitel' presnovodnyh bespozvonochnyh Rossii i sopredel'nyh territorij: Nizshie bespozvonochnye. SPb., **1994**. Vol. 1. 395 p. (in Russ.)
- [5] Opredelitel' presnovodnyh bespozvonochnyh Rossii i sopredel'nyh territorij: Rakoobraznye. SPb., **1995**. Vol. 2. 632 p. (in Russ.)
- [6] Pankratova V.Ja. Lichinki i kukolki komarov podsemejstva Chironominae. Fauna SSSR (Diptera, Chironomidae). L., **1983**. 295 p. (in Russ.)
- [7] Mamaev B.M. Opredelitel' nasekomyh po lichinkam. M., **1972**. 399 p. (in Russ.)
- [8] Opredelitel' presnovodnyh bespozvonochnyh Evropejskoj chasti SSSR (plankton i bentos). L., **1977**. 511 p. (in Russ.)
- [9] Unificirovannyje metody issledovania kachestva vod. Part 3. Metody biologiticheskogo analiza wod. M., **1975**. 176 p. (in Russ.)
- [10] Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view Arch. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie, **1973**. Bd. 7. 218 p.
- [11] Odum J. Ecology. Vol. 2. M., **1986**. 376 p. (in Russ.)
- [12] Kitajev S.P. Osnovy limnologii dlja gidrobiologov i ichtiologov. Petrosavodsk: Karelskij nautchnij centr RAN, **2007**. 395 p. (in Russ.)

## ТУМАШ-НОҒАЙ СУҚОЙМАСЫНЫҢ МАУСЫМДЫҚ ГИДРОБИОЛОГИЯЛЫҚ МІНЕЗДЕМЕСІ

Т. Т. Трошина, Ж. О. Мажибасева

ЖШС «Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты», Алматы, Қазақстан

**Аннотация.** Мақалада Томаш-Ноған суайдынының зоопланктоны мен зообентосы бойынша құрамы, саны, салмағы және биоценоздың мезгілдік даму ерекшеліктері келтірілген. 2014 жылы тамыз айымен 2016 жылы сәуір айында биоценоздың сандық көрсеткіші анықталынды және салыстырылды.

Суқойманың жағлауы мен орталық бөліктерінде организмдердің таралу ерекшеліктері, сондай-ақ осы аудандардағы организмдердің түрлік ұқсастықтары сипатталды, Томаш-Ноған суайдынының маусымдық трофикалық деңгейіне сипаттама берілген және судың сапобиологиялық мінездемесі көрсетілді.

Көктемде маусымдық аспекті бойынша зоопланктонда және зообентоста биоалуантүрлік 2016 жылы 1,7 және 2 есе жоғары болды, 2014 жылмен салыстырғанда. Сандық көрсеткіші зоопланктонның айтарлықтай ауытқыды, 2014 жылы тамыз айында өте төмен көрсеткіштен сәуір айында 2016 жылы жоғары деңгейге дейін. Зообентос ардайым төмен болып отырды, маусымдық көрсеткіштерінде аз ғана өзгерді.

Сапобиологиялық көрсеткіші екі жылда да олиго-β-мезосапробты, таза сулар ретінде сипатталады.

**Түйін сөздер:** фауна, зоопланктон, зообентос, алуантүрлілігі, саны, салмағы, трофтылық.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 216 – 223

E. G. Krupa<sup>1</sup>, N. A. Mademarova<sup>2</sup>, N. Ainabayeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Zoology, CS MES RK, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>LLC Kazakh Agency of Applied Ecology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: elena\_krupa@mail.ru; m.mademarova@kape.kz

## PERIPHYTON OF SHARDARA RESERVOIR AND KYZYLKUM CHANNEL (SOUTH KAZAKHSTAN)

**Abstract.** The data on the periphyton algae diversity of Shardara reservoir and Kyzylkum channel are presented. Periphyton of reservoir was introduced by 96 species. Periphyton of channel was introduced by 79 species. Diatoms, green and blue-green algae were the most diverse. The similarity of species composition between Shardara reservoir and Kyzylkum channel periphyton reaches an average of 61.9%. The overgrown by macrophytes areas formed a unique species composition periphyton communities that are substantially different from the flora of areas without macrophytes.

**Keywords:** Periphyton, Shardara reservoir, Kyzylkum channel.

УДК 591.524 (574.41)

Е. Г. Крупа<sup>1</sup>, Н. А. Мадемарова<sup>2</sup>, Н. Айнабаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>ТОО Казахское Агентство прикладной экологии, Алматы, Казахстан

## ПЕРИФИТОН ШАРДАРИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И КЫЗЫЛКУМСКОГО КАНАЛА (ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН)

**Аннотация.** Впервые приводятся сведения по разнообразию перифитонных водорослей Шардаринского водохранилища и Кызылкумского канала. В водохранилище перифитон был более разнообразным (96 видов) относительно сообщества канала, где выявлено 79 видов. Наибольший вклад в разнообразие сообществ вносили диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли. Анализ пространственного распределения перифитона показал, что, несмотря на различия гидрологических условий, сходство видового состава сообществ Шардаринского водохранилища и Кызылкумского канала было достаточно высоким – в среднем 61,9%. Существенную роль в формировании видовой структуры перифитона играла зарастаемость участков макрофитами. При ее увеличении разнообразие водорослей обрастания по числу видов возрастало. В заросших макрофитами участках формировались уникальные по видовому составу перифитонные сообщества, существенно отличающиеся от флоры не заросших участков.

**Ключевые слова:** перифитон, водохранилище Шардара, Кызылкумский канал.

Перифитонные водоросли развиваются на любых подводных предметах, в том числе на камнях, листьях подводных растений. В состав пресноводного перифитона входят преимущественно зеленые водоросли *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Coleochaete*, *Spirogyra*, *Stigeoclonium*, диатомовые *Cymbella*, *Gomphonema*. Прикрепленные формы водорослей считаются перспективной группой для биологической оценки качества воды водоемов.

Летом 2015 г. впервые исследованы перифитонные водоросли Шардаринского водохранилища и Кызылкумского канала (Южно-Казахстанская область). Отбор перифитона проведен в прибрежной

части водоемов с подводных камней, в открытых частях – с полупогруженных растений (водяной перец, рдесты, уруть) стандартными методами [1, 2]. Пробы фиксировали 4% раствором формальдгида. Идентификацию водорослей проводили по определителям для соответствующих групп [3–15]. Для характеристики структуры гидроценозов определяли общее число видов, коэффициент сходства Серенсена и частоту встречаемости видов.

В составе перифитона Шардаринского водохранилища было выявлено 96 видов водорослей, из которых наибольшим разнообразием характеризовались диатомовые (таблица 1). На втором месте по разнообразию находились зеленые и сине-зеленые водоросли. Минимальным числом видов характеризовались динофитовые, золотистые и эвгленовые.

Таблица 1 – Разнообразие перифитонных водорослей в Шардаринском водохранилище и Кызылкумском канале, лето 2015 г.

Субстрат (станция)	Bacillariophyta	Chlorophyta	Chrysoophyta	Cyanophyta	Dinophyta	Euglenophyta	Всего
	Шардаринское водохранилище						
Камни (1)	18	12	1	3	3	0	37
Растения (1а)	19	6	2	3	0	0	30
Растения (5)	18	6	1	0	0	1	26
Растения (10)	20	12	0	10	2	0	44
Растения (13)	20	10	0	10	0	0	40
Всего	47	24	3	18	3	1	96
	Кызылкумский канал						
Растения (1)	14	7	0	0	0	0	21
Растения (2)	24	6	0	4	0	0	34
Растения (3)	21	6	0	3	0	0	30
Растения (3а)	26	7	0	5	1	0	39
Растения (4)	22	11	0	2	0	0	36
Всего	49	21	0	7	1	0	79

По различным участкам водохранилища разнообразие водорослей обрастаний варьировало от 26 до 44 видов. В прибрежной приплотинной части (ст. 1, 1а) разнообразие сообщества было минимальным относительно остальных частей акватории. Количество видов, обнаруженных на подводных камнях и на подводных растениях, было близким. Более разнообразным был перифитон зарастающего водяным перцем Арнасайского залива (37 видов), а также верхней мелководной части водохранилища (40-44 вида), где отмечены заросли водяного перца и урути. Обращает внимание, что в этой части акватории разнообразие сине-зеленых водорослей достигало 10 видов, что существенно выше, чем в заливе Арнасай и приплотинной зоне.

В Кызылкумском канале перифитон был менее разнообразен – всего 79 видов. Распределение видов по отделам было таким же, как и в водохранилище с наибольшим разнообразием диатомовых. Зеленые водоросли были представлены 21, синезеленые – 7 видами. Перифитон наиболее зарастающих и мелководных частей канала (ст. 3а и 4) с высокой прозрачностью воды и медленным течением был наиболее разнообразен – 36-39 видов.

На уровне 50% сходства видового состава перифитонных водорослей выделились 5 групп станций (рисунок 1). Отдельные кластеры образовали зарастающие макрофитами мелководные участки в верхней части Шардаринского водохранилища (ст. 5, 10, 13), самая нижняя зарастающая мелководная часть Кызылкумского канала (ст.4). По составу водорослей обрастания в один кластер объединились приплотинный участок водохранилища (ст.1, 1а) и верхняя часть канала (ст.1). Средняя часть канала (ст. 2, 3, 3а) была также близка по видовому составу перифитона, причем на течении (ст. 2 и 3, удаленные друг от друга на расстоянии около 20 км) коэффициент сходства был выше, чем между пространственно близкими участками (ст. 3 и 3а), различающимися степенью зарастания и скоростью течения.

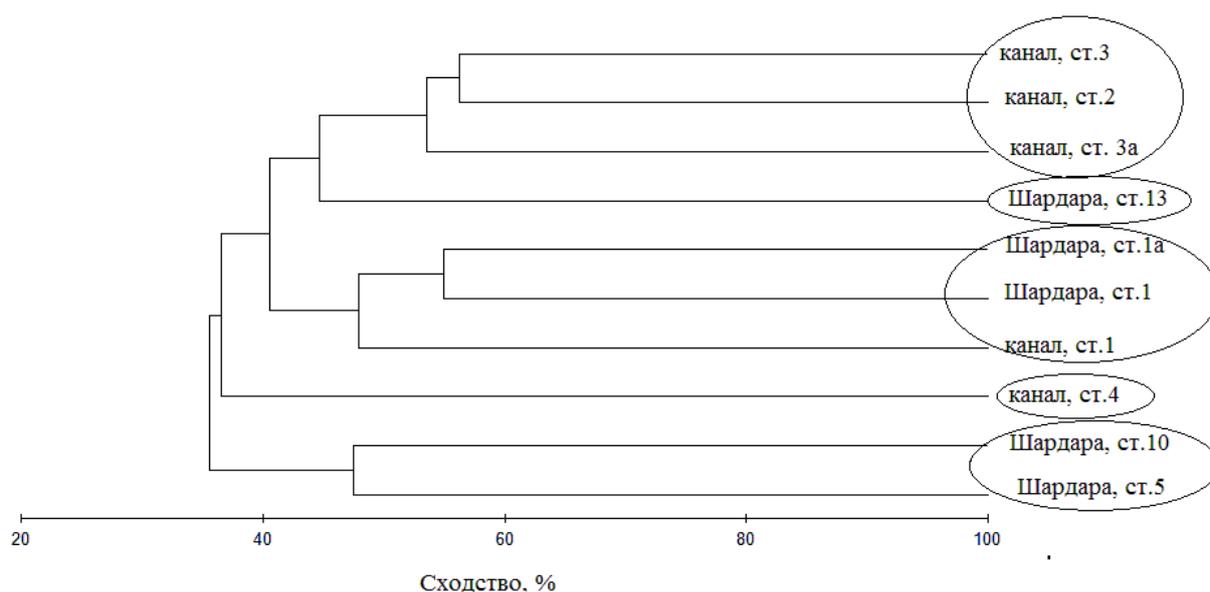


Рисунок 1 – Дендрограмма сходства видового состава перифитона Шардаринского водохранилища и Кызылкумского канала, лето 2015 г.

Коэффициент сходства Серенсена в среднем для водохранилища и канала составил 61,9%, при 48 общих видах. Широкое распространение в водохранилище и канале имели диатомовые *Fragillaria crotonensis*, *Fragillaria virescens*, *Navicula cincta*, *Navicula microcephala*, *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula*, *Synedra ulna*, *Gomphonema constrictum*, зеленые *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus bijugatus*, *Planctonema lauterbornii*, синезеленая *Merismopedia punctata* (таблица 2).

Таблица 2 – Частота встречаемости видов перифитонных водрослей в Шардаринском водохранилище и Кызылкумском канале, лето 2015 г.

Название вида	Частота встречаемости, %	
	Шардара	Кызылкумский канал
1	2	3
Бацилларифиты – Диатомовые		
<i>Fragillaria crotonensis</i> Kitton	100	100
<i>Fragillaria virescens</i> Ralfs	80	80
<i>Fragillaria capucina</i> Desmazières	40	40
<i>Fragillaria constricta</i> Ehrenberg	0	20
<i>Navicula tripunctata</i> O.F. Müller	40	40
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	80	60
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	20	0
<i>Navicula cincta</i> Ehrenberg	80	100
<i>Navicula microcephala</i> Grunow	80	80
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	20	0
<i>Navicula subtilissima</i> Cleve	20	0
<i>Navicula viridula</i> Kützing	0	80
<i>Navicula vulpina</i> Kützing	0	40
<i>Navicula bacillum</i> (Ehrenberg)	0	20
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse in Rabenh.)	20	0
<i>Diploneis Smithii</i> (Brébisson) Cleve	20	20

Продолжение таблицы 2		
1	2	3
<i>Diploneis ovata</i> (Hilse) Cleve	0	20
<i>Cymbella turgida</i> (Greg.) Cl.	60	20
<i>Cymbella parva</i> (W. Smith)	40	0
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.A. Agardh	40	40
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenberg) Kirchner	40	20
<i>Cymbella ventricosa</i> C.A. Agardh	40	60
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	20	20
<i>Cymbella leptoceros</i> (Ehrenberg) Kützing	20	40
<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve	20	20
<i>Cymbella perpusilla</i> A.Cleve	20	0
<i>Cymbella turgida</i> Gregory	20	40
<i>Cymbella aequalis</i> W. Sm.	0	80
<i>Cymbella Ehrenbergii</i> Kützing	0	40
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	0	20
<i>Cymatopleura elliptica</i> Krammer	0	20
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson in Brébisson and Godey) W. Smith	0	20
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	20	20
<i>Cyclotella comta</i> (Ehrenberg) Kützing	40	40
<i>Cylindroteca gracilis</i>	20	0
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	60	80
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	20	0
<i>Coscinodiscus lacustris</i> Grunow	20	0
<i>Proschkinia longirostris</i> (Hustedt)	80	80
<i>Synedra actinastroides</i> Lemmermann	60	0
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	100	100
<i>Synedra acus</i> (Kützing) Hustedt	60	20
<i>Sellaphora pupula</i> (Kütz.) Mereschk	40	80
<i>Surirella didyma</i> Kützing	0	20
<i>Surirella biseriata</i> Brébisson in Brébisson & Godey	0	20
<i>Aneumastus tusculus</i> (Ehrenberg)	40	20
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Bréb. ex Kütz.) Grunow	60	20
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	80	40
<i>Achnanthes microcephala</i> Kützing	20	0
<i>Achnanthes gibberula</i> Grunow	20	0
<i>Amphora ovalis</i> Kützing	20	60
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	20	0
<i>Gyrosigma strigle</i> (W.Sm.)Cl.	0	20
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0	40
<i>Gyrosigma Kuetzingii</i> (Grunow) Cleve	0	20
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith	40	0
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith,	20	0
<i>Nitzschia thermalis</i> Kutz.	20	0
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kützing) Grunow	20	20

Продолжение таблицы 2		
1	2	3
<i>Gomphonema constrictum</i> Ehrenberg	60	80
<i>Gomphonema lanceolatum</i> Ehrenberg	20	40
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	20	100
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	0	40
<i>Melosira granulata</i> (Ehrenberg) Ralfs	0	20
<i>Entomoneis paludosa</i> (W. Smith) Reimer	0	20
Chlorophyta – Зеленые		
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	100	80
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	40	20
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Lagerheim) Chodat	40	0
<i>Scenedesmus bijugatus</i> (Turp) Kütz	80	60
<i>Stigeoclonium elongatum</i> (Hassall) Kütz	20	0
<i>Spirogyra</i> sp.	0	80
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	40	0
<i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	20	0
<i>Planctonema lauterbornii</i> Schmidle	80	60
<i>Palmella microscopica</i> Korshikov	20	20
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (Korshikov) E.Hegewald & Deason	20	20
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Menegh.	20	0
<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs	0	20
<i>Cosmarium undulatum</i> Ralfs	40	40
<i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs	40	80
<i>Crucigenia quadrata</i> C. Morren	20	0
<i>Oocystis solitaria</i> Wittrock	20	0
<i>Oocystis borgei</i> J. Snow	60	0
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	0	20
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	40	0
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	80	40
<i>Monoraphidium convolutus</i> (Corda) Komárková-Legnerová	20	20
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	20	0
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	0	20
<i>Myrmecia irregularis</i> (J.B.Petersen) Ettl & Gärtner	20	0
<i>Lagerheimia marsonii</i> Skuja	20	0
<i>Lagerheimia genevehsis</i> (R. Chodat) R. Chodat	0	20
<i>Dispora speciosa</i> Korschikov	40	0
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	0	20
<i>Dictyochlorella reniforme</i> (Ralfs)	0	20
<i>Klebsormidium flaccidum</i> = <i>Chlorormidium flaccidum</i> (Kützing) P.C.Silva, K.R.Mattox & W.H.Blackwell	20	40
<i>Geminella interrupta</i> Turpin	0	20
<i>Ulothrix aequalis</i> Kutz	0	20
<i>Ulothrix moniliformis</i> ((Kützing)	0	20
Chrysophyta – Золотистые		
<i>Dinobryon elegans</i> L.Reverdin.	60	20

Окончание таблицы 2		
1	2	3
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	20	0
Цуанопфита – Синезеленые		
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	80	80
<i>Merismopedia minima</i> Beck	60	20
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	40	40
<i>Microcystis pulverea</i> f. <i>incerta</i> W.B.Crow	0	20
<i>Gloecapsa minuta</i> Beck	60	0
<i>Gloecapsa minor</i> = <i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	20	0
<i>Coelasphaerium kuetzingianum</i> Nag.	20	0
<i>Oscillatoria lacustris</i> (Kleb) Geitl.	20	0
<i>Oscillatoria amphibia</i> Agardh	20	20
<i>Oscillatoria tenuissima</i> Vaucher ex Gomont	20	0
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.A. Agardh	20	0
<i>Oscillatoria geminata</i> Meneghini	20	0
<i>Oscillatoria brevis</i> Kützing	20	0
<i>Phormidium</i> sp.	20	0
<i>Phormidium ambiquum</i> Gomont	20	0
<i>Phormidium tenue</i> Gomont	20	0
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb	0	40
<i>Lyngbya contorta</i> Lemmermann	20	0
<i>Lyngbya limnetica</i> Lemmermann	20	0
<i>Lyngbya kuetzingii</i> = <i>Heteroleibleinia kuetzingii</i> Schmidle	20	60
Динофита – Динофитовые		
<i>Gymnodinium variabile</i> Stein	20	0
<i>Glenodinium penardii</i> Lemmermann	40	20
<i>Peridiniopsis polonica</i> (M. Witak & H. Lange)	40	0
Эвгленопфита – Эвленовые	0	0
<i>Euterptia viridis</i> Perty	20	0
Всего:	96	79

Предпочитали условия водохранилища с частотой встречаемости более 60% диатомовые *Cymbella turgida*, *Achnanthes lanceolata*, *Synedra acus*, *Achnanthes minutissima*, *Synedra actinostroides*, зеленые *Monoraphidium contortum*, *Oocystis borgei*, синезеленые *Gloecapsa minuta*, *Merismopedia minima*. В канале были широко распространены диатомовые *Navicula viridula*, *Cymbella ventricosa*, *Cymbella aequalis*, *Sellaphora pupula*, *Amphora ovalis*, *Gomphonema parvulum*, зеленые *Spirogyra* sp., *Cosmarium granatum*, синезеленая *Lyngbya kuetzingii* (*Heteroleibleinia kuetzingii*). Эти виды в водохранилище были редкими или вообще отсутствовали.

Таким образом, перифитон Шардаринского водохранилища был более разнообразным (96 видов) относительно сообщества канала, где выявлено 79 видов. Наибольший вклад в суммарное разнообразие сообществ вносили диатомовые, зеленые и сине-зеленые водоросли. Анализ распределения перифитона по участкам Шардаринского водохранилища и Кызылкумского канала показал, что, несмотря на различия гидрологических условий, сходство видового состава сообществ было достаточно высоким – в среднем 61,9%. Существенную роль в формировании видовой структуры перифитона играла зарастаемость участков макрофитами. При ее увеличении разнообразие водорослей обрастания по числу видов возрастало. В заросших макрофитами участках (верхняя часть водохранилища, залив Арнасай, нижняя часть канала) формировались уникальные по видовому составу перифитонные сообщества, существенно отличающиеся от флоры незаросших участков.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Зоопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах / Под ред. Г. Г. Винберг, Г. М. Лаврентьева. – Ленинград, 1984. – 34 с.
- [2] Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, бентос). – Алматы: НПП рыбного хозяйства, 2006. – 27 с.
- [3] Голербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 2. – Сине-зеленые водоросли. – М.: Советская наука, 1953. – 654 с.
- [4] Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 4. Диатомовые водоросли. – М.: Советская наука, 1951. – 622 с.
- [5] Киселев И.А. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 6. Пирофитовые водоросли. – М.: Изд-во «Советская наука», 1954. – 256 с.
- [6] Попова Т.Г. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 7. Эвгленовые водоросли. – М.: Советская наука, 1955. – 213 с.
- [7] Дедусенко-Щеголева Н.Т., Матвиенко А.М., Шкорбатов Л.А. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 8. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые. – М.: Советская наука, 1957. – 231 с.
- [8] Мошкова Н.А., Голербах М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 10 (1). Зеленые водоросли. Класс Улотриксковые. Порядок Улотриксковые. – М.: Советская наука, 1986. – 361 с.
- [9] Паламарь-Мордвинцева Г.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 11 (2). Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые (2). – М.: Советская наука, 1982. – 621 с.
- [10] Матвиенко А.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3. Золотистые водоросли. – М.: Советская наука, 1954. – 189 с.
- [11] Эргашев А.Э. Определитель протококковых водорослей Средней Азии. – Ташкент: Фан УзССР, 1979. – Кн. 1. – 344 с.
- [12] Эргашев А.Э. Определитель протококковых водорослей Средней Азии. – Ташкент: Фан УзССР, 1979. – Кн. 2. – 384 с.
- [13] Еленкин А.А. Сине-зеленые водоросли СССР. – М. – Вып. 2. – Ленинград: Наука, 1938. – 1908 с.
- [14] Коршиков О.А. Определитель пресноводных водорослей Украины. Т. 5. – Киев: Изд. АН УССР, 1953. – 438 с.
- [15] Косинская Е.К. Десмидиевые водоросли // Флора споровых растений СССР. – Т. 5, вып. 1. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 706 с.

#### REFERENCES

- [1] Winberg G.G., Lavrenteva G.P. (ed.). Zooplankton and its products. Guidelines for the collection and processing of materials in hydrobiological studies in freshwater waterbodies. – Leningrad: GosNIORKh, 1984. 33 p. (in Russian)
- [2] Toolkit at hydrobiological fisheries research ponds Kazakhstan (plankton, benthos). – Алматы: Kazakh Research Institute of Fisheries, 2006. 27 p. (in Russian)
- [3] Golerbah M.M., Kosinskaya E.K., Polyansky V.I. Key to freshwater algae USSR. Vol. 2. Blue-green algae. M.: Soviet science, 1953, 654 p. (in Russian)
- [4] Zabelina M.M., Kiselev I.A., Proshkina –Lavrenko A.I., Sheshukova V.S. Key to freshwater algae USSR. Vol. 4. Diatoms. M.: Soviet science, 1951, 622 p. (in Russian)
- [5] Kiselev I.A. Key to freshwater algae USSR. Vol. 6. Pirofitovye algae. M.: Publishing house "Soviet science", 1954. 256 p. (in Russian)
- [6] Popova T.G. Key to freshwater algae USSR. Vol. 7. Euglenophyta. M.: Soviet science, 1955. 213 p. (in Russian)
- [7] Dedusenko-Shchegolev N.T., Matvienko A.M., Shkorbatov L.A. Key to freshwater algae USSR. Vol. 8. Green algae. Class volvoxes. M.: Soviet science, 1957. 231 p. (in Russian)
- [8] Moshkova N.A., Golerbah M.M. Key to freshwater algae USSR. Vol. 10(1). Green algae. Class Ulotriksovye. Ulotriksovye. M.: Soviet science, 1986. 361 p. (in Russian)
- [9] Palamar–Mordvintseva G.M. Key to freshwater algae USSR. Vol. 11(2). Green algae. Class conjugates. Desmidievye (2). M.: Soviet science, 1982, 621 p. (in Russian)
- [10] Matvienko A.M. Key to freshwater algae USSR. Vol. 3. Golden algae. M.: Soviet science, 1954, 189 p. (in Russian)
- [11] Ergashev A.E. Determinant protococcal algae of Central Asia. – Tashkent: Fan of the Uzbek SSR, 1979. Book 1. 344 p. (in Russian)
- [12] Ergashev A.E. Determinant protococcal algae of Central Asia. –Tashkent: Fan of the Uzbek SSR, 1979. Book 2. 384 p. (in Russian)
- [13] Elenkin A.A. Blue-green algae of USSR M. Vol. 2. Leningrad: Nauka, 1938. 1908 p. (in Russian)
- [14] Korshikov A.A. Ukraine to freshwater algae. T5. – Kiev: Publishing. Ukrainian Academy of Sciences, 1953. 438 p. (in Russian)
- [15] Kosinskaya E.K. Desmidievye algae // Flora of the USSR spore plants. T. 5, Vol. 1. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1960. 706 p. (in Russian)

Е. Г. Крупа<sup>1</sup>, Н. А. Мадемарова<sup>2</sup>, Н. Айнабаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ҚР БҒМ ҒК «Зоология институты» РМК, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>ЖШС Қазақ Қолданбалы Экология Агенттігі, Қазақстан

### ШАРДАРА СУ ҚОЙМАСЫ МЕН ҚЫЗЫЛҚҰМ КАНАЛЫНЫҢ (ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН) ПЕРИФИТОНДАРЫ

**Аннотация.** Шардара су қоймасы мен Қызылқұм каналы бойынша перифитондық балдырлар алуантүрлілігі жайлы алғашқы мәлімет беріліп отыр. Су қоймада (96 түр) перифитон каналдық қауымдастыққа (79 түр) қарағанда біршама алуантүрлі болып кездесті. Қауымдастықтағы жалпы алуантүрлілікке диотомды, жасыл және көкжасыл балдырлардың қосқан үлесі жоғары болды. Шардара су қоймасы мен Қызылқұм каналының бөліктері бойынша перифитондардың таралуын талдау мәліметі әртүрлі гидрологиялық жағдайына қарамастан қауымдастықтардағы түрлік ұқсастық біршама жоғары болып орта есеппен – 61,9% көрсетті. Перифитонның түрлі құрамының қалыптасуына бөліктердегі өскен макрофит өсімдіктердің үлесі зор болды. Олардың өсуі ұлғайғанда оның қаптап өсетін балдырлар түрлерінің алуантүрлілік саны артты. Өсімдіктер таралмаған бөліктердегі флораға қарағанда макрофиттер қаптап өскен бөліктердегі перифитондар түрлік құрамы бірегей болып өзгеше қауымдастық қалыптасты.

**Түйін сөздер:** перифитон, Шардара су қоймасы, Қызылқұм каналы.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 224 – 233

**G. S. Seitova**

Asfendiyarov Kazakh national medical university, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: seitovagulzada@mail.ru

**EFFICIENCY OF TRAMADOL IN MODERATE  
AND SEVERE POSTOPERATIVE PAIN SYNDROME**

**Abstract.** Pain is a perennial health problem faced by physicians of all specialties. Inadequate treatment of pain syndrome can have a number of side effects in the elderly people: decrease of mobility, slowdown in rehabilitation, lack of socialization, sleep problems, appetite disorders, mood changes. All over the world anesthesia is considered as one of the fundamental human rights. Control of pain is a challenge for many reasons. Proper etiotropic or pathogenetic treatment is able in most cases to eliminate it. However, there are situations in which it is a symptomatic pain therapy: when expressed pain syndrome that requires immediate treatment, or in cases where the cause of the pain can not be eliminated. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) or a non-narcotic analgesics play an important role in the treatment of pain. Since the pharmacological properties of these drugs are different, the choice of effective and safe NSAID group of drugs, taking into account the peculiarities of their clinical application is an urgent task for the specialist as therapeutic and surgical.

**Keywords:** pain syndrome, side effects, success rate, pain rating scale, postoperative period.

УДК 616-009.7;617-089.168.1

**Г. С. Сеитова**

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

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАМАДОЛА ПРИ УМЕРЕННОМ И  
ВЫРАЖЕННОМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ БОЛЕВОМ СИНДРОМЕ**

**Аннотация.** Боль является извечной медицинской проблемой, с которой сталкиваются врачи всех специальностей. Неадекватная терапия болевого синдрома может иметь ряд неблагоприятных последствий у лиц пожилого возраста: снижение подвижности, замедление темпов реабилитации, недостаточная социализация, проблемы со сном, нарушения аппетита, изменения настроения. Во всем мире обезболивание стало рассматриваться в качестве одного из фундаментальных прав человека. Контроль боли является сложной задачей по многим причинам. Правильное и своевременное этиотропное или патогенетическое лечение способно в большинстве случаев устранить ее. Однако существуют ситуации, при которых показана симптоматическая терапия боли: при выраженном болевом синдроме, требующем немедленного лечения, или в случаях, когда причину боли устранить невозможно. Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) или ненаркотические анальгетики играют важную роль в лечении болевого синдрома. Так как фармакологические свойства этих лекарств различны, выбор эффективного и безопасного препарата группы НПВП с учетом особенностей их клинического применения является актуальной задачей для специалиста как терапевтического, так и хирургического профиля.

**Ключевые слова:** болевой синдром, побочные явления, показатель эффективности, шкала оценки боли, послеоперационный период.

Боль является извечной медицинской проблемой, с которой сталкиваются врачи всех специальностей. Неадекватная терапия болевого синдрома может иметь ряд неблагоприятных последствий у лиц пожилого возраста: снижение подвижности, замедление темпов реабилитации,

недостаточная социализация, проблемы со сном, нарушения аппетита, изменения настроения. Во всем мире обезболивание стало рассматриваться в качестве одного из фундаментальных прав человека. Контроль боли является сложной задачей по многим причинам. Правильное и своевременное этиотропное или патогенетическое лечение способно в большинстве случаев устранить ее. Однако существуют ситуации, при которых показана симптоматическая терапия боли: при выраженном болевом синдроме, требующем немедленного лечения, или в случаях, когда причину боли устранить невозможно. Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) или ненаркотические анальгетики играют важную роль в лечении болевого синдрома. Так как фармакологические свойства этих лекарств различны, выбор эффективного и безопасного препарата группы НПВП с учетом особенностей их клинического применения является актуальной задачей для специалиста как терапевтического, так и хирургического профиля.

Боль является извечной медицинской проблемой, с которой сталкиваются врачи всех специальностей. Неадекватная терапия болевого синдрома может иметь ряд неблагоприятных последствий у лиц пожилого возраста: снижение подвижности, замедление темпов реабилитации, недостаточная социализация, проблемы со сном, нарушения аппетита, изменения настроения. Во всем мире обезболивание стало рассматриваться в качестве одного из фундаментальных прав человека. Контроль боли является сложной задачей по многим причинам. Правильное и своевременное этиотропное или патогенетическое лечение способно в большинстве случаев устранить ее. Однако существуют ситуации, при которых показана симптоматическая терапия боли: при выраженном болевом синдроме, требующем немедленного лечения, или в случаях, когда причину боли устранить невозможно. Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) или ненаркотические анальгетики играют важную роль в лечении болевого синдрома. Так как фармакологические свойства этих лекарств различны, выбор эффективного и безопасного препарата группы НПВП с учетом особенностей их клинического применения является актуальной задачей для специалиста как терапевтического, так и хирургического профиля.

Боль является извечной медицинской проблемой, с которой сталкиваются врачи всех специальностей. Неадекватная терапия болевого синдрома может иметь ряд неблагоприятных последствий у лиц пожилого возраста: снижение подвижности, замедление темпов реабилитации, недостаточная социализация, проблемы со сном, нарушения аппетита, изменения настроения. Во всем мире обезболивание стало рассматриваться в качестве одного из фундаментальных прав человека. Контроль боли является сложной задачей по многим причинам. Правильное и своевременное этиотропное или патогенетическое лечение способно в большинстве случаев устранить ее. Однако существуют ситуации, при которых показана симптоматическая терапия боли: при выраженном болевом синдроме, требующем немедленного лечения, или в случаях, когда причину боли устранить невозможно. Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) или ненаркотические анальгетики играют важную роль в лечении болевого синдрома. Так как фармакологические свойства этих лекарств различны, выбор эффективного и безопасного препарата группы НПВП с учетом особенностей их клинического применения является актуальной задачей для специалиста как терапевтического, так и хирургического профиля. [www.apteka.ua/article/1391834].

**Введение.** Все оперативные вмешательства сопровождаются болевым синдромом, выраженным в той или иной степени. Боль вызывает не только психологические изменения у пациентов, но выраженные нарушения функций различных систем и органов. Эти изменения неблагоприятно влияют на исход заболевания, продлевают пребывание пациента в стационаре и значительно увеличивают материальные затраты на лечение. Поэтому болевой синдром необходимо значительно уменьшить или исключить вовсе в послеоперационном периоде [1;3;5;7]. Трамадол относится к сильнодействующим опиоидным анальгетикам, который одновременно лишен многих побочных действий наркотических анальгетиков (угнетение дыхания, парез желудочно-кишечного тракта), но не уступает им по силе обезболивающего эффекта. Поэтому его применение показано у пациентов в послеоперационном периоде, когда ненаркотические анальгетики в большинстве случаев оказываются неэффективны, а применение полных агонистов опиатных рецепторов оказывается ограниченным из-за развития выраженных побочных действий [2;4;14;6].

Целью данного исследования явилась клиническая оценка эффективности обезболивания трамаолом в послеоперационном периоде у пациентов с умеренным и сильным болевым синдромом [15-18].

**Материалы и методы.** Препарат трамадол применяли у 32 пациентов в послеоперационном периоде.

Для оценки эффективности обезболивания определялись следующие показатели: артериальное давление (систолическое, диастолическое, среднее), пульс, частота сердечных сокращений, сатурация кислорода в периферической крови, минутный объем кровотока, ударный объем сердца, индекс напряжения миокарда, газовый состав и кислотно-основное состояние крови и визуально-аналоговая шкала оценки боли. По этой шкале уровень боли оценивается по нескольким баллам: 0 баллов – боли нет, 1 балл – слабая боль при движении, 2 балла – слабая боль в покое и умеренная боль при движении, 3 балла – умеренная боль в покое и сильная боль при движении, 4 балла – сильная боль в покое и очень сильная при движении, 5 баллов – очень сильная боль в покое. После обезболивания пациентов трамадолом изучались время наступления эффекта, длительность эффективной анальгезии, количество препарата, которое необходимо было применить для достижения эффективной анальгезии.

Показатели гемодинамики (артериальное давление, пульс, частота сердечных сокращений), определялись с помощью монитора. Определение показателей центральной гемодинамики производилось на аппарате МЭЛТ, работающего по принципу тетраполярной реографии.

Уровень антистрессовой защиты пациента во время анестезии оценивался по динамике показателя реакции вегетативной нервной системы – индексу напряжения (ИН). Дополнительно определяли ударный объем (УО) и сердечный выброс (СВ).

Глюкоза крови будет определялась глюкозооксидазным методом. Билирубин – унифицированным методом диазореакции в присутствии акселератора (метод Эндрассика). Общий белок определялся унифицированным методом по биуретовой реакции. Диастаза сыворотки крови определялась по методике Каравея.

Определение внеклеточных ионов  $K^+$ ,  $Na^+$  производилось электролитным анализатором AVL.

Кислотно-основное состояние и газы крови (рН,  $pO_2$ ,  $pCO_2$ , BE,  $sO_2$ ) определялись микроанализатором ABL 5.

К полученным в ходе исследования данным, кроме описательных методик, применены соответствующие статистические методики сравнения. Для количественных данных применялись парный t-критерий и критерий ранговых сумм Вилкоксона. Для категориальных значений применен критерий хи-квадрат. Дополнительно определяли коэффициент корреляции Спирмена.

Выбранные нами показатели эффективности определялись у исследуемых пациентов на нескольких условных этапах послеоперационного периода. За исходные (1 этап) брались показатели, измеренные после пробуждения и экстубации больного в послеоперационном периоде. При первом требовании анальгезии (2 этап), после наступления максимального эффекта (через 10 мин при внутривенном и через 30 мин при внутримышечном применении) трамадола (3 этап). При необходимости в повторном применении трамадола 4 и 5 этапы соответствовали 2 и 3 этапам. Отдаленные эффекты препарата не изучались.

**Информация об испытуемых.** Исследовано 32 пациента в возрасте от 19 до 73 лет, средний возраст составил  $48,3 \pm 14,2$  года. Мужчин – 18, женщин – 14.

5 пациентам выполнена гастрэктомия, 4 пациентам – гемигепатэктомия, 5 пациентам – пластика пищевода, 2 пациентам – гастропанкреатодуоденальная резекция, 6 пациентам – резекция желудка, 10 пациентам холецистэктомия. Характер хирургической патологии представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Характер хирургической патологии у исследованных пациентов

Диагноз	Количество	%
Рак желудка	5	15,63
Рак пищевода	2	6,25
Опухоли печени	4	12,5
Послеожоговая стриктура пищевода	3	9,37
Рак головки поджелудочной железы	2	6,25
Язвенная болезнь желудка/двенадцатиперстной кишки	6	18,75
Желчекаменная болезнь	10	31,25
Всего	32	100

Физический статус пациентов соответствовал II-IV классу по ASA.

Трамадол применяли внутримышечно.

Изменения исследованных показателей выражены как  $M \pm \delta$  и представлены в таблицах и рисунках.

**Результаты.** При применении трамадола наблюдались следующие побочные явления: в трех случаях (9,4%) выраженная потливость, в 6 случаях (18,8%) тошнота, в 3 случаях (9,4%) головокружение, сонливость наблюдалась в 18 случаях (56,3%). Серьезных побочных явлений не наблюдалось. Подавляющее количество побочных явлений наблюдалось у пациентов при внутривенном введении препарата. При применении препарата внутримышечно обезболивающий эффект наступал через  $48,7 \pm 5,4$  минут, при внутривенном – через  $16,3 \pm 7,2$  минут ( $p < 0,05$ ). Выявлено также, что при первом введении препарата эффект наступал через  $26,3 \pm 13,5$  минут, а при повторном через  $13,4 \pm 8,2$  минуты ( $p < 0,05$ ). Длительность эффективной аналгезии увеличивалась при повторном применении трамадола:  $272, 8 \pm 65,3$  минут после первой инъекции и  $487, 5 \pm 99,6$  минут после второй ( $p < 0,05$ ).

Количество препарата необходимое для эффективной аналгезии уменьшалось при повторной инъекции со  $176,6 \pm 44,1$  мг до  $122,3 \pm 26,4$  мг соответственно ( $p < 0,05$ ).

Колебания всех исследуемых у пациентов показателей были в пределах нормальных величин на всех этапах исследования, достоверность изменений отмечена значками после значения.

Изменения гемодинамики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Изменения показателей гемодинамики и уровня болевого синдрома

Показатель / этап	1	2	3	4	5
АДсис (мм рт.ст.)	$125,4 \pm 38,2$	$137, 6 \pm 22,7^*$	$132,2 \pm 36,4^{**}$	$122,3 \pm 35,8^*$	$124,6 \pm 34,6$
АДдиаст (мм рт.ст.)	$66,8 \pm 31,7$	$69,6 \pm 33,2^*$	$71,4 \pm 28,6$	$78,3 \pm 22,2^*$	$69,1 \pm 15,5^*$
АДср (мм рт.ст.)					
ЧСС ( $\text{мин}^{-1}$ )	$88,4 \pm 15,3$	$95,6 \pm 8,8^*$	$83,2 \pm 11,7^{**}$	$76,3 \pm 18,2^{**}$	$71,1 \pm 10,3^{**}$
СВ (л/мин)	$5,3 \pm 1,1$	$4,8 \pm 2,8$	$5,1 \pm 2,2^*$	$4,3 \pm 3,1^{**}$	$4,7 \pm 1,2^*$
УО (мл)	$64,1 \pm 3,8$	$50,2 \pm 8,6^*$	$61,3 \pm 7,7^*$	$56,4 \pm 7,2^{**}$	$66,1 \pm 6,3^*$
ИН (ед)	$119,3 \pm 32,2$	$236,6 \pm 18,6^*$	$127,8 \pm 28,8^*$	$98,6 \pm 22,6^{**}$	$83,2 \pm 19,6^*$
ВАШ (балл)	$1,8 \pm 0,8$	$3,7 \pm 1,2^*$	$2,1 \pm 0,9^*$	$2,3 \pm 1,1^*$	$1,5 \pm 1,3^*$
* $p < 0,05$ в сравнении с исходными данными. ** $p < 0,05$ в сравнении с предыдущим этапом.					

Уровень болевого синдрома и индекс напряжения миокарда были значительно увеличены на втором этапе, после применения трамадола уменьшались (рисунок 1, 2). При этом выявлена высокая степень корреляции уровня болевого синдрома с индексом напряжения миокарда  $r = 0,83$ . Исследование гемодинамики пациентов показало повышение артериального давления и частоты сердечных сокращений на втором этапе исследования, что связано с усилением болевого синдрома. После применения трамадола показатели приближались к исходным (рисунок 3). Кроме того по мере нарастания болевого синдрома у пациентов наблюдалось снижение сердечного выброса и ударного объема, которые увеличивались после обезболивания (рисунок 4, 5).

Изменение частоты дыхания в сторону увеличения происходило при усилении болевого синдрома – на втором этапе, после обезболивания трамадалом происходило уменьшение частоты дыхания (рисунок 6), однако угнетения не происходило, о чем свидетельствуют показатели газообмена. Оксигенация крови на фоне ингаляции кислорода, была удовлетворительной на всех этапах исследования, однако повышалась после обезболивания пациентов (рисунок 7).

Напряжение кислорода в крови уменьшалось к концу исследования, что связано с прекращением ингаляции кислорода. Однако при нарастании болевого синдрома отмечено некоторое уменьшение напряжения кислорода в крови, а после обезболивания (3 этап), его увеличение (рисунок 8). Выявлена также корреляционная зависимость напряжения кислорода в крови с сатурацией крови  $r = 0,63$

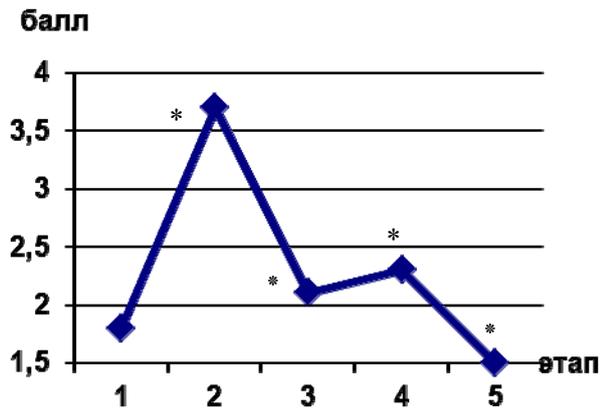


Рисунок 1 – Изменение уровня болевого синдрома по ВАШ

\* -  $p < 0,05$  в сравнении с исходными данными  
\* -  $p < 0,05$  в сравнении с предыдущим этапом

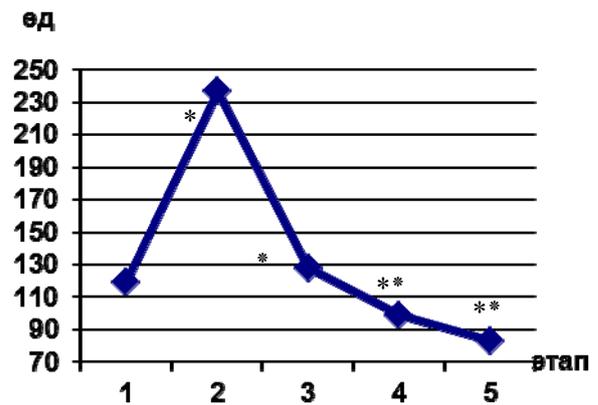


Рисунок 2 – Изменение индекса напряжения миокарда

\* -  $p < 0,05$  в сравнении с исходными данными  
\* -  $p < 0,05$  в сравнении с предыдущим этапом

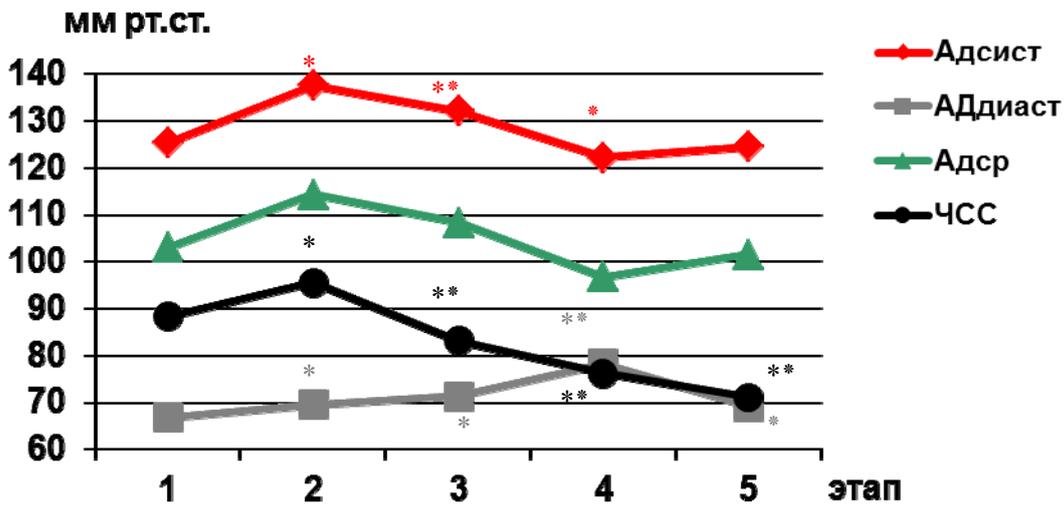


Рисунок 3 – Изменения артериального давления и частоты сердечных сокращений

\* -  $p < 0,05$  в сравнении с исходными данными; \* -  $p < 0,05$  в сравнении с предыдущим этапом

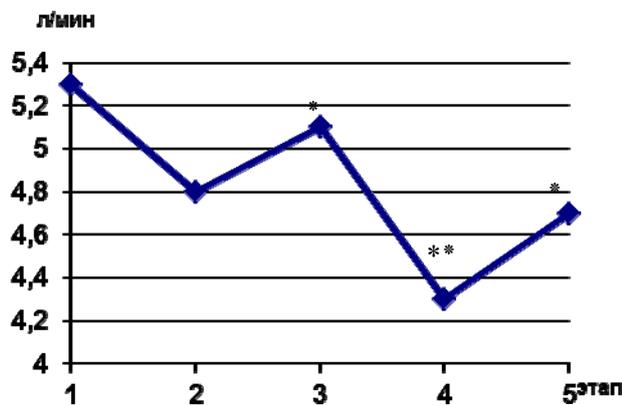


Рисунок 4 – Изменение сердечного выброса

\* -  $p < 0,05$  в сравнении с исходными данными  
\* -  $p < 0,05$  в сравнении с предыдущим этапом

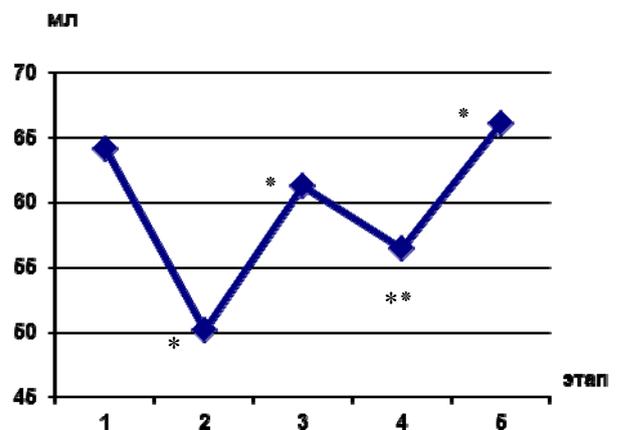


Рисунок 5 – Изменение ударного объема

\* -  $p < 0,05$  в сравнении с исходными данными  
\* -  $p < 0,05$  в сравнении с предыдущим этапом

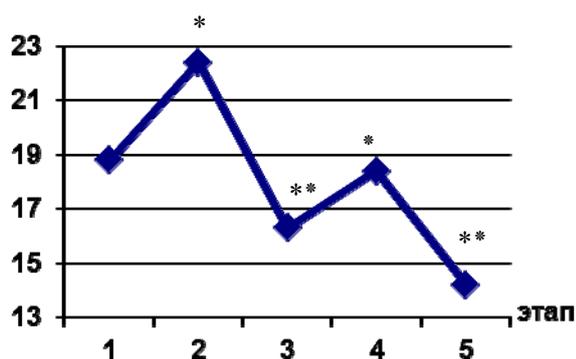


Рисунок 6 – Изменение частоты дыхания

\* -  $p < 0,05$  в сравнении с исходными данными  
\* -  $p < 0,05$  в сравнении с предыдущим этапом

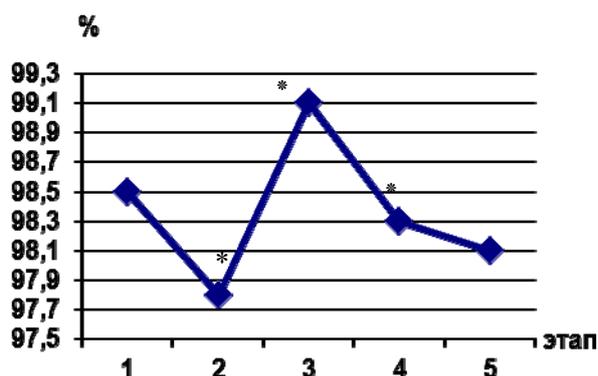


Рисунок 7 – Изменение насыщения крови кислородом

\* -  $p < 0,05$  в сравнении с исходными данными  
\* -  $p < 0,05$  в сравнении с предыдущим этапом

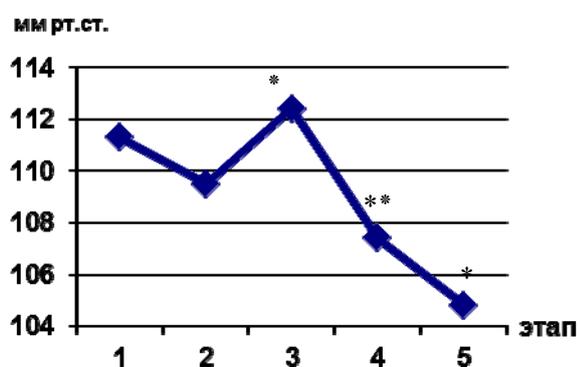


Рисунок 8 – Изменение напряжения кислорода в крови

\* -  $p < 0,05$  в сравнении с исходными данными  
\* -  $p < 0,05$  в сравнении с предыдущим этапом

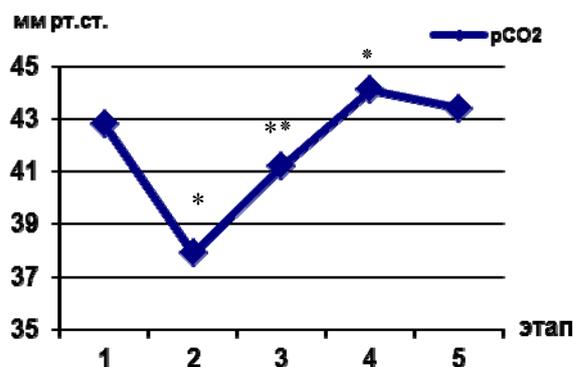


Рисунок 9 – Изменение напряжение углекислого газа в крови

\* -  $p < 0,05$  в сравнении с исходными данными  
\* -  $p < 0,05$  в сравнении с предыдущим этапом

Напряжение углекислого газа в крови менялось в соответствии с изменением частоты дыхания – при увеличении ЧД происходило уменьшение напряжения CO<sub>2</sub> в крови и наоборот (рисунок 9).

Изменения pH крови и дефицита оснований были в пределах нормы, и не зависело от усиления или уменьшения болевого синдрома. Изменения этих показателей, по-видимому, было вызвано терапией, направленной на коррекцию исходных нарушений кислотно-основного состояния (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели дыхания и газообмена и кислотно-основного состояния на этапах исследования

Показатель / этап	1	2	3	4	5
ЧД (мин <sup>-1</sup> )	18,8±3,1	22,4±2,7*	16,3±2,1**	18,4±1,8*	14,2±1,6**
pH	7,37±0,07	7,41±0,1*	7,38±0,09*	7,43±0,07**	7,4±0,05*
BE	-1,43±0,22	-1,14±0,62*	-1,24±0,44*	-1,11±0,27**	-1,54±0,25**
pO <sub>2</sub> (мм рт.ст.)	111,3±33,6	109,5±23,4	112,4±16,6*	107,4±18,8**	104,8±8,9*
pCO <sub>2</sub> (мм рт.ст.)	42,8±2,6	37,9±3,4*	41,2±2,1**	44,1±3,3*	43,4±1,9
sO <sub>2</sub> (%)	98,5±3,3	97,8±6,1*	99,1±4,2*	98,3±3,7*	98,6±4,1
* $p < 0,05$ в сравнении с исходными данными. ** $p < 0,05$ в сравнении с предыдущим этапом.					

Метаболизм у пациентов был оценен по изменению показателей биохимического анализа крови, данные приведены в таблице №4. все показатели не претерпевали значительного изменения, оставаясь в пределах нормы. Гипопротеинемия, возникающая на 5 этапе, связана с метаболическими особенностями послеоперационного периода при обширных оперативных вмешательствах и не зависит от метода и препарата обезболивания.

Таблица 4 – Изменение показателей биохимического анализа крови

Показатель / этап	1	5
Глюкоза (моль/л)	6,2±1,1	5,6±1,6
Калий (моль/л)	3,8±0,44	4,1±0,8
Натрий (моль/л)	144,2±38,4	138,7±33,9
Билирубин общий (мкмоль/л)	12,6±4,4	14,3±3,2
Белок общий (г/л)	64,9±5,2	62,8±8,4*
Альфа-амилаза крови (мг/мл в час)	32,8±3,8	29,1±7,4
Креатинин (моль/л)	0,068±0,008	0,072±0,003
* p<0,05 в сравнении с исходными данными.		

**Оценка безопасности.** При применении трамадола наблюдались следующие побочные явления: в трех случаях (9,4%) выраженная потливость, в 6 случаях (18,8%) тошнота, в 3 случаях (9,4%) головокружение, сонливость наблюдалась в 18 случаях (56,3%). Серьезных побочных явлений не наблюдалось. Подавляющее количество побочных явлений наблюдалось у пациентов при внутривенном введении препарата.

**Закключение.** Проведенное исследование эффективности обезболивания препаратом трамадол пациентов в послеоперационном периоде, выявило достаточно большую эффективность данного препарата при относительно небольшом количестве побочных эффектов и незначительном влиянии на сердечно-сосудистую и дыхательную системы. Выявлено уменьшение болевого синдрома, индекса напряжения миокарда после применения трамадола с 236,6±18,6 до 127,8±28,8 ед., урежение частоты сердечных сокращений с 95,6±8,8 до 83,2±11,7 в минуту, частоты дыхания с 22,4±2,7 до 16,3±2,1 в минуту, снижение среднего артериального давления пропорционально уменьшению болевого синдрома, увеличение ударного объема с 50,2±8,6 до 61,3±7,7, за счет урежения частоты сердечных сокращений с относительная стабильность сердечного выброса, отсутствие угнетения дыхания, увеличение напряжения кислорода в крови со 109,5±23,4 мм рт.ст. до 112,4±16,6 мм рт.ст., отсутствие изменений биохимических показателей крови при применении трамадола.

Таким образом доказана высокая эффективность при обезболивании пациентов с умеренным и сильным болевым синдромом после обширных оперативных вмешательствах, и улучшение показателей оксигенации крови и ударного объема связанные с устранением болевого синдрома.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ананьева Л.П. Анальгетик центрального действия трамадола гидрохлорид: Информационное письмо. – М., 2003.
- [2] Ананьева Л.П. Применение трамадола гидрохлорида при неонкологической боли // РМЖ. – 2003. – Т. 1, № 23.
- [3] Буров Н.Е. Анальгезия послеоперационного периода // РМЖ. – 2003. – Т. 11, № 21.
- [4] Брюзгин В.В. Лечение хронической боли у онкологических больных // Материалы IV Российской онкологической конференции 21–23 ноября 2000 года.
- [5] Бунятян А.А., Трекова Н.А., Осипова Н.А., Манукян Л.М., Фоломеев М. Ю. Анальгетик в лечении острой и хронической боли у 2000 амбулаторных больных // Новые лекарственные препараты. – 1997. – Вып. 7. – С. 3-11.
- [6] Исакова М.Е. Проблема боли в онкологии // РМЖ. – 2000. – Т. 8, № 17.
- [7] Кукушкин М.Л., Решетняк В.К. Механизмы возникновения острой боли и хронических болевых синдромов // *Materia Medica*. – 1997. – № 3(15). – С. 5-22.
- [8] Крыжановский Г.Н. Общая патофизиология нервной системы. – М.: Медицина, 1997. – 345 с.
- [9] Кириенко П.А., Маргыннов А.Н., Гельфанд Б.Р. Современная идеология и методология послеоперационной анальгезии // В кн.: «50 лекций по хирургии» под редакцией В. С. Савельева. – М.: «Триада – X», 2004. – 752 с; С. 722-737.
- [10] Лебедева Р.Н., Бондаренко А.В., Никола В.В. Опыт клинического применения трамадола у больных в раннем послеоперационном периоде. // Мат. симп. «Клинический опыт лечения боли анальгетиком трамалом». – Новосибирск, 1994. – С. 4-5.

- [11] Лебедева Р.Н., Никола В.В. Фармакотерапия острой боли. – М.: АИР АРТ, 1998. – С. 7-39.
- [12] Новиков А.В., Яхно Н.Н. Невропатическая боль. Патфизиологические механизмы и принципы терапии // РМЖ. – 2001. – Т. 9, № 7-8.
- [13] Насонов Е.Л. Противовоспалительная терапия ревматических болезней. – М.: «М-Сити», 1996. – С. 60-72.
- [14] Осипова Н.А., Новиков Г.А., Прохоров Б.М. Хронический болевой синдром в онкологии. – М.: Медицина, 1998. – С. 102-113.
- [15] Осипова Н.А. Трамадол в лечении острых и хронических болевых синдромов // РМЖ. – 2003. – Т. 1, № 4.
- [16] Осипова Н.А., Абузарова Г.Р. Лечение хронической боли у инкурабельных онкологических больных в домашних условиях // Врач. – 2002. – № 4. – С. 7-9.
- [17] Осипова Н.А., Новикова Г.А., Березнев В.А., Лосева Н.А. Анальгетический эффект трамадола при хронической боли у больных раком // Мат. симп. «Клинический опыт лечения боли анальгетиком ТРАМАДОМ». – Новосибирск, 1994. – С. 8-9.
- [18] Осипова Н.А. Трамадол в лечении острых и хронических болевых синдромов // РМЖ. – 2003. – Т. 1, № 4.
- [19] Осипова Н.А., Новиков Г.А., Прохоров Б.М., Лосева Н.А., Соколенов А.С., Абузарова Г.Р. Трамадол в амбулаторной терапии хронической боли у онкологических больных // Новые лекарственные препараты. – 1997. – Вып. 7. – С. 3-10.
- [20] Осипова Н.А. Порядок и сроки назначения наркотических анальгетиков // Методические указания. – М., 2001.
- [21] Осипова Н.А., Петрова В.В., Ветшева М.С. и др. Синтетические опиоиды в онкохирургии // Пособие для врачей. – М., 1997.
- [22] Чичасова Н.В., Иголкина Е.Л., Насонов Е.Л., Фоломеев М.Ю. Применение трамадола в ревматологической практике // Клин. фармакология и терапия. – 1999. – № 8(1). – С. 69-72.
- [23] Чичасова Н.В., Иголкина Е.Л., Насонов Е.Л., Фоломеев М.Ю. Применение трамадола в ревматологической практике // Клин. фармакология и терапия. – 1999. – № 8(1). – С. 69-72.
- [24] Чичасова Н.В. Синдром фибромиалгии: клиника, диагностика, лечение // РМЖ. – 1998. – Т. 6, № 18.
- [25] Чичасова Н.В., Иголкина Е.В. Особенности лечения хронических болевых синдромов // РМЖ. – 2003. – Т. 11, № 7.
- [26] Чичасова Н.В., Иголкина Е.В., Фоломеев М.Ю., Репаш Ч., Насонов Е.Л. Трамадол в лечении больных с синдромом первичной фибромиалгии // Тер. Архив. – 1994. – № 5. – С. 59-61.
- [27] Christie M.J., Connor M., Vaughan C.W., e.a. Cellular actions of opioids and other analgesics: implications for synergism in pain relief // Clin and Experimental Pharmacology and Physiology. – 2000. – Vol. 27. – P. 520-523.
- [28] Cicero T.J., Adams E.H., A.Geller e.a. A postmarketing surveillance program to monitor Ultram(r) (tramadol hydrochloride) abuse in the Unated States // Drug and Alcohol Dependence. – 1999. – Vol. 52. – P. 7-22.
- [29] Hawkey C.J. Cyclooxygenase inhibition: between the devil and the deep blue sea // Gut 2002 May. – 50 Suppl 3. – III25-30.
- [30] Katz W.A. Use of nonopioid analgesics and adjunctive agents in the management of pain in rheumatic diseases // Curr Opin Rheumatol. – 2002. – Vol. 14(1). – P. 63-71.
- [31] Keup W. Missbrauchsmuster bei Abhängigkeit von Alkohol, Medikamenten und Drogen: Frühwarnsystem – daten für die Bundesrepublik Deutschland 1976–1990. – Lambertus: Freiberg im Breisgau, 1993.
- [32] Levine J.D., Taiwo Y.O. Involvement og the mu–opiate receptor in peripheral analgesia // Neuroscience. – 1989. – Vol. 32. – P. 571-575.
- [33] Preston K.L., Jasinski D.R., Testa M. Abuse potential and pharmacologic comparasion of tramadol and morphine // Drug. Alcjhoh Depend. – 1991/ – Vol. 27. – P. 7-17.
- [34] Raffa R.B., Friderichs E. The basic science aspect of tramadol hydrochloride // Pain Reviews. – 1996. –Vol. 3. – P. 249-271.
- [35] Richter W., Barth H., Flohe L., et al. Clinical investigation of the development of dependence during oral therapy with tramadol. Arzneimittelforschung // Drug Res. – 1985. – Vol. 35. – P. 1742-1744.
- [36] Singh G., Terry R., Ramey D.R., et al.. Comparative GI toxicity of NSAIDs // Arth. Rheum. – 1997. – 40 suppl. – 115 p.
- [37] Todd C. Meeting the therapeutic challenge of the patient with osteoarthritis // J Am Pharm Assoc (Wash). – 2002. – Vol. 42(1). – P. 74-82.
- [38] Woolf C.J., Salter M.W. Neuronal plasticity: increasing the gain of the pain // Science. – 2000. – Vol. 288. – P. 1765-1768.
- [39] Barth H., Durra S., Giertz H., Goroll D., Flohe L. Long – term administration of the centrally acting analgesic Tramadol did not induce dependence of tolerance // Pain. – 1987 b, suppl. 4, Abstract № 439. – P. 231.
- [40] Breedveld F. Pharmacological approaches to pain management in musculoskeletal diseases: choices and rational combination // In: «Pain in musculo skeletal diseases: New concepts for an age–old question». – Excerpta Medica Asia. – Hong Kong, 1998. – P. 7-9.
- [41] Edwards J.E., McQuay H.J., Moore R. Individual patient data meta–analysis of single–dose oral tramadol plus acetaminophen in acute post–operative pain // Journal of Pain Symptom Management. – 2002. – 23. – P. 121-130.
- [42] Garcia–Rodriguez L., Hernander–Diaz S. Risk of gastrointestinal toxicity associated with individual anti–inflammatory drugs // Lancet. – 2001. – 355. – P. 769-772.
- [43] Galer B. The Clinical Handbook of Neuropathic Pain. Education Program Syllabus // American Academy of Neurology 52 Annual Meeting. April 29 – May 6, 2000. – USA.
- [44] Liao S., Hill J. F., Nayak R. K. Pharmacokinetics of tramadol following single and multiple oral doses in man. Pharmaceutical // Research. – 1992. – 9 Suppl. – P. 308. – Abstract № PPDМ 8206;
- [45] Medve R.A., Wang J., Karim R. Tramadol and acetaminophen tablets for dental pain // Anesthesia progress. – 2001. – 48. – P. 79-81.

- [46] Mullican W.S., Lacy J.R. Tramadol | acetaminophen combination tablets and codeine capsules for the management of chronic pain: a comparative trial // *Clinical Therapeutics*. – 2001. – 23. – P. 1429-1445.
- [47] Preston K.L., Jasinski D.R., Testa M. Abuse potential and pharmacological comparison of Tramadol, Morphine and Pethidine // *Drug and Alcohol Dependence*. – 1991. – 27. – P. 7-17.
- [48] Rauck R.L., Ruoff G., McMillen J. Comparison of tramadol and acetaminophen with codein for long-term pain management in elderly patients // *Curr. Ther. Res.* – 1994. – Vol. 55. – P. 1417-1431.
- [49] Richter W., Barth H., Flohe L., Giertz H. Clinical investigation on the development of dependence during oral therapy with Tramadol. *Arzneimittel-Forschung // Drug Research*. – 1985. – 35. – P. 1742-1744.
- [50] Sandrini G., Nappi G., Bussone G., Grazzi L., Puca F., Genco S., Stemieri E., Pim A. TRAMADOL IN THE TREATMENT OF TENSION HEADACHE: A CONTROLLED TRIAL VS PLACEBO | Pain in Europe III. EFIC 2000, Nice, France, September 26–29, 2000. – Abstracts book, p. 62, 289, 308, 314.
- [51] Schnitzer T.J., Kaniin N., Olson W.H. Tramadol allows reduction of naproxen dose among patients with naproxen-responsive osteoarthritis pain: a randomized, double blind, placebo controlled trial // *Arthritis Rheum.* – 1999. – 42. – P. 1370-77.
- [52] Ultram (tramadol HCl) prescribing information // Raritan NJ: McNeil Pharmaceutical, 1995.
- [53] WHO Expert Committee on Drug Dependence // Twenty fifth Report. – Series 775. – WHO, Geneva, 1989.
- [54] Wolfe M., Lichtenstein D.R., Singh G. Gastrointestinal toxicity of nonsteroidal anti-inflammatory drugs // *N. Engl. J. Med.* – 1999. – 24 1888–1899.
- [55] Alwine L.H. Long-term (2 years) analgesic efficacy of tramadol / acetaminophen tablets. *Annals of the Rheumatic diseases // Annual European Congress of Rheumatology*. – 2000. – Vol. 59 [Suppl. 1]. – P. 136 [POS 301].
- [56] Silverfield J.C., Kamin M., Wu S.C., Rosenthal N. // *Clin Ther.* – 2002 Feb. – 24 (2). – P. 282-97.
- [57] Drugs. Reprint, (Focusion Tramadol). – Aug. 1993. – Vol. 46, N 2. – P. 313-340.

## REFERENCES

- [1] Anan'eva L.P. Anal'getik central'nogo dejstvija tramadola gidrohlorid / *Informacionnoe pis'mo*, Moskva 2003;
- [2] Anan'eva L.P. Primenenie tramadola gidrohlorida pri neonkologicheskoy boli / *RMZh*, Tom 01, № 23, 2003;
- [3] Burov N.E. Anal'gezija posleoperacionnogo perioda. /*RMZh*, Tom 11, № 21, 2003;
- [4] Brjuzgin V.V. Lechenie hronicheskoy boli u onkologicheskikh bol'nyh / *Materialy IV Rossijskoj onkologicheskoy konferencii 21–23 nojabrja 2000 goda*;
- [5] Bunjatjan A. A., Trekova N. A., Osipova N. A., Manukjan L. M., Folomeev M. Ju. Anal'getik v lechenii ostroj i hronicheskoy boli u 2000 ambulatornyh bol'nyh. *Novye lekarstvennye preparaty*. 1997, Vyp. 7, s. 3 – 11.;
- [6] Isakova M.E. Problema boli v onkologii. / *RMZh*, Tom 8, № 17, 2000;
- [7] Kukushkin M.L., Reshetnjak V.K. Mehanizmy vozniknovenija ostroj boli i hronicheskikh bolevykh sindromov. *Materia Medica*, 1997, №3 (15), c.5–22
- [8] Kryzhanovskij G.N. Obshhaja patofiziologija nervnoj sistemy. M.: *Medicina*, 1997, 345 str.
- [9] Kirienko P.A., Martynov A.N., Gel'fand B.R. Sovremennaja ideologija i metodologija posleoperacionnoj anal'gezii / V kn. «50 lekcij po hirurgii» pod redakciej V.S. Savel'eva, «Triada – H», Moskva, 2004 – 752 s; S 722 – 737;
- [10] Lebedeva R.N., Bondarenko A.V., Nikoda V.V. «Opyt klinicheskogo primenija tramadola u bol'nyh v rannem posleoperacionnom periode.» *Mat. simp. «Klinicheskij opyt lechenija boli anal'getikom tramalom»*, g. Novosibirsk, 1994, str.4–5.;
- [11] Lebedeva R. N., Nikoda V. V. Farmakoterapija ostroj boli. M. AIR ART, 1998, s. 7 – 39.;
- [12] Novikov A.V., Jahno N.N. Nevropaticheskaja bol'. Patofiziologicheskie mehanizmy i principy terapii. / *RMZh*, Tom 9, № 7–8, 2001;
- [13] Nasonov E.L., Protivovospalitel'naja terapija revmaticheskikh boleznej. Moskva. «M–Siti», 1996, 60–72 .
- [14] Osipova N.A., Novikov G.A., Prohorov B.M. Hronicheskij bolevoj sindrom v onkologii. Moskva, «Medicina», 1998, s.102–113
- [15] Osipova N.A. Tramadol v lechenii ostryh i hronicheskikh bolevykh sindromov /*RMZh*, Tom 01, № 4, 2003;
- [16] Osipova N. A., Abuzarova G. R. Lechenie hronicheskoy boli u inkurabel'nyh onkologicheskikh bol'nyh v domashnih uslovijah. *Vrach*, 2002, № 4, s. 7 – 9.;
- [17] Osipova N.A., Novikova G.A., Bereznev V.A., Loseva N.A. «Anal'geticheskij jeffekt tramadola pri hronicheskoy boli u bol'nyh rakom.» *Mat.simp. «Klinicheskij opyt lechenija boli anal'getikom TRAMALOM»*. g. Novosibirsk, 1994, str. 8–9.;
- [18] Osipova N.A. Tramadol v lechenii ostryh i hronicheskikh bolevykh sindromov /*RMZh*, Tom 01, № 4, 2003;
- [19] Osipova N. A., Novikov G. A., Prohorov B. M., Loseva N. A., Sokolenov A. S., Abuzarova G. R. Tramadol v ambulatornoj terapii hronicheskoy boli u onkologicheskikh bol'nyh. *Novye lekarstvennye preparaty*, 1997, Vyp. 7, s. 3 – 01;
- [20] Osipova N.A. Porjadok i sroki naznachenija narkoticheskikh anal'getikov.// *Metodicheskie ukazanija*.M.2001;
- [21] Osipova N.A., Petrova V.V., Vetsheva M.S. i dr. Sinteticheskie opioidy v onkohirurgii. //*Posobie dlja vrachej*. M.1997.;
- [22] Chichasova N.V., Igolkina E.L., Nasonov E.L., Folomeev M.Ju. Primenenie tramadola v revmatologicheskoy praktike. *Klin. Farmakologija i terapija*, 1999.–N8 (1).–s.69–72
- [23] Chichasova N.V., Igolkina E.L., Nasonov E.L., Folomeev M.Ju. Primenenie tramadola v revmatologicheskoy praktike. *Klin. Farmakologija i terapija*, 1999.–N8 (1).–s.69–72;
- [24] Chichasova N.V. Sindrom fibromialgii: klinika, diagnostika, lechenie. / *RMZh*, Tom 6, № 18, 1998;
- [25] Chichasova N.V., Igolkina E.V. Osobennosti lechenija hronicheskikh bolevykh sindromov/ *RMZh*, Tom 11, № 7, 2003;
- [26] Chichasova N.V., Igolkina E.V., Folomeev M.Ju., Repash Ch., Nasonov E.L. «Tramadol v lechenii bol'nyh s sindromom pervichnoj fibromialgii» *Ter. Arhiv*, 1994, № 5, str. 59–61;
- [27] Christie MJ, Connor M, Vaughan CW, e.a. Cellular actions of opioids and other analgesics: implications for synergism in pain relief // *Clin and Experimental Pharmacology and Physiology*, 2000.–v.27.–p.520–523

- [28] Cicero TJ, Adams EH, A.Geller e.a. A postmarketing surveillance program to monitor Ultram(r) (tramadol hydrochloride) abuse in the Unated States // Drug and Alcohol Dependence, 1999.–v.52.–p. 7–22
- [29] Hawkey CJ. Cyclooxygenase inhibition: between the devil and the deep blue sea. Gut 2002 May;50 Suppl 3:III25–30
- [30] Katz WA. Use of nonopioid analgesics and adjunctive agents in the management of pain in rheumatic diseases // Curr Opin Rheumatol 2002, v.14(1).–p.63–71
- [31] Keup W. Missbrauchsmuster bei Abhangigkeit von Alkohol, Medikamenten und Drogen: Fruhwarnsystem–daten fur die Bundesrepublik Deutschland 1976–1990. Lambertus, Freiberg im Breisgau, 1993.
- [32] Levine JD, Taiwo YO. Involvement og the mu–opiate receptor in peripheral analgesia // Neuroscience 1989, v.32.–p.571–575
- [33] Preston KL, Jasinski DR, Testa M. Abuse potential and pharmacologic comparasion of tramadol and morphine. Drug. Alcjhlo Depend. 1991, v.27.–p. 7–17
- [34] Raffa RB, Friderichs E. The basic science aspect of tramadol hydrochloride // Pain Reviews 1996,v.3.–p.249–271
- [35] Richter W, Barth H, Flohe L. et al. Clinical investigation of the development of dependence during oral therapy with tramadol. Arzneimittelforschung/Drug Res 1985, v.35.–v. 1742–1744
- [36] Singh G., Terry R., Ramey D.R. et al.. Comparative GI toxicity of NSAIDs// Arth.Rheum., 1997, 40 suppl., 115.
- [37] Todd C. Meeting the therapeutic challenge of the patient with osteoarthritis.// J Am Pharm Assoc (Wash), 2002.–v.42(1).–p.74–82
- [38] Woolf CJ., Salter M.W. Neuronal plasticity: increasing the gain of the pain // Science, 2000.–v.288.–p.1765–1768
- [39] Barth H., Durra S., Giertz H., Goroll D., Flohe L. Long – term administration of the centrally acting analgesic Tramadol did not induce dependence of tolerance. Pain, 1987 b, suppl. 4, Abstract № 439, p. 231.;
- [40] Breedveld F. «Pharmacological approaches to pain management in musculoskeletal diseases: choices and rational combination.» In: «Pain in musculo skeletal diseases: New concepts for an age–old question», Excerpta Medica Asia, Hong Kong, 1998, P. 7–9;
- [41] Edwards J.E., McQuay H.J., Moore R. Individual patient data meta–analysis of single–dose oral tramadol plus acetaminophen in acute post–operative pain. / Journal of Pain Symptom Management 2002: 23: 121–130;
- [42] Garcia–Rodriguez L., Hernander–Diaz S., «Risk of gastrointestinal toxicity associated with individual anti–inflammatory drugs» Lancet, 2001, 355: 769–772;
- [43] Galer V. The Clinical Handbook of Neuropathic Pain. Education Program Syllabus. American Academy of Neurology 52 Annual Meeting. April 29–May 6, 2000. USA;
- [44] Liao S., Hill J. F., Nayak R. K. Pharmacokinetics of tramadol following single and multiple oral doses in man. Pharmaceutical. Research, 1992, 9 Suppl., p. 308, Abstract № PPDM 8206;
- [45] Medve R.A., Wang J., Karim R. Tramadol and acetaminophen tablets for dental pain./ Anesthesia progress 2001; 48: 79 – 81;
- [46] Mullican W.S., Lacy J.R. Tramadol | acetaminophen combination tablets and codeine capsules for the management of chronic pain: a comparative trial / Clinical Therapeutics 2001, 23, 1429–1445;
- [47] Preston K. L., Jasinski D. R., Testa M. Abuse potential and pharmacological comparison of Tramadol,Morphine and Pethidine. Drug and Alcohol Dependence, 1991, 27, p. 7 – 17.;
- [48] Rauck R.L., Ruoff G., McMillen J. «Comparison of tramadol and acetaminophen with codein for long–term pain management in elderly patients.» Curr. Ther. Res., 1994, Vol. 55: 1417–1431;
- [49] Richter W., Barth H., Flohe L., Giertz H. Clinical investigation on the development of dependence during oral therapy with Tramadol. Arzneimittel–Forschung / Drug Research 1985, 35, p. 1742 – 1744;
- [50] Sandrini G. Nappi G., Bussone G., Grazzi L., Puca F., Genco S., Stemieri E., Pim A. TRAMADOL IN THE TREATMENT OF TENSION HEADACHE: A CONTROLLED TRIAL VS PLACEBO | Pain in Europe III. EFIC 2000, Nice, France, September 26–29, 2000. Abstracts book, p. 62, 289, 308, 314;
- [51] Schnitzer TJ, Kaniin N, Olson WH. Tramadol allows reduction of naproxen dose among patients with naproxen–responsive osteoarthritis pain: a randomized, double blind, placebo controlled trial. Arthritis Rheum 1999, 42:1370–77;
- [52] «Ultram (tramadol HCl) prescribing information.» Raritan NJ: McNeil Pharmaceutical, 1995;
- [53] WHO Expert Committee on Drug Dependence: Twenty fifth Report. Series 775. WHO, Geneva, 1989;
- [54] Wolfe M., Lichtenstein D.R., Sinhg G «Gastrointestinal toxicity of nonsteroidal anti–inflammatory drugs» N. Engl. J. Med., 1999,24 1888–1899.
- [55] Alwine LH. Long–term (2 years) analgesic efficacy of tramadol / acetaminophen tablets. Annals of the Rheumatic diseases. Annual European Congress of Rheumatology 2000; Vol. 59 [Suppl. 1]: p. 136 [POS 301].
- [56] Silverfield JC, Kamin M, Wu SC, Rosenthal N. Clin Ther 2002 Feb; 24 (2): 282–97.;
- [57] Drugs. Reprint, (Focusion Tramadol). Aug. 1993, V. 46, № 2, p. 313 – 340.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 234 – 240

**N. Tolbayev<sup>1</sup>, M. Tulendieva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Akhmed Yassawi International kazakh-turkish university, Turkistan, Kazakhstan,

<sup>2</sup>High school №24, Turkistan, Kazakhstan.

E-mail: tonus6@mail.ru

**INDEX OF SAPROBITY OF ALGOLOGICAL FLORA  
IN SPRING-WATERS OF CENTRAL KARATAU**

**Abstract.** Diatoms are the most common, both in species composition, and on the systematic structure of all researched water courses. They are dominant among the other classes of microalgae, and within the class found dominant and subdominant species. Examined hydrological objects exhibit an invariant set of taxonomic composition of microscopic algae as the basic indicators of contamination with organic residues or their absence.

Research of algological flora and analysis their saprobity allows submitting a screen of ecological status of spring water and summarizing its saprobity index, comprehensive assessment of the contamination and purity of the water sources. Comparison of taxonomic compositions in other macro slopes allows drawing conclusions about their saprobes index. There were research and compare twelve water sources and more than one hundred species of algae. Algae samples were selected on the various sections of each water source, and as the result of it their saprobity index was different.

**Key words:** saprobity index, oligosaprobes, xenobiotic, algae, mesosaprobes.

УДК 574.5(282)

**Н. Толбаев<sup>1</sup>, М. Тулендиева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет им. Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан,

<sup>2</sup>Средняя школа №24, Туркестан, Казахстан

**ИНДЕКС САПРОБНОСТИ АЛЬГОФЛОРЫ  
РОДНИКОВЫХ ВОДОТОКОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАРАТАУ**

Мезосапробы со смешанным индексом встречаются в водотоках гораздо менее часто, чем бета-мезосапробы. Альфа-мезосапробы, альфа-бета-мезосапробы и бета-альфа-мезосапробы в исследованных родниках северо-восточной и юго-западной частей Каратауского хребта также имеют разницу в количественном соотношений видового состава: 29 видов, форм и разновидностей в северо-восточном макросклоне горной гряды и 14 – в водотоках юго-западного участка исследований. В приведенных таблицах указаны также четыре вида полуанаэробных  $\alpha$ -мезосапробов. Столь незначительное присутствие последних объясняется, главным образом, нехваткой соответствующих условий для их существования. Практически все исследованные водотоки, включая реки и водохранилища имеют хорошую аэрацию и в той или иной мере насыщены кислородом. Все  $\alpha$ -сапробы обнаружены в роднике Турган-булак. Этот источник имеет небольшие заболоченные участки с густым заилением донной части. В родниках юго-западной части Каратауского хребта микроводоросли с полуанаэробным мезосапробным индексом не обнаружены. Субдоминантный и, в особенности, доминантный комплекс мезосапробных микроводорослей со смешанным индексом невелик. Наибольшее значение доминантности в водотоках Табак-булак: три

субдоминантных вида; и Котерме – с двумя судоминантами и одним доминантом. Большинство  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробных и  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробных диатомей в обеих частях исследований обнаружены в единичных экземплярах. Указанные выше мезосапробы в количественном отношении в родниковых источниках распределены так:  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробов в юго-западной части хребта обнаружено всего 5 видов, против 9 видов  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробов. В северо-восточных водотоках их значения приблизительно пропорциональны: 12 видов  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробов, 13 -  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробов и 4 вида полумезосапробных мезосапробных микроводорослей.

Таблица 1 – Обнаруженные в родниках северо-восточного макросклона альфа-мезосапробы, альфа-бета-мезосапробы и бета-альфа-мезосапробы.

№ п/п	Исследованные родники	S	Горлан-су	Рабат	Кара-агаш	Турган	Бакыт	Котерме
	Таксоны							
<b>BACILLARIOPHYTA</b>								
1	<i>Cyclotellameneghiniana</i> Kutz.	$\beta$ - $\alpha$	D	+	-	C	+	-
2	<i>Mastogloiapumila</i> (Grun.) Cl.	$\alpha$ - $\beta$	-	-	-	-	+	-
3	<i>Diploneis</i> Smithii (Breb.) Cl.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	-	+	+
4	<i>Diploneis</i> Smithii v.pumila (Grun.) Hust.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	-	-	C
5	<i>Anomoeoniussphaerophora</i> (Kutz.) Pfitz.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	+	-	-
6	<i>Naviculacryptocephala</i> Kutz.	$\alpha$ - $\beta$	C	+	+	+	+	D
7	<i>Naviculacryptocephalav.veneta</i> (Kutz) Grun	$\alpha$ - $\beta$	+	+	C	+	+	C
8	<i>Naviculabacillum</i> Ehr.	$\alpha$	-	-	-	+	-	-
9	<i>Naviculapygmaea</i> Kutz.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	+	+	+
10	<i>Navicularhynchocephala</i> Kutz.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	-	-	+
11	<i>Naviculaspicula</i> Hickie	$\alpha$ - $\beta$	+	+	+	-	-	+
12	<i>Naviculacuspadata</i> Kuetz.	$\alpha$	-	-	-	+	-	-
13	<i>Naviculaviridula</i> Kutz.	$\alpha$ - $\beta$	+	-	+	-	+	+
14	<i>Caloneisbacillum</i> (Grun.) Mer.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	-	-	+
15	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cl.	$\alpha$ - $\beta$	-	-	+	+	-	+
16	<i>Cymbellapusilla</i> Grun.	$\beta$ - $\alpha$	-	+	-	-	-	+
17	<i>Cymbellahelvetica</i> Kutz.	$\beta$ - $\alpha$	+	+	+	+	+	-
18	<i>Rhopalodiagibberula</i> (Ehr.) O.Mull.	$\alpha$ - $\beta$	-	-	-	-	+	-
19	<i>Hantzschiaamphioxys</i> (Ehr.) Grun.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	-	-	+
20	<i>Nitzschiahungarica</i> Grun.	$\alpha$ - $\beta$	-	-	-	+	-	+
21	<i>Nitzschia palea</i> (Kutz.) W.Sm.	$\alpha$	-	-	-	+	-	-
22	<i>Nitzschia tryblionella v.levidensis</i> (W.Sm.) Grun.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	+	-	+
23	<i>Cymatopleura solea</i> (Breb.) W.Sm.	$\alpha$ - $\beta$	-	-	-	+	+	-
24	<i>Campylodiscus sp.(punctatus?)</i>	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	-	-	+
25	<i>Denticulaelegans</i> Kutz.	$\alpha$ - $\beta$	-	C	C	-	+	-
26	<i>Denticulatenuis</i> (Kutz.) Hust.	$\alpha$ - $\beta$	-	-	-	+	-	+
27	<i>Denticulatenuisv.crassula</i> (Nag.) Hust.	$\alpha$	-	-	-	+	-	-
28	<i>Chaetocerossubtilis</i> O.Mull.	$\beta$ - $\alpha$	+	-	+	-	-	-
29	<i>Gomphonemaangustatum</i> (Kutz.) Rabenh.	$\alpha$ - $\beta$	+	C	-	-	-	+
<p>Условные обозначения: S – сапробность (отклик микроводорослей на органическое загрязнение); <math>\alpha</math> – альфа-мезосапробы; <math>\alpha</math>-<math>\beta</math> – альфа-бета-мезосапробы; <math>\beta</math>-<math>\alpha</math> – бета-альфа-мезосапробы; - - вид не обнаружен; + - единичная встречаемость; C – субдоминант; D – доминант.</p>								

Таблица 2 – Присутствие альфа-мезосапробных, альфа-бета-мезосапробных и бета-альфа-мезосапробных микроводорослей в родниковых водотоках юго-западной части хребта

№ п/п	Исследованные родники	S	Шери-булак	Кериз-булак	Жан-гакты	Рашид-булак	Табак-булак	Кок-булак
	Таксоны							
<b>BACILLARIOPHYTA</b>								
1	<i>Amphora lineolata</i> Ehr.	$\beta$ - $\alpha$	+	C	C	-	C	-
2	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cl.	$\alpha$ - $\beta$	-	+	C	-	C	+
3	<i>Cylostellameneghiana</i> Kütz.	$\beta$ - $\alpha$	C	C	+	C	-	+
4	<i>Diploneis subovalis</i> Cl.	$\beta$ - $\alpha$	+	+	+	-	-	-
5	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	$\beta$ - $\alpha$	+	-	-	-	-	-
6	<i>Nitzschialinear</i> is W. Sm.	$\alpha$ - $\beta$	+	+	-	-	+	+
7	<i>Nitzschiatryblionella</i> Hantz.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	-	-	+
8	<i>Mastogloia Smithii</i> Thw.	$\beta$ - $\alpha$	+	-	+	-	+	C
9	<i>Mastogloia Smithii</i> var. <i>amphicephala</i> Grun.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	C	-	+
10	<i>Mastogloiapumila</i> (Grun.) Cl.	$\alpha$ - $\beta$	+	-	+	-	C	-
11	<i>Naviculacryptocephala</i> Kutz.	$\alpha$ - $\beta$	+	+	-	+	-	-
12	<i>Naviculacryptocephala</i> v. <i>veneta</i> (Kutz) Grun	$\alpha$ - $\beta$	+	+	-	-	-	-
13	<i>Diploneis Smithii</i> (Breb.) Cl.	$\beta$ - $\alpha$	-	+	+	+	-	+
14	<i>Diploneis Smithii</i> v. <i>pumila</i> (Grun.) Hust.	$\beta$ - $\alpha$	-	-	-	+	+	-
Условные обозначения: S – сапробность (отклик микроводорослей на органическое загрязнение); $\alpha$ – альфа-мезосапробы; $\alpha$ - $\beta$ – альфа-бета-мезосапробы; $\beta$ - $\alpha$ – бета-альфа-мезосапробы; - - вид не обнаружен; + - единичная встречаемость; C – субдоминант; D – доминант.								

Олиго- и олиго-бета-сапробные микроводоросли в исследованных водоемах представлены большим качественным и количественным составом. Сумма олигосапробов во всех исследованных родниковых источниках пресной воды наиболее высокая: 45,78% (27 видов в обоих участках исследований хребта Сырдарьинского Каратау). Ксено-олиго- и олиго-ксеносапробные микроводоросли встречены мало, но некоторые из них являются доминантными видами (*Achnanthes linearis*, *Denticulatenuis* др.). Общее значение бета-олигосапробных и олиго-бета-сапробных микроводорослей равно 26 видам (44,1 %).

Некоторые виды диатомовых водорослей (*Pinnularia gibba* Ehr., *P. Gracillima* Greg., *Stauroneus anceps* Ehr., *Synedra beroliensis* Lemm. и др.) в исследованных родниках встречаются в единичных экземплярах.

Преобладание носит дифференцированный характер, когда совокупность видов одного отдела составляет доминантный комплекс, а внутри него отдельные виды, например, указанные выше, встречаются единично.

Как видно из приведенных таблиц, сообщества альгоценозов родников, вследствие разнородности их рельефа, имеет неодинаковую структуру. В горных родниках с незначительным содержанием продуктов органического разложения, чаще встречаются олигосапробные микроводоросли. В гидроценозах предгорных и равнинных водотоков преобладают организмы с мезосапробными индексами. Это объясняется не только содержанием в них органических остатков, но и наличием благоприятных для роста и размножения условий среды (температурный режим, состав воды, структура донных отложений и т.д.). В большинстве водотоков, как в северо-восточном макросклоне, так и в юго-западной части Каратауского хребта, в одном и том же роднике обнаружены микроводоросли с различным индексом сапробности. Причинами этого многообразия экологических групп являются некоторые гидрологические и гидрохимические факторы, такие как: длина русел, пролегание их на различных рельефах, структура донных отложений, состав и содержание органических и неорганических веществ, необходимых для питания, роста и развития и т.д.

Таблица 3 – Состав олиго-, ксено-олиго- и бета-олиго-сапробных микроводорослей в исследованных водотоках северо-восточного макросклона.

№ п/п	Исследованные родники	S	Торлан-су	Рабат	Кара-агаш	Турган	Бакыт	Котерме
	Таксоны							
1	<i>Cyclotella ocellata</i> Pant.	o	–	–	+	–	–	+
2	<i>Cyclotellacomta</i> (Ehr.) Kuetz.	o	D	–	–	–	+	–
3	<i>Diatoma elongatum</i> v. <i>tenue</i> (Ag.) V.H.	o-β	D	+	+	–	–	+
4	<i>Diatomahiemale</i> v. <i>mesodon</i> (Ehr.) Grun.	x-o	–	+	–	–	+	–
5	<i>Fragilariacapucina</i> Desm.	o-β	D	+	–	–	–	C
6	<i>Fragilaria capucina</i> v. <i>lanceolata</i> Grun.	o	D	–	–	–	+	–
7	<i>Fragilariacrotonensis</i> Kitt.	o-β	D	C	–	–	–	+
8	<i>Fragilaria construens</i> v. <i>binodis</i> (Ehr.) Grun.	o	–	+	–	–	–	–
9	<i>Fragilaria construens</i> v. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.	o	D	–	+	–	–	–
10	<i>Fragilariaconstricta</i> Ehr.	x-o	–	–	–	C	+	+
11	<i>Fragilariabicapitata</i> A.Mayer.	o	C	–	–	–	–	–
12	<i>Fragilariapinnata</i> Kuetz.	o	+	–	–	–	–	+
13	<i>Fragilariavirescens</i> Ralfs.	o-β	–	–	–	–	+	C
14	<i>Cocconeis placentula</i> v. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cl.	β-o	D	C	D	–	+	C
15	<i>Eucoconeis flexella</i> Kuetz.	o	C	–	–	–	–	–
16	<i>Eucoconeis lapponica</i> Hust.	o	D	–	+	–	+	+
17	<i>Achnanthes linearis</i> (W.Sm.) Grun.	o-x	D	+	D	D	D	C
18	<i>Achnanthes affinis</i> Grun.	o	D	+	+	C	+	D
19	<i>Achnanthes microcephala</i> (Kuetz.) Grun.	o	D	–	–	–	–	+
20	<i>Achnanthes minutissima</i> Kuetz.	o-β	D	+	C	C	+	D
21	<i>Achnanthes minutissima</i> v. <i>cryptocephala</i> Grun.	o	D	–	D	–	–	+
22	<i>Navicula gracilis</i> Ehr.	β-o	C	+	C	–	–	+
23	<i>Navicularadiosa</i> Kuetz.	o-β	–	+	–	–	+	C
24	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cl.	o-β	–	–	+	–	–	+
25	<i>Caloneissilicula</i> (Ehr.) Cl.	o-β	+	–	–	–	–	+
26	<i>Cymbella affinis</i> Kuetz.	β-o	D	–	–	C	C	+
27	<i>Cymbella amphicephala</i> Naeg.	β-o	D	–	–	+	–	–
28	<i>Cymbella aequalis</i> W.Sm.	o	C	+	–	–	–	–
29	<i>Cymbella angustata</i> (W.Sm.) Cl.	o	–	–	–	–	–	+
30	<i>Cymbelladelicatula</i> Kuetz.	o	D	C	–	–	–	C
31	<i>Cymbella hebridica</i> (Greg.) Grun.	o	+	–	–	–	+	–
32	<i>Cymbella helvetica</i> Kuetz.	o-β	+	–	–	–	–	+
33	<i>Cymbella helvetica</i> v. <i>curta</i> Cl.	o-β	C	–	–	–	–	+
34	<i>Cymbella parva</i> (W.Sm.) Cl.	o	C	–	–	–	–	–
35	<i>Cymbella ventricosa</i> Kuetz.	o-β	C	–	–	–	+	–
36	<i>Cymbella ventricosa</i> v. <i>ovata</i> Grun.	o-β	+	–	–	–	+	–
37	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kuetz.) Rabenh.	o-β	–	C	–	–	–	–
38	<i>Denticulaelegans</i> Kuetz.	β-o	+	–	–	–	–	–
39	<i>Denticula tenuis</i> (Kuetz.) Hust.	x-o	D	–	–	+	–	D
40	<i>Denticula tenuis</i> v. <i>crassula</i> (Naeg.) Hust.	o	D	–	–	–	+	C
41	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kutz.) Grun.	o-β	–	–	–	–	–	+
42	<i>Nitzschia sinuata</i> v. <i>tabellaria</i> Grun.	o	–	–	+	–	+	–

Таблица 4 – Олиго-, ксено-олиго-, бета-олиго-сапробных микроводорослей, обнаруженные в водотоках юго-западного макросклона.

№ п/п	Исследованные родники	S	Шери-булак	Кериз-булак	Жангакты	Рашид-булак	Табак-булак	Кок-булак
	Таксоны							
1	<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grun.	o	–	C	D	+	–	+
2	<i>Achnanthes linearis</i> (W.Sm.) Grun.	o-x	–	+	–	+	C	–
3	<i>Caloneissilicula</i> (Ehr.) Cl.	o-β	–	–	–	+	–	–
4	<i>Caloneissilicula</i> var. <i>gibberula</i> (Kuetz.) Grun.	o	–	–	–	+	–	–
5	<i>Cymbella amphicephala</i> Naeg.	b-o	+	–	–	–	–	–
6	<i>Cymbella aspera</i> (Ehr.) Cl.	o	–	+	–	–	–	–
7	<i>Cymbella cymbiformis</i> (Ag. Kuetz.) V.H.	o	–	–	–	–	–	+
8	<i>Cymbella ventricosa</i> Kuetz.	o-β	–	–	–	D	–	–
9	<i>Diatomahiemale</i> (Lingb.) Heib.	x-o	–	–	–	D	–	+
10	<i>Fragilariacrotoneensis</i> Kitt.	o-β	+	–	+	+	–	+
11	<i>Gomphonema augur</i> Ehr.	o-β	D	D	C	+	+	C
12	<i>Naviculamutica</i> var. <i>binodis</i> Hust.	o-β	+	–	–	–	–	–
13	<i>Naviculamutica</i> var. <i>nivalis</i> (Ehr.) Hust.	o	+	–	–	–	–	–
14	<i>Navicularia radiosia</i> Kuetz.	o-β	+	C	+	D	–	+
15	<i>Pinnularia gibba</i> Ehr.	o	–	–	–	–	–	+
16	<i>Pinnularia gracillima</i> Greg.	o	–	–	–	C	–	–
17	<i>Surirella ovata</i> v. <i>hankensis</i> Skv.	o	–	+	–	–	–	–

Условные обозначения: S – сапробность; o – олигосапробы; x-o – ксеноолигосапробы; o-x – олиго-ксеносапробы; o-β – олиго-бета-сапробы; D – доминант; C – субдоминант; + – единичные случаи обнаружения.

Исходя из вышеизложенного, необходимо отметить важную роль сапробности микроскопических растительных организмов в гомеостатических процессах проточных водотоков и их участках со слабым течением. Именно присутствие этих представителей альгофлоры, в большинстве своем, определяет уровень загрязнения или чистоты воды в родниках, насыщенность или отсутствие продуктов органического разложения, и, как следствие, развитие гидробиоценоза в целом, поскольку микроскопические водоросли (фитопланктон) являются основной кормовой базой большинства водных животных организмов.

В нашем анализе мы затронули только отдел диатомовых, как основных доминантов. Синезеленые и зеленые микроводоросли в исследованных проточных водоемах занимают промежуточное положение между диатомеями и отделами *Euglenophyta* и *Dinophyta*.

Цианобактерии и зеленые микроводоросли в родниках находятся приблизительно в одинаковых позициях. Среди них также обнаружены доминантные виды, широко распространенные на обоих макросклонах, а также редко встречающиеся виды. При определении ранга доминирования отделов общий видовой состав *Cyanophyta* и *Chlorophyta* находятся ниже такового диатомей. Синезеленые микроводоросли представлены нитчатными, колониальными и свободноплавающими видами, формами и разновидностями. Представители зеленых микроводорослей в большей степени образуют колониальные формы с относительно большой площадью покрытия поверхности воды, в особенности в местах со слабым течением, густых зарастаниях высшими растениями (к которым микроводоросли прикрепляются) или прибрежных участков с неподвижным водным зеркалом. Но таких участков русел в исследованных родниках обнаружено совсем мало, в большей степени они присущи для родников предгорной части.

При сравнительном анализе родниковых альгоценозов двух противоположно расположенных макросклонов исследуемого хребта нами выявлена (это относится и к рекам) большая разница видового разнообразия и количественного состава микроводорослей. Северо-восточный макросклон в этом отношении богаче как по таксономическим, так и по количественным характерис-

тикам. Особый интерес для нас представлен богатством сапробионтов различной категории: от  $\alpha$ - и  $\beta$ -мезосапробов, встреченных в предгорной части до олигосапробов и даже ксеносапробных организмов, преимущественно обитающих в верховьях родников, с сильным течением и каменисто-скалистым рельефом русел. Такие условия подразумевают крайне незначительное содержание остатков органического разложения – источников питания полуанаэробных и аэробных мезосапробных микроскопических водорослей.

Доминантный комплекс исследованных водных источников составляют диатомовые водоросли из родов *Cyclotella*, *Synedra*, *Fragilaria*, *Cocconeis*, *Eucocconeis*, *Achnanthes*, *Eunotia*, *Epithemia*, *Symbella*, *Navicula*, *Rhopalodia* (отдельные представители которых являются донными и придонными формами водорослей), планктонные колониальные и нитчатые формы сине-зеленых водорослей родов *Merismopedia*, *Microcystis*, *Gloeocapsa*, *Gomphosphaeria*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya*, зеленые нитчатые, десмидиевые и др. водоросли.

Большинство водорослей, обнаруженных нами в исследованных водотоках, вполне типичны для существующих условий. Но мы рассматривали водные объекты с точки зрения влияния экологических факторов, в данном случае сукцессии водных источников. Однако мы не располагаем данными о видовом составе водорослей этих родников в их первичном положении, поскольку таких результатов конкретно этих объектов нет. Мы проводим сравнение их с альгофлорой стабильных источников.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Тальских В.Н., Абдуллаева Л.Н. Перифитонные сообщества озер Сарычелекского биосферного заповедника // В кн.: Труды заповедников Узбекистана. – Вып. 3. – Ташкент: ChinorENK, 2001. – С. 18-24.
- [2] Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.А. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 4: Диатомовые водоросли. – М.: Советская наука, 1951. – 619 с.
- [3] Диатомовые водоросли СССР. – Т. 1. – Л.: Наука, 1974. – 403 с.
- [4] Brown S.D. Species diversity of periphyton communities in the littoral of a temperate lake // Int. Rev. gesamt. Hydrobiol. – 1973. – Bd. 58. – P. 787-800.
- [5] Sjoerd P.K. Supplement to the study of the algae of the rivers Sitnica and Ibari // Acta boil et med. Exp. – 1989. – Vol. 14. – P. 117-127.
- [6] Zimmerli W.E. Die Algenflora des Rheines von der Quelle (Tomasee) bis Basel // Bauhinia. – 1991. – Bd. 9. – P. 291-324.

#### REFERENCES

- [1] Talskikh V.N., Abdullayeva L.N. Periphytonic communities on lakes of Sarychelekbiospheric reserve // Proceedings of reserves of Uzbekistan. Vol. 3. Tashkent: Chinor ENK, 2001. P. 18-24.
- [2] Zabelina M.M., Kisselev I.A., Proshkina-Lavrenko A.I., Sheshukova V.A. Determinant of freshwater algae in USSR. Vol. 4: Diatoms. M.: Sovietskayanauka, 1951. 619 p.
- [3] Diatoms of USSR. Vol. 1. L.: Nauka, 1974. 403 p.
- [4] Brown S.D. Species diversity of periphyton communities in the littoral of a temperate lake // Int. Rev. gesamt. Hydrobiol. 1973. Bd. 58. P. 787-800.
- [5] Sjoerd P.K. Supplement to the study of the algae of the rivers Sitnica and Ibari // Acta boil et med. Exp. 1989. Vol. 14. P. 117-127.
- [6] Zimmerli W.E. Die Algenflora des Rheines von der Quelle (Tomasee) bis Basel. Bauhinia. 1991. Bd. 9. P. 291-324.

**Н. Толбаев<sup>1</sup>, М. Тулендиева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан,

<sup>2</sup>№24 Жалпы орта мектебі, Түркістан, Қазақстан

### **ОРТАЛЫҚ ҚАРАТАУДАҒЫ БҰЛАҚТАРДЫҢ АЛЬГОФЛОРАСЫНЫҢ ШІРІТУ ДЕҢГЕЙІНІҢ ИНДЕКСІ**

**Аннотация.** Диатомды балдырлар зерттелген су көздерінде тек түрлілік құрамы бойынша емес, сонымен қатар, систематикалық құрылымы бойынша да ең кеңінен таралған. Өзге кластармен салыстырғанда, диатомды балдырлар – доминантты, ал класс ішінде олардың кейбір түрлері доминанттар және субдоминанттар болып қалыптасқан. Зерттелген гидробиологиялық объектілер микроскопиялық балдырлардың таксономиялық құрамының органикалық қалдықтармен ластану немесе олардың жоқтығын бейнелейтін негізгі көрсеткіш ретінде инвариантты кешені тұрғыда қарастырылады. Мұндай көрсеткіштер су көздерінің биоценодикалық, экологиялық және табиғаттағы зат алмасу байланысындағы орнын рәсімдеуші болады.

Альгофлораның құрамын зерттеу және шіріту деңгейін анықтау арқылы зерттеу объектілерінің экологиялық жағдайының сипатын, сапробтық индексін, сонымен қатар, су көздерінің ластану немесе тазалық деңгей көрсеткіштерін бағалау және сараптау мүмкіндігі пайда болды. Тау жотасының екі беткейінде орналасқан бұлақтардың балдырларының түрлілік құрамын салыстыру арқылы олардың сапробтық индекс анықталды. Он екі су көздері зерттеліп, жүзден астам балдырлардың түрлері сипатталды. Балдырлары бар сынамалар әрбір бұлақтың бірнеше жерінен алынды, сондықтан да аталған индекстің көрсеткіштері алуантүрлі болды. Жұмыс барысында анықталған сапробтық индекс және микробалдырлардың түрлілік құрамы су көздерінің жалпы экологиялық ахуалын бейнелейтін көрсеткіш болып отыр.

**Түйін сөздер:** сапробтық индексі, олигосапробтар, ксенобионттар, балдырлар, мезосапробтар.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 241 – 246

**N. Tolbayev<sup>1</sup>, M. Tulendieva<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Akhmed Yassawi International kazakh-turkish university, Turkistan, Kazakhstan<sup>2</sup>High school №24, Turkistan, Kazakhstan.

E-mail: tonus6@mail.ru

**ANALYSIS OF MESOSAPROBIC MICROALGAE, DETECTED  
ON NATURAL WATER SOURCES IN OTHER MACROSLOPES  
OF KARATAU MOUNTAIN RANGE**

**Abstract.** Succession - recovery of anthropogenic impact on all biogeocenotic components in a certain period of time to specific object. Majority of researched water sources are successional. Primarily microalgae are restored as they are producers and autotrophic organisms. Periphyton is the major biotic component of all investigated water sources. These materials presented results of research of mesosaprobic microalgae with analysis of their taxonomic groups, ecological features and its indexes of saprobes. Comparing and analyzing the microalgae of two basic macro slopes of Karatau mountain range, there were obtained their systematic composition, ecological conditions of living and distribution of algae saprobity levels. Periphyton as the common and basic food supply of most aquatic heterotrophs is also an indicator of water pollution with organic residue. The saprobity index is an indicator of the level of pollution or a purity of the watercourse. Comparison of different saprobity levels allows draw conclusions about the degree of water purity at the source.

**Key words:** biotic periphytonic index, index of saprobes, natural water sources, hydro-biocenosis, algae, meso-saprobes.

УДК 574.5(282)

**Н. Толбаев<sup>1</sup>, М. Тулендиева<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет им. Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан,<sup>2</sup>Средняя школа №24, Туркестан, Казахстан**АНАЛИЗ МЕЗОСАПРОБНЫХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ,  
ОБНАРУЖЕННЫХ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОТОКАХ  
МАКРОСКЛОНОВ КАРАТАУСКОГО ХРЕБТА**

Во время экспедиций нами были проведены исследования альгоценозов различных водных источников: водохранилищ, рек и родников. Рельеф хребта Сырдарьинский Каратау не предполагает наличие естественных водоемов – озер. Искусственные озера – водохранилища – являются емкостями для сбора и хранения воды, в последующем используемые в мелиоративных целях. Поскольку сток пресной воды в водохранилища идет за счет естественных водотоков, структура их гидробиоценозов, в частности альгоценозов, во многом идентична речным и родниковым. Но, так как в водохранилищах относительно равномерное и медленное течение, а некоторые прибрежные участки и вовсе со стоячей водой, то присутствие мезосапробных микроводорослей, в особенности – отдела *Cyanophyta*, в них закономерно. Цветение этих мелководных заливов за счет цианобактерий обусловлено, в первую очередь, соответствующей температурой воды. Температура воды в горных водохранилищах сохраняется приемлемой для развития и размножения микроводорослей

на протяжении большей части года. Соответственно, содержание органических компонентов, а также продуктов их разложения в водохранилищах велико. Богатая питательная среда способствует развитию и размножению не только альгофлоры, но и других – гетеротрофных организмов (консументов, редуцентов). Физико-химические свойства воды водохранилищ существенно отличаются от таковых родников и рек.

Процессы накопления и разложения органических остатков в реках и родниках, в особенности горных, выражены слабо. Лимитирующим фактором здесь является не только скорость течения, но и ряд абиотических факторов, таких как рельеф, климат, гидрохимический состав и многое другое. Малая минерализация и олиготрофность водотоков позволяют относить их к чистым. Но это касается горных и высокогорных водотоков (расположенных на высоте от 650 до 1400 м. над уровнем моря). Присутствие органических остатков в этих водах имеет место быть, разница с равнинными водотоками лишь в концентрации и способности аккумуляирования их в различных слоях воды. Источники предгорных территорий и равнин, на которые оказывает влияние ряд факторов, в том числе и антропогенных, более насыщен представителями флоры и фауны. В особенности это касается планктона.

Водные источники Каратауского хребта, исследованные нами, не сильно подвергнуты антропогенному воздействию. Использование пресной воды в мелиоративных целях – возможно, единственное целенаправленное употребление ее для сельскохозяйственных нужд, способное оказывать некоторый антропогенный прессинг на гидробиоценозы. Тем не менее, в недалеком прошлом именно антропогенный фактор был лимитирующим, оказывавшим негативное влияние на целый комплекс экосистем (вода, атмосферный воздух, почва). Источником человеческого воздействия на водные ресурсы региона был комбинат-гигант «Ачполиметалл». Производство полиметаллического сырья, берущее свое начало в середине XX века, требовало повышенного потребления пресной воды. Из подземных выработок, во избежание затопления шахт, постоянно выкачивалась вода и сливалась в небольшие реки. Естественно, концентрация тяжелых металлов (в основном свинца, цинка и меди) поднималась в водоемах-приемниках в разы, что не могло не отразиться на гидробиоценозах (на это указывают исследования, проведенные в 2003-2005 годах, при отборе воды из затапливаемых горизонтов шахт. Содержание тяжелых металлов в них, по сравнению с поверхностными источниками, превышало предельно допустимые нормы в несколько раз).

Вместе с тем, некоторые находящиеся даже на значительном расстоянии небольшие водотоки – родники – полностью исчезли. Это было связано с их питанием за счет подземных источников. Руслу большинства мелких временных и постоянных водных источников надолго оказались сухими.

Кардинальные изменения произошли после прекращения выработки полезных ископаемых. Уровень воды в шахтах, вследствие прекращения откачки, начал подниматься и заполнять пустоты. Этот процесс способствовал естественному восстановлению исчезнувших родников и их гидробиоценозов, в первую очередь, альгоценозов. Одной из задач наших исследований было провести сравнение стабильных и сукцессионных водоемов, включающее изучение их гидробиологического и экологического состояний.

Поскольку сравниваемые сукцессионные и стабильные источники – родники, в начале нам необходимо было проанализировать видовой состав микроводорослей и, в первую очередь, отклик этих организмов на органическое загрязнение, то есть сапробность. В связи с этим нами были изучены 12 родниковых водотоков, структура их альгоценозов и перифитонов, а также представлен полный список обнаруженных в этих источниках пресной воды микроскопических водорослей, их сапробность и распространение. В представленных ниже таблицах представлен перечень всех обнаруженных видов, форм и вариаций микроводорослей в исследованных нами родниках, в том числе сукцессионных и стабильных. Из 13 родников, исследованных нами, мы сравнили 12. Сделано это было по двум причинам: 1 – при сравнении нам нужно было одинаковое количество водотоков с обоих макросклонов, для более наглядного описания и идентификации состава микроводорослей; 2 – структура альгофлоры и перифитонных сообществ двух равнинных родников (Ак булак и Кок булак), расположенных близко друг к другу, практически идентичны (хотя видовой состав родника Кок булак на 6 таксонов больше, поэтому мы сделали выбор в пользу последнего).

Сравнительный анализ, в котором мы рассмотрели не только видовое многообразие микроскопических водорослей и их распространение в различных водотоках, но также способность существования этих организмов в условиях различной степени загрязнения органическими остатками (сапробности), позволил нам получить следующие результаты. Для сравнения нами были отобраны двенадцать водотоков (родников), как наиболее чувствительные к различным изменениям гидробиоценозы; по шесть с каждого из участков исследования. Родники: Шери-булак, Кериз-булак, Жангакты-булак, Рашид-булак, Табак-булак и Кок-булак – расположены в юго-западном макросклоне, а Торлан-су, Рабат, Кара-агаш, Турган, Бакыт и Котерме – в северо-восточной части хребта. Родники обоих макросклонов расположены в различных зонах: от горных до сугубо равнинных, что сказывается на структуре их биотопов, в частности, альгофлоры.

В исследованных родниках обнаружены представители отделов *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Dinophyta* и *Euglenophyta*. Доминантный комплекс во всех родниках составили диатомовые водоросли (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Видовой состав бета-мезосапробных микроводорослей родников северо-восточного макросклона (Диатомовые)

№ п/п	Исследованные водные источники (родники) северо-восточной части	Торлан-су	Рабат	Кара-агаш	Турган	Бакыт	Котерме
	Таксон						
<b>BACILLARIOPHYTA</b>		1	2	3	4	5	6
1	<i>Melosiravarians Ag.</i>	+	–	+	–	–	–
2	<i>Fragilariaconstruens (Ehr.) Grun.</i>	+	–	C	–	–	+
3	<i>Fragilaria viresens v.subsalina Grun.</i>	–	–	–	–	+	+
4	<i>Synedraacus Kuetz.</i>	D	+	+	–	–	+
5	<i>Synedratabulata (Ag.) Kutz.</i>	C		+	+		C
6	<i>Synedra tabulata v.fasciculata (Kutz.) Grun.</i>	–	–	+	–	+	+
7	<i>Synedra tabulata v. parva (Kutz.) Grun.</i>	C	+	+	+	+	+
8	<i>Synedra rumpeus Kutz.</i>	–	–	–	–	–	+
9	<i>Synedra ulna (Nitzsch.) Ehr.</i>	D	+	+	+		+
10	<i>Synedra ulna v.amphirhynchus (Ehr.) Grun.</i>	D	+	C	C	+	+
11	<i>Eunotiaarcus Ehr.</i>	C	C	D	D	+	C
12	<i>Cocconeisplacentula Ehr.</i>	C	C	D	–	+	C
13	<i>Cocconeispediculus Ehr.</i>	C	C	C	–	+	C
14	<i>Rhoicospheniacurvata (Kutz.) Grun.</i>	–	–	D	–	+	C
15	<i>M.pusilla (Grun.) Cl.</i>	–	–	–	–	+	–
16	<i>Diploneisovalis (Hilse) Cl.</i>	–	–	–	–	–	C
17	<i>Stauroneis Smithii Grun.</i>	–	–	–	+	C	+
18	<i>Navicula cryptocephala v.intermedia Grun.</i>	C	+	+	C		D
19	<i>Naviculacincta (Ehr.) Kutz.</i>	–	–	–	–	+	+
20	<i>Navicula Kolbei Poretzky et Anissimowa</i>	–	+	–	–	–	–
21	<i>Naviculalanceolata v.tenella</i>	+	–	+	–	–	+
22	<i>Naviculamicrocephala Grun.</i>	–	–	–	+	–	+
23	<i>Navicula oblonga Kutz.</i>	–	–	–	–	–	+

24	<i>Navicularpupula</i> Kutz.	-	+	+	-	-	-
25	<i>Navicula pupula v.capitata</i> Hust.	-	-	-	-	-	+
26	<i>Naviculatuscula</i> (Ehr.) Grun.	-	-	-	-	+	+
27	<i>Pinnularia interrupta f.minor</i> Boye P.	C	C	C	D	+	D
28	<i>Pinnulariaviridis</i> (Nitzsch.) Ehr.	-	-	+	-	-	+
29	<i>Neidium affine v.minus</i> Cl.	-	-	-	-	-	-
30	<i>Gyrosigmaacuminatum</i> (Kutz.) Rabenh.	-	-	-	C	-	C
31	<i>Gyrosigmaattenuatum</i> (Kutz.) Rabenh.	-	-	-	+	-	-
32	<i>Pleurosigmaelongatum</i> W.Sm.	-	-	-	D	-	C
33	<i>Amphora ovalis</i> Kutz.	+	D	-	D	+	+
34	<i>Amphora ovalis v.pediculus</i> Kutz.	-	+	-	C	+	-
35	<i>Amphoraveneta</i> Kutz.	-	+	+	C	+	+
36	<i>Cymbellacistula</i> (Hemp.) Grun.	C	-	C	-	-	+
37	<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.) V.H.	-	-	+	+	-	+
38	<i>Cymbellamicrocephala</i> Grun.	C	-	-	+	+	+
39	<i>Cymbella tumida</i> (Breb.) V.H.	-	-	+	-	+	-
40	<i>Cymbellaturgida</i> (Greg.) Cl.	C	-	-	-	+	+
41	<i>Gomphonemaolivaceum</i> (Lyngb.) Kutz.	C	D	D	+	C	D
42	<i>Gomphonema olivaceum v.calcareum</i> Grun.	+	+	C	+	+	C
43	<i>Gomphonemaparvulum</i> (Kutz.) Grun.	C	C	C	+	+	+
44	<i>Gomphonemaacuminatum</i> Ehr.	C	+	+	-	-	C
45	<i>Gomphonemaconstrictum</i> Ehr.	C	-	-	-	-	D
46	<i>Epithemia zebra</i> (Ehr.) Kutz.	-	-	-	+	-	+
47	<i>Epithemia zebra v.saxonica</i> (Kutz.) Grun.	-	-	-	-	C	+
48	<i>Epithemiaargus</i> Kutz.	-	-	-	-	+	C
49	<i>Epithemiasorex</i> Kutz.	-	-	-	-	D	D
50	<i>Epithemiaturgida</i> (Ehr.) Kutz.	-	-	+	-	D	C
51	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O.Mull.	-	-	-	-	C	C
52	<i>Rhopalodia parallela</i> (Grun.) O.Mull.	-	-	-	-	+	-
53	<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.	-	-	-	-	-	C
54	<i>Nitzschia obtusa v.scalpeliformis</i> Grun.	-	-	+	-	-	+
55	<i>Nitzschiamicrocephala</i> Grun.	-	-	-	+	-	+
56	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Ehr.) W.Sm.	-	-	-	-	-	C
57	<i>Nitzschia sinuata v.tabellaria</i> Grun.	-	-	+	-	+	-
58	<i>Nitzschiavermicularis</i> (Kutz.) Grun.	-	-	+	-	-	C
59	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Breb.) W.Sm.	-	-	-	+	-	+
60	<i>Surirellaovata</i> Kutz.	-	-	-	+	-	-

Таблица 2 – Видовой состав бета-мезосапробных микроводорослей родников юго-западного макросклона (Диатомовые)

№ п/п	Исследованные водотоки (родники)	Шери-булак	Кериз-булак	Жангакты	Рашид-булак	Табак-булак	Кок-булак
	Таксоны						
	<b>BACILLARIOPHYTA</b>	1	2	3	4	5	6
1	<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	+	+	–	+	+	+
2	<i>Amphora veneta</i> Kütz.	C	C	+	D	C	+
3	<i>Cocconeisplacentula</i> Ehr.	+	C	–	+	–	–
4	<i>Cocconeispediculus</i> Ehr.	–	–	+	C	–	–
5	<i>Cyclotellakuetzingiana</i> Thw.	+	–	+	–	–	+
6	<i>Cymbellatartuensis</i> Mölder.	–	–	–	–	+	–
7	<i>Diatomavulgare</i> Bory.	–	–	+	D	+	+
8	<i>Gomphonemaconstrictum</i> Ehr.	+	C	C	+	–	–
9	<i>Gomphonemaolivaceum</i> (Lyngb.) Kütz.	+	–	–	–	–	+
10	<i>Navicula dicephala</i> (Ehr.) W. Sm.	–	–	–	+	+	–
11	<i>Naviculahustedtii</i> Krassk.	–	–	–	+	–	–
12	<i>Naviculatuscula</i> (Ehr.)Grun.	+	–	–	+	–	+
13	<i>Naviculavulpina</i> Kütz.	–	–	+	+	–	–
14	<i>Pinnulariainterrupta</i> Greg.	–	C	D	+	+	C
15	<i>Stauroneisanceps</i> Ehr.	–	–	–	C	–	–
16	<i>Synedraberoliensis</i> Lemm.	–	–	+	–	–	–
17	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	+	–	+	+	+	+
18	<i>Surirellacapronii</i> Breb.	–	–	–	C	–	–
19	<i>Surirellaovata</i> Kütz.	–	+	–	+	–	+

Бета-мезосапробные диатомовые микроводоросли по численности видовой состав преобладают над остальными представителями альгофлоры с иными индексами сапробности. Доля доминантных и субдоминантных диатомовых микроводорослей с бета-мезосапробным индексом сапробности позиционируется, большей частью, в водотоках северо-восточного макросклона, в особенности в родниках Торлан-су и Котерме: 17 и 21 β-мезосапробных субдоминантных и доминантных микроводорослей соответственно (таблицы 1, 2). Преобладание аэробных мезосапробных представителей альгофлоры в этих водных источниках (60 видов, разновидностей и форм) объясняется, в первую очередь, наличием благоприятной среды обитания и соответствующим количеством продуктов органического разложения. Родники юго-западной части хребта представлены меньшим количеством видов (19); присутствие доминантных бета-мезосапробов ограничено 5 видами в роднике Рашид-булак. Доминантность аэробных мезосапробов в иных водотоках незначительна. В количественном соотношении видовой состав диатомовых микроводорослей доминантным положением обладают роды: *Navicula*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Nitzschia*, *Cymbella* и *Epithemia*. Представители этих родов имеют наиболее разнообразный видовой состав. Кроме того, они еще имеют более обширное распространение в водотоках. Преимущественное большинство видов, форм и разновидностей микроводорослей обнаружено в родниковых водах северо-восточного макросклона Каратауского хребта. Это связано с большим многообразием видов в целом в этих родниках.

Индекс сапробности, как основной индикатор уровня загрязнения водоемов, в исследованных альгологических сообществах имеет несколько значений: от бета-мезосапробов (обитатели среднезагрязненных вод) до ксено-олигосапробов (наиболее чистые водотоки). Источников пресной воды с показателем биотического перифитонного индекса (БПИ) равного 4 или менее (очень грязные) в участках исследований не найдено и поэтому присутствие полисапробных микроводорослей в этих родниках тоже выявлено не было. Аэробные мезосапробные микроводоросли (β-мезосапробы),

обнаруженные в некоторых участках водотоков со стоячей или заболоченной водой, могут быть показателями нижнего уровня загрязненности этих источников (БПИ = 5-5,5).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Тальских В.Н. Оценка состояния перифитонного сообщества по биотическому перифитонному индексу // Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – Вып. 2. – С. 51-59.
- [2] Тальских В.Н. Использование концепции инвариантных состояний биоценозов в экологическом мониторинге и нормирования загрязнения рек Средней Азии // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – С. 163-184.
- [3] Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.А. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 4: Диатомовые водоросли. – М.: Советская наука, 1951. – 619 с.
- [4] Dural B., Aysel V., Alok A., Guner H. Ecology of benthic algae on different substrata of Hekim Island, Izmir – Turkey // Plant life in Southwest and central Asia. Izmir: Ege Univ. Press, 1996. – P. 750-760.
- [5] Delluomo A., Masi M.A. Stadio floristico-ecologic delle diatomee del lago di Tovel (Nord Italia) // Riv. Idrobiol. – 1988. – Vol. 27. – P. 317-348.
- [6] Sjoerd P.K. Biological assessment of the water quality in South-Holland (The Netherlands) // Int. Rev. ges. Hydrobiologie. – 1988. – Bd. 73. – P. 481-509.

#### REFERENCES

- [1] Talskikh V.N. Assessment of periphytonic communities by biotic periphytonic index. -In: Methods of natural natural water sources bioindications and biotesting. L.: Hydrometeozdat, 1989. Vol. 2. P. 51-59.
- [2] Talskikh V.N. Using concepts of invariant statuses of biocenoses in environmental monitoring and regulation of water pollution rivers of Central Asia // Environmental modifications and the criteria for environmental regulation. L.: Hydrometeozdat, 1991. P. 163-184.
- [3] Zabelina M.M., Kisselev I.A., Proshkina-Lavrenko A.I., Sheshukova V.A. Determinant of freshwater algae in USSR. Vol. 4: Diatoms. M.: Sovetskayanauka, 1951. 619 p.
- [4] Dural B., Aysel V., Alok A., Guner H. Ecology of benthic algae on different substrata of Hekim Island, Izmir – Turkey // Plant life in Southwest and central Asia. Izmir: Ege Univ. Press, 1996. P. 750-760.
- [5] Delluomo A., Masi M.A. Stadio floristico-ecologic delle diatomee del lago di Tovel (Nord Italia) // Riv. Idrobiol. 1988. Vol. 27. P. 317-348.
- [6] Sjoerd P.K. Biological assessment of the water quality in South-Holland (The Netherlands) // Int. Rev. ges. Hydrobiologie. 1988. Bd. 73. P. 481-509.

**Н. Толбаев<sup>1</sup>, М. Тулендиева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан,

<sup>2</sup>№24 Жалпы орта мектебі, Түркістан, Қазақстан

#### **ҚАРАТАУ ЖОТАСЫНЫҢ БЕТКЕЙЛЕРІНДЕГІ ТАБИҒИ СУ КӨЗДЕРІНДЕ ТАБЫЛҒАН МЕЗОСАПРОБТЫ МИКРОБАЛДЫРЛАРДЫҢ САРАПТАЛУЫ**

**Аннотация** Сукцессия – белгілі уақыт аралығында нақты географиялық объекттің барлық биогеоценодикалық бөліктеріне зиянын тигізген антропогендік әсерлерден кейін қайта қалпына келу үрдісі. Зерттелген су көздерінің басым көпшілігі – сукцессиялық болып табылады. Зерттеу объектілердегі ең алдымен қалыпқа келетін бөліктері, ол микробалдырлар, өйткені олар – автотрофты ағзалар, яғни продуценттер. Перифитон барлық зерттелген су көздерінің негізгі биотикалық компоненті болып табылады.

Мезосапробты микробалдырлардың түрлілік құрамы, олардың экологиялық ерекшеліктері мен сапробтық индексі зерттелді. Қаратау жотасының екі беткейлерінде орналасқан табиғи сулардағы балдырлардың таксондық сипаттамасы, тіршіліктік бейімделуі және шіріндімен қоректену деңгейі көрсетілді. Зерттеу барысында микробалдырлардың тек түрлілік құрамы ғана емес, сонымен қатар, олардың ластану деңгейінің сипатын жасауға ықпал етуші болады. Перифитон су гетеротрофтарының негізгі қоректік базасы бола тұра, сонымен қатар, су көздерінің органикалық қалдықтармен ластанғанын немесе таза болуының көрсеткіші ретінде де қарастырылады. Сапробтық индекс аталған көрсеткіштің негізгі бағыттаушысы болып табылады. Осы индекстерді салыстыра отырып, судың органикалық қалдықтармен ластанғаны немесе таза екені сипатталады.

**Түйін сөздер:** биотикалық перифитонды индекс, шірінді деңгейінің көрсеткіші, гидробиоценоз, балдырлар, мезосапробтар.

## Юбилейные даты

---

### Лиза Ертасқызы БӨЛЕКБАЕВА (85 жасқа толу қарсаңында)



Бөлекбаева Лиза Ертасқызы биология ғылымының докторы, профессор 1931 жылы 20 қарашада Қызылорда облысының Қазалы қаласында дүниеге келді.

1949 жылы Алматы облысы Іле елді-мекенінің орта мектебін алтын белгімен бітірді. 1954 жылы Қазақ мемлекеттік университетін үздік дипломмен тәмамдады. Осы жылы Қазақ ССР ҒА Физиология Институтының аспирантурасына түсіп, Л.Е.Бөлекбаева 1958 жылы кандидаттық, 1972 жылы докторлық диссертациясын қорғап, ал 1984 жылы профессор атағын алды. 1974 жылы салыстырмалы физиология, қазіргі лимфа жүйесі физиологиясының лабораториясының меңгерушісі болып тағайындалды. Л.Е.Бөлекбаеваның барлық ғылыми еңбектері институттың негізгі бағыты – лимфа жүйесінің физиологиясымен байланысты. Лимфа айналымның дамуында жүйкелік реттелудің маңызы зор екендігін өз еңбегінде ғылыми түрде дәлелдеді. Лимфа және қан айналымның жүйесін реттеуде, лимфа айналымның орталық реттелуі және орталық ми қыртысы мен ми қабатының білгілі бір заңдылықтарда жүретіндігі байқалды. Жаңа теориялық тұжырымдар мен концепциялар ғалымның “Лимфа айналымның реттелуінде бас миының қыртысы мен мишықтың маңызы” (Алматы, «Ғылым», 1974), “Лимфа айналымның жүйкелік реттелуі” (Алматы, «Ғылым», 1980), атты өз ғылыми еңбектерінде және авторлар бірлестігімен “Физиология бойынша нұсқаулар” (Ленинград, «Наука», 1984), “Адам физиологиясы” (Москва, «Медицина», 1985) жинақтарында көрінеді.

Л.Е.Бөлекбаеваның қажырлы еңбегінің арқасында ғылыми зерттеу институтында жаңа ғылыми бағыт – лимфа жүйесінің салыстырмалы физиологиясы пайда болды. Бұл бағытта “Лимфа жүйесінің салыстырмалы физиологиясы” (Алматы, «Ғылым», 1985) атты монографиясы жарық көрді. Ш.М.Жумадина, Л.Е.Бөлекбаева “Омыртқалы жануарлардың филогенезінде лимфо- және гемодинамиканың реттелу жолдарының дамуы” (Алматы, «Медиа-Пресс», 2007). Сонымен қатар, автордың бірлесе шығарған С.Н.Әбдірешов, Л.Е.Бөлекбаева «Қазақша-орысша, орысша қазақша. Терминлогиялық сөздік. Физиология» жарыққа шықты (Алматы, 2012).

Л.Е.Бөлекбаеваның жетекшілігімен артериялық гипертензия кезінде лимфа жүйесінің маңызы, қан айналымы бұзылуы және веноздық жетіспеушілік, фило- және онтогенез кезінде лимфа жүйесінің дамуы, лимфодинамиканың реттелуінде вазоактивті заттардың әсері, ми-жұлын сұйықтығы мен лимфа жүйесінің функционалдық байланысы бойынша ғылыми жұмыстар жүргізілді. Л.Е.Бөлекбаева шала туған балалардың сулы-тұзды тепе-теңдігінің реттелу механизмі және ісінудің

алдын-алу жағдайларын тежеу әдістері бойынша ҚР ДМ педиатрия және балалар хирургиясы ғылыми орталығымен бірлесе жүргізген ғылыми зерттеу жұмыстарының маңызы зор. Бұл сала бойынша “Жаңа туған балаларды роцефинмен емдеу кезіндегі сулы-тұзды тепе-теңдіктің жағдайы” (информациялық хабарлар. А.: 2006) атты ғылыми әдістемелік нұсқауы жарық көрді.

Лимфа жүйесінің физиологиясы лабораториясының ұжымы профессор Л.Е.Бөлекбаеваның жетекшілігімен қазіргі таңда ортаңың экстремалдық факторлардың әсерінен лимфа жүйесінің реттелу механизмі және оның компенсаторлық маңызы бойынша ғылыми жұмыстар жүргізуде. Бұл сала бойынша «Қазақстан Республикасындағы ғарыштың дамуы» атты жоба бойынша зерттеу жұмыстарын жүргізді. Салмақсыздықты физиологиялық моделдеу кезінде, лимфа түйіндерінің жиырылу активтілігі мен лимфаның тасымалдау қызметінің зерттелуі физиология мен лимфологиядағы жаңа бағыт болып табылады. Бұл мәселер бойынша «Қазақстан Республикасының космос саласы бойынша ғылыми және инновациялық жағдайы мен болашағы» және «Егеменді Қазақстан: ғарыш қызметінің 15-жылдық даму жолы» атты конференцияларда баяндамалар жасалынды.

Ғарыш саласындағы еңбектері РФА Медико-биологиялық мәселелер институтының жетекші ғалымдарымен бірлесе жасаған жұмыстарының маңызы зор. Осы бағытта 2013 жылы лаборатория ұжымы Л.Е. Бөлекбаеваның жетекшілігімен халықаралық деңгейде грант жобасын ұтып алды. Бұл кезеңде байқоңыр ғарыш айлағынан, 2013 жылы сәуір айында «Ресейлік КА Бион-М №1» биоспутнигі бортында биоматериалдардың ұшу кезіндегі жануарлардың лимфоидтық ұлпаларына салмақсыздықтың әсері зерттелінді. Бұл жұмыстың нәтижелері әртүрлі ғылыми конференциялар мен симпозиумдарда (Сочи, Мәскеу) баяндалды, әрі талқыланды.

Ғалымның жетекшілігімен лаборатория қызметкерлері әртүрлі токсикантардың (ауыр металдар мен органикалық улар) ағзаға, қан мен лимфа жүйесіне әсері және олардан сақтану, яғни алдын-алу жолдарын қарастыруда.

Профессор Л.Е.Бөлекбаева Қазақстанның ғылымын көптеген халықаралық конгрестерде және конференцияларда Париж, Будапешт, Санкт-Петербург, Сочи, Новосибирск және де көптеген елдерде дәріптеуші болып саналады.

Л.Е.Бөлекбаеваның 350 ғылыми еңбектері жарық көрген, оның ішінде 3 монографиялық жинақ, 4 ұсыныс, 6 авторлық куәлік бар. Тәжірибелі ұстаз 20 ғылым докторы мен кандидатын даярлаған. Шәкіртері алыс-жақын шет елдерде, еліміздің әр облыстарында жоғары оқу орындарында және ғылыми зерттеу институттарында жемісті еңбек етіп келеді. Л.Е.Бөлекбаева әлі де болса сол шәкірттеріне өзінің көмегін, ақылын, әртүрлі ғылыми ой-пікірлерімен бөлісіп, көмектесіп келеді.

Л.Е.Бөлекбаева ғылыми жетістіктерін ТМД елдері және шет елдерде жақсы таныс. Ол 1981-1991 жылдар КСРО ҒА ғылыми кеңесінің ішкі жүйелердің физиологиясы мүшесі, КСРО ҒА Проблемалы комиссияның «Қан- және лимфа айналымының физиологиясы» бойынша мүшесі, «Лимфа айналым» бойынша жұмыс комиссияның төрайымы болды. Қазіргі таңда Адам және жануарлар физиологиясы институты (Алматы) және Қырғыз мемлекеттік медицина академиясының (Бішкек) арнайы кеңестерінің мүшесі. Ұзақ жылдар бойы «Физиология» бойынша лаборатория аралық теориялық семинардың жетекшісі.

Лиза Ертасқызы өзінің қазақстандық лимфология мен физиология саласы бойынша салыстырмалы физиологтар мектебін құрды. Л.Е.Бөлекбаева ғылыми жетістіктері үшін «Құрмет Белгісі» орденімен (1976), Қазақстан ҒА мен Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігінің құрмет грамотасымен марапатталған.

Л.Е.Бөлекбаева көрнекті ғалым болумен қатар үлгілі жанұя иесі. Жолдасы Т.Қ.Құттымұратов екеуі ағайын-туыс, дос-жарандары мен әріптестерінің арасында үлкен сый құрметке ие болған бақытты жандар. Ұлын ұяға, қызын қияға қондырған, немере, шөбер сүйіп отырған бақытты, отбасының жылуын жандырған еліміздің мақтанышты болатын жанұя. Бүгінде еңбегімен ғылым мен білім саласына үлкен үлес қосқан, тәлімгер, жетекші, еліміздің көрнекті ғалымдарының бірі Л.Е.Бөлекбаева өмірінің 85-ші белесіне толағай табыспен, асқақ аброймен жетір отыр. Лаборатория ұжымы мен шәкірттері мерейтой иесіне зор денсаулық, ұзақ өмір, отбасының қызығын көре беруге, бақыт пен қуаныш, сәттілік және шығармашылық табыс тілейді.

Ізгі ниетпен шәкірттері атынан  
*Әбдірешов С.Н., Балхыбекова А.О.*

## МАЗМУНЫ

Магзиева К.Т., Жапаев Р.К., Юсупов А.Г., Беглов Р.Б. Көксағыз ( <i>Taraxacum Kok-Saghyz</i> L. E. Rodin) – табиғи каучуктің балама көзі ( <i>Taraxacum Kok-Saghyz</i> L.E. Rodin).....	5
Буркитбаев М.М., Исламов Р.А., Кустова Т.С., Кон Г.А., Сабитов А.Н., Ильин А.И. Нанокүкірттің жедел уыттылығын зерттеу.....	17
Курманбаева А.С., Russell A., Жумабаева С.Е., Газдиева Б.А., Althonayan A., Ali M., Ахметов К.К., Муқанов Е. Ақмола облысында атмосфералық ауаның ластануы және адам денсаулығы үшін экологиялық тәуекелдерді бағалау.....	23
Баймағамбетов А.К. Қазақстанда бірэлектродты Symplicity Flex катетер мен мультиэлектродты Symplicity Spural катетерді қолдану тәжірибесі.....	30
Кислицин В.Ю., Жигайлов А.В., Полимбетова Н.С., Ысқақов Б.Қ. <i>Arabidopsis thaliana</i> -ның трансляция бастау факторы 2 қДНҚ генінің $\alpha$ -суббөлшегін клондауы, мутагенезі мен экспрессия және рекомбинант белоктарды AteIF2 $\alpha$ (S56), AteIF2 $\alpha$ (S56D) МЕН AteIF2 $\alpha$ (S56A) бөліп алу.....	37
Баймағамбетов А.К. Қ. А. Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университеті, Шымкент, Қазақстан.....	48
Буркитбаев М.М., Исламов Р.А., Кустова Т.С., Кон Г.А., Сабитов А.Н., Ильин А.И. Нанокүкірттің жедел уыттылығын зерттеу.....	53
Седловский А.И., Тюпина Л.Н., Тәжесенова А.И. Ылғалдың жетіспеушілігіне төзімді бидай үлгілерінің скринингі.....	60
Мұрзатаева С.С., Перфильева А.В., Джантаева К.Б., Скворцова Л.А., Нұржібек, Касимуратова С.А., Алтынова Н.К., Куон Л.З., Хусаинова Э.М., Бекманов Б.О., Жансүгірова Л.Б. Спорттық сапаны анықтауда генетикалық маркер ретінде <i>NOS3</i> және <i>ACE</i> гендерінің полиморфизмі мүмкіндіктерін бағалау.....	66
Әмірғалиева Ә.С., Бекманова М.О., Мить Н.В., Жансүгірова Л.Б. Каспий маңы аймағындағы Атырау облысының басым ластаушыларының генотоксикалық потенциалын бағалау.....	74
Айткельдиева С.А., Файзулина Э.Р., Ауэзова О.Н., Татаркина Л.Г., Нурмуханбетова А.М. Алматы метрополитенінің темірбетон конструкциялары мен құрылыстарының микробиологиялық жағдайын бағалау.....	81
Байтулин И.О., Нестерова С.Г., Инелова З.А. Іле Алатауының <i>Liliaceae</i> juss тұқымдасының алуан түрлілігін бағалауға арналған мәліметтер.....	88
Иманбаева А.А., Ишмуратова М.Ю., Копбаева Г. Жалпы сырт сілемдері флористикалық ауданның мәдени өсімдіктерінің жабайы туыстарының құрамын зерттеу туралы.....	93
Амиркулова А.Ж., Чебоненко О.В., Абайлдаев А.О., Утарбаева А.Ш. Дәнді өсімдіктердің антиоксиданттық ферменттер белсенділігіне «Фундазол» саңырауқұлақжойғының әсері.....	102
Шәушеков З.Қ., Әдекенова Г.С., Фабдуллин Е.М., Янина О.В., Байтулин И.О. <i>Asteraceae</i> Dumort. тұқымдасының кейбір эндемикалық өсімдік түрлерінің <i>ex situ</i> жағдайындағы фенологиялық бақылаулары.....	107
Хусаинова Э.М., Мұратова Ф.Т., Алтынова Н.К., Чередниченко О.Г., Әмірғалиева А.С., Касимуратова С.А., Иксан О.А., Сапарғали О., Жансүгірова Л.Б., Бекманов Б.О. Атырау облысы тұрғындарына антропогенді факторлардың әсерін цитогенетикалық бағалау.....	113
Есимова А.М., Есимов Е.К., Айтқұлова Р.Э., Қудасова Д.Е., Рахметова А.Х. Сыра үгіндісі және коза-паядан полисахаридтер алудың процесін зерттеу.....	118
Бекмаханова Н.Е., Момбекова Г.А., Қаптағай Р.Ж. Алматы облысы жағдайында бұршақ тұқымдас және мал азықтық дақылдарын зақымдаушы фитопатогенді саңырауқұлақтарды анықтау және морфологиялық сипаттамасы.....	124
Есенбекова П.А., Темрешев И.И. Оңтүстік Қазақстанның сулы жартылай қаттықанаттыларының фаунасы ( <i>Heteroptera</i> ).....	132
Чередниченко О.Г., Магда И.Н., Пилюгина А.Л., Губицкая Е.Г., Жансүгірова Л.Б. Микроядролық тест жүргізілген генетикалық ихтиофаунасының Атырау облысындағы мәртебесін бағалау.....	138
Амирханова Н.Т., Рсалиев А.С., Пахратдинова Ж.У. <i>Pseudoperonospora cubensis</i> rostowz саңырауқұлағының қазақстандық популяциясының вируленттілігі.....	145
Мырқасымова А. С. Алматы қаласындағы шегіріндердің жасыл шегірін өсімдік биті ( <i>Tinocallis platani</i> Kaltentbach, 1843) және шегірін-дәнді өсімдік биті ( <i>Tetraneura ulmi</i> Linnaeus, 1758) ( <i>homoptera</i> , <i>aphidinea</i> ).....	150
Темрешев И.И., Казенас В.Л., Есенбекова П.А., Қожабаева Г.Е. Оңтүстік Қазақстандағы зиянды обыр шегірткелердің құрлық буынақты энтомофагтарының максатсыз фаунасына бонус 40/120 с.к. және номолт 15 % с.к. инсектицидтерінің әсері.....	157
Бекмаханова Н.Е., Момбекова Г.А., Сейтбатталова А.И. <i>Trichoderma</i> және <i>Mortierella</i> саңырауқұлақтар уысынан асбұршақ, нокат, жоңышқа дақылдарының өсу белсенділігін ынталандыратын штаммдарды іріктеу.....	167
Аубакирова М.О., Айнабаева Н.С. Каспий теңізі жағалауының және Жайық өзені каналдарының зоопланктонының алуантүрлілігі.....	175
Есимова А.М., Тасыбаева Ш.Б., Нарымбаева З.К., Қудасова Д.Е., Тулеген М.Д. Ашытқыларды культивирлеу кезінде қоректік орталарды дайындау үшін Оңтүстік Қазақстанның геотермальды суларын пайдалану тиімділігі.....	179
Кедельбаев Б.Ш., Есимов Е.К., Есимова А.М., Қудасова Д.Е., Кудерхан А.К. Ферроқұймалармен промотирленген никель катализаторларында бензолды гидрлеу.....	185
Қойшыбаева С.К. Алматы облысының балық өсіру шаруашылығында уылдырықтың инкубациясы мен көксерке құртшабағын өсіруінің технологиялық аспектілері.....	193

<i>Крупа Е.Г., Айнабаева Н.</i> Шардара суқоймасының зоопланктондары.....	203
<i>Трошина Т.Т., Мажипбаева Ж.О.</i> Тумаш-Ноғай суқоймасының маусымдық гидробиологиялық мінездемесі.....	209
<i>Крупа Е.Г., Мадемарова Н.А., Айнабаева Н.</i> Шардара су қоймасы мен Қызылқұм каналының (Оңтүстік Қазақстан) перифитондары.....	216
<i>Сеитова Г.С.</i> Эффективность трамадола при умеренном и выраженном послеоперационном болевом синдроме.....	224
<i>Толбаев Н., Тулендиева М.</i> Орталық Қаратаудағы бұлақтардың альгофлорасының шіріту деңгейінің индексі.....	234
<i>Толбаев Н., Тулендиева М.</i> Қаратау жотасының беткейлеріндегі табиғи су көздерінде табылған мезосапробты микробалдырлардың сарапталуы.....	241

#### **Мерейтойлар**

Лиза Ергасқызы Бөлекбаева (85 жасқа толу қарсаңында).....	247
---	-----

## СОДЕРЖАНИЕ

Магзиева К.Т., Жапаев Р.К., Юсупов А.Г., Беглов Р.Б. Казахстанский одуванчик Тараксакум Кок-Сагыз – альтернативный источник натурального каучука ( <i>Taraxacum Kok-Saghyz</i> L. E. Rodin).....	5
Буркитбаев М.М., Исламов Р.А., Кустова Т.С., Кон Г.А., Сабитов А.Н., Ильин А.И. Изучение острой токсичности наносеры.....	17
Курманбаева А.С., Russell A., Жумабаева С.Е., Газдиева Б.А., Althonayan A., Ali M., Ахметов К.К., Муқанов Е. Загрязнение атмосферного воздуха в Акмолинской области и оценка экологического риска для здоровья населения.....	23
Баймагамбетов А.К. Опыт применения одноэлектродного катетера Symplicity Flex и мультиэлектродного катетера Symplicity Spural в Казахстане.....	30
Кислицын В.Ю., Жигайлов А.В., Полимбетова Н.С., Искаков Б.К. Клонирование, мутагенез и экспрессия кДНК-гена $\alpha$ -субъединицы фактора инициации трансляции 2 <i>Arabidopsis thaliana</i> и выделение рекомбинантных белков AtelF2 $\alpha$ (S56), AtelF2 $\alpha$ (S56D) и AtelF2 $\alpha$ (S56A).....	37
Баймагамбетов А.К. Эпидемиология и динамика врожденных пороков сердца у новорожденных в Жамбылской области.....	48
Буркитбаев М.М., Исламов Р.А., Кустова Т.С., Кон Г.А., Сабитов А.Н., Ильин А.И. Изучение острой токсичности наносеры.....	53
Седловский А.И., Тюпина Л.Н., Тэженева А.И. Скрининг образцов пшеницы, устойчивых к дефициту влаги.....	60
Мурзатаева С.С., Перфильева А.В., Джантаева К.Б., Скворцова Л.А., Нуржибек, Касимуратова С.А., Алтынова Н.К., Куон Л.З., Хусаинова Э.М., Бекманов Б.О., Джансугурова Л.Б. Оценка возможности использования полиморфизмов генов <i>NOS3</i> и <i>ACE</i> в качестве маркеров для определения спортивных качеств.....	66
Амиралиева А.С., Бегманова М.О., Мить Н.В., Джансугурова Л.Б. Оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей Атырауской области Прикаспийского региона.....	74
Айткельдиева С.А., Файзулина Э.Р., Ауэзова О.Н., Татаркина Л.Г., Нурмуханбетова А.М. Оценка микробиологического состояния железобетонных конструкций и сооружений Алматинского метрополитена.....	81
Байтулин И.О., Нестерова С.Г., Инелова З.А. Материалы к оценке разнообразия семейства <i>Liliaceae juss</i> Заилийского (Илийского) Алатау.....	88
Иманбаева А.А., Ишмуратова М.Ю., Копбаева Г.Б. К изучению видового состава диких сородичей культурных растений флористического района – Отроги общего сырта.....	93
Амиркулова А.Ж., Чебоненко О.В., Абайлдаев А.О., Утарбаева А.Ш. Влияние фунгицида «Фундазол» на активность антиоксидантных ферментов злаковых растений.....	102
Шаушеков З.К., Адекенова Г.С., Габдуллин Е.М., Янина О.В., Байтулин И.О. Фенологические наблюдения некоторых эндемичных видов растений семейства Asteraceae Dumort в условиях <i>ex situ</i> .....	107
Хусаинова Э.М., Муратова Ф.Т., Алтынова Н.К., Чередниченко О.Г., Амиралиева А.С., Касимуратова С.А., Иксан О.А., Сапаргали О., Джансугурова Л.Б., Бекманов Б.О. Цитогенетическая оценка влияния антропогенных факторов среды на жителей Атырауской области.....	113
Есимова А.М., Есимов Е.К., Айткулова Р.Э., Кудасова Д.Е., Рахметова А.Х. Исследование процесса получения полисахаридов из пивной дробины и гуза-паи.....	118
Бекмаханова Н.Е., Момбекова Г.А., Каптагай Р.Ж. Выявление и морфологическая характеристика фитопатогенных грибов, поражающих бобовые и кормовые культуры в Алматинской области.....	124
Есенбекова П.А., Темрешев И.И. К фауне водных полужесткокрылых (Heteroptera) Южного Казахстана.....	132
Чередниченко О.Г., Магда И.Н., Пилюгина А.Л., Губицкая Е.Г., Джансугурова Л.Б. Оценка генетического статуса ихтиофауны Атырауской области с помощью микроядерного теста.....	138
Амирханова Н.Т., Рсалиев А.С., Пахратдинова Ж.У. Вирулентность казахстанской популяции гриба <i>pseudoperonospora cubensis</i> rostowz.....	145
Мыркасимова А.С. Зеленоватая вязовая тля ( <i>Tinocallis platani</i> Kaltenbach, 1843) и вязово-злаковая тля ( <i>Tetraneura ulmi</i> Linnaeus, 1758) (homoptera, aphidinea) вязов г. Алматы.....	150
Темрешев И.И., Казенас В.Л., Есенбекова П.А., Кожобаева Г.Е. Влияние инсектицидов бонус 40/120 с.к. и номолт 15 % с.к. на нецелевую фауну наземных членистоногих-энтомофагов вредных саранчовых в Южном Казахстане.....	157
Бекмаханова Н.Е., Момбекова Г.А., Сейтбатталова А.И. Скрининг штаммов грибов из родов <i>Trichoderma</i> и <i>Mortierella</i> с ростстимулирующей активностью для растений: гороха, бобов и люцерны.....	167
Аубакирова М.О., Айнабаева Н.С. Разнообразие зоопланктона прибрежной зоны Каспийского моря и каналов р. Жайык.....	175
Есимова А.М., Тасыбаева Ш.Б., Нарымбаева З.К., Кудасова Д.Е., Тулеген М.Д. Эффективность применения геотермальных вод Южного Казахстана для приготовления питательных сред при культивировании дрожжей.....	179
Кедельбаев Б.Ш., Есимов Е.К., Есимова А.М., Кудасова Д.Е., Кудерхан А.К. Гидрирование бензола на промотированных ферросплавами никелевых катализаторах.....	185
Койшыбаева С.К. Технологические аспекты инкубации икры и подращивания молоди судака в рыбоводном хозяйстве Алматинской области.....	193
Крупа Е.Г., Айнабаева Н. Зоопланктон Шардаринского водохранилища.....	203
Трошина Т.Т., Мажигаева Ж.О. Гидробиологическая характеристика водоема Тумаш-Ногас по сезонам.....	209

<i>Крупа Е.Г., Мадемарова Н.А., Айнабаева Н.</i> Перифитон Шардаринского водохранилища и Кызылкумского канала (Южный Казахстан).....	216
<i>Сеитова Г.С.</i> Эффективность трамадола при умеренном и выраженном послеоперационном болевом синдроме.....	224
<i>Толбаев Н., Тулендиева М.</i> Индекс сапробности альгофлоры родниковых водотоков Центрального Каратау.....	234
<i>Толбаев Н., Тулендиева М.</i> Анализ мезосапробных микроводорослей, обнаруженных в естественных водотоках макросклонов Каратауского хребта.....	241

**Юбилейные даты**

Лиза Ергасовна Болекбаева (к 85-летию).....	247
---	-----

## CONTENTS

Magzieva K.T., Zhapayev R.K., Yussupov A.G., Beglov R.B. Kazakhstan dandelion <i>Taraxacum Kok-Saghyz</i> – an alternative source of natural rubber ( <i>Taraxacum kok-saghyz</i> L. E. Rodin).....	5
Burkitbayev M.M., Islamov R.A., Kustova T.S., Kon G.A., Sabitov A.N., Ilin A.I. The study of acute toxicity of nanosulfur.....	17
Kurmanbayeva A.S., Russell A., Zhumabayeva S.E., Gazdiyeva B.A., Althonayan A., Ali M., Akhmetov K.K., Mukanov Y. Air Pollution and Public Health Risk Assessment: case of the Akmola region.....	23
Baymagambetov A.K. Experience of one-electrode catheter Symplicity Flex and catheter multielektrodnogo Symplicity Spiryal in kazakhstan.....	30
Kislitsin V.Y., Zhigailov A.V., Polymbetova N.S., Iskakov B.K. Cloning, mutagenesis and expression of cDNA-gene that encodes $\alpha$ -subunit of translation initiation factor 2 from <i>Arabidopsis thaliana</i> and isolation of recombinant proteins AteIF2 $\alpha$ (S56), AteIF2 $\alpha$ (S56D) and AteIF2 $\alpha$ (S56A).....	37
Baymagambetov A.K. Epidemiology and dynamics of congenital heart disease in neonates Zhambyl region.....	48
Burkitbayev M.M., Islamov R.A., Kustova T.S., Kon G.A., Sabitov A.N., Ilin A.I. The study of acute toxicity of nanosulfur.....	53
Sedlovsky A.I., Tyupina L.N., Tezhenova A.I. Screening of wheat samples resistant to moisture deficit.....	60
Murzataeva S.S., Perfilyeva A.V., Jantaeva K.B., Skvortsova L.A., Nurzhibek, Kasimuratova S.A., Altynova N.K., Kuon L.Z., Khussainova E.M., Bekmanov B.O., Dzhangugurova L.B. ACE and NOS3 gene polymorphisms as markers for sport qualities determination.....	66
Amirgalieva A.S., Begmanova M.O., Mit N.V., Djansugurova L.B. The estimation of foreground pollutants genotoxic potential in Atyrau region of Prikaspiy.....	74
Aitkeldiyeva S.A., Faizulina E.R., Auezova O.N., Tatarikina L.G., Nurmukhanbetova A.M. Evaluation of the microbiological condition of reinforced concrete designs and constructions of the Almaty subway.....	81
Baytulin I.O., Nesterova S.G., Inelova Z.A. Materials to the assessment of the diversity of <i>Liliaceae juss</i> family of trans – Ili Alatau.....	88
Imanbaeva A.A., Ishmuratova M.Y., Kopbaeva G.B. Studying of specific structure of wild relatives of cultural plants of the floristic area – Spurs of Obshchy Syrt Plateau.....	93
Amirkulova A.Zh., Chebonenko O.V., Abayldaev A.O., Utarbayeva A.Sh. Effect of fungicide "Fundazol" on the activity of antioxidant enzymes of cereals.....	102
Shaushekov Z., Adekenova G., Gabdullin E., Yanina O., Baytulin I.O. Phenological observations of some endemic plant species of Asteraceae Dumort family in conditions of <i>ex situ</i> .....	107
Khussainova E.M., Muratova F.T., Altynova N.K., Cherednichenko O.G., Amirgalieva A.S., Kasimuratova S.A., Ixan O.A., Sapargali O., Dzhangugurova L.B., Bekmanov B.O. Cytogenetic evaluation of influence of anthropogenic environmental factors on residents of Atyrau region.....	113
Esimova A.M., Esimov E.K., Aytkulova R.E., Kudasova D.E., Rahmetova A.H. Research of process of polysaccharides production from beer pellet and guza-pay.....	118
Bekmakhanova N.E., Mombekova G.A., Kaptagay R.Zh. Revealing and morphological characteristics of plant pathogenic fungi that infect legumes and fodder crops in Almaty region.....	124
Esenbekova P.A., Temreshev I.I. Fauna of aquatic hemiptera (Heteroptera) of South Kazakhstan.....	132
Cherednichenko O.G., Magda I.N., Pilyugina A.L., Gubitskaya E.G., Dzhangugurova L.B. Assessment of the status of genetic ichthyofauna of Atyrau region by micronucleus test.....	138
Amirkhanova N.T., Rsaliyev A.S., Pakhratdinova Zh.U. Virulence of Kazakhstani <i>Pseudoperonospora cubensis</i> rostowz fungus population.....	145
Myrkasimova A.S. Elm plant louse ( <i>Tinocallis platani</i> Kaltenbach, 1843) and Elm-grass plant louse ( <i>Tetraneura ulmi</i> Linnaeus, 1758) of Elms in Almaty city.....	150
Temreshev I.I., Kazenas V.L., Esenbekova P.A., Kozhabayeva G.E. Effect of insecticides bonus, 40/120 s.p. and nomolt 15 %, s.p. on non-target terrestrial arthropods-entomophages of harmful locust fauna in South Kazakhstan..	157
Bekmakhanova N.E., Mombekova G.A., Seybattalova A.I. Screening of fungal strains from the genera <i>Trichoderma</i> and <i>Mortierella</i> with the growth-stimulating activity indicator for plants: of peas, chickpea, alfalfa.....	167
Aubakirova M.O., Ainabayeva N.S. The diversity of zooplankton of the coastal zone of the Caspian sea and delta channels of Zhaiyk river.....	175
Esimova A.M., Tasybaeva Sh.B., Narymbaeva Z.K., Kudasova D.E., Tulegen M.D. Efficiency of South Kazakhstan geothermal water application for compounding of nutrient medium at yeast cultivation.....	179

<i>Kedelbaev B.Sh., Esimov E.K., Esimova A.M., Kudasova D.E., Kuderhan A.K.</i> Hydration of benzol on promoted by ferrodloys nikel catalysts.....	185
<i>Koyshibaeva S.K.</i> The technologic aspects of incubation the spawn and rearing the fingerlings of pikeperch in fish – breeding farm of almaty oblast.....	193
<i>Krupa E.G., Ainabayeva N.</i> Zooplankton of Shardara reservoir.....	203
<i>Troshina T.T., Mazhibayeva Zh.O.</i> Hydrobiological feature of a reservoir Tomasch-Nogas by seasons.....	209
<i>Krupa E.G., Mademaroya N.A., Ainabayeva N.</i> Periphyton of Shardara reservoir and Kyzylkum channel (South Kazakhstan).....	216
<i>Seitova G.S.</i> Efficiency of tramadol in moderate and severe postoperative pain syndrome.....	224
<i>Tolbayev N., Tulendieva M.</i> Index of saprobity of algological flora in spring-waters of Central Karatau.....	234
<i>Tolbayev N., Tulendieva M.</i> Analysis of mesosaprobic microalgae, detected on natural water sources in other macroslopes of Karatau mountain range.....	241

#### Anniversary

Liza Ertasovna Bolekbaeva (to the 85year).....	247
--	-----

---

---

### **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-1629 (Online), ISSN 2224-5308 (Print)**

<http://www.biological-medical.kz/index.php/ru/>

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 13.12.2016.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

16,0 п.л. Тираж 300. Заказ 6.